

**Historias al alcance de todos: Propuesta de diagramación de una cartilla táctil
sobre algunos seres vivos para público en general con o sin discapacidad visual de Medellín**

Nombre del estudiante

ANDERSON ALEXIS CARDONA RUIZ

Trabajo de grado para optar al título de

PROFESIONAL EN DISEÑO GRÁFICO

Nombre del asesor

JUAN DAVID HENAO SANTA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

PROFESIONAL EN DISEÑO EN GRÁFICO

MEDELLÍN

2026



A mi familia, por ser el origen de mi curiosidad y la fuerza constante que me impulsó a seguir adelante en cada etapa de este camino. Su apoyo, paciencia y amor hicieron posible que este sueño se hiciera realidad.

A la pasión por el diseño, que me enseñó a observar el mundo con otros ojos: a encontrar belleza en los detalles, estructura en el caos y significado en cada forma.

Y a los artrópodos, pequeñas maravillas de la naturaleza, cuya diversidad y complejidad no solo han sido fuente de inspiración, sino también un puente para acercar su conocimiento a quienes no pueden ver, demostrando que el diseño puede transformar la manera en que percibimos y compartimos el mundo.

Este trabajo es el resultado del encuentro entre el amor, la curiosidad y la creatividad que han guiado mi camino.

Contenido

Glosario	4
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Problema	10
Justificación	12
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Marco teórico	14
Conocimiento empírico	14
Marco conceptual	16
Diseño editorial	16
Discapacidad visual	17
Estado del arte	19
Estado de la técnica	22
Metodología	27
Ruta metodológica	28
Resultados	29
Contenido	29
Ilustración	31
Vectorizado	34
Modelado 3D	35
Laminado para impresión 3D	36
Modelo 3D físico	37
Aspectos técnicos de las cartillas	41
Braille sólido	41
Tipografía en Braille	43
Papel	43
Relieves	44
Materiales para la impresión 3D FDM	45
Materiales complementarios	47
Línea gráfica, diagramación y estructura editorial	48
Identidad visual	48
Estructura editorial	58
Recomendaciones	71
Conclusiones	72

Bibliografía	73
Anexos	80
Declaración ética	80
Fuentes indexadas	82

Tablas

Tabla 1.	23
Tabla 2.	43

Imágenes

Imagen 1.	24
Imagen 2.	25
Imagen 3.	33
Imagen 4.	34
Imagen 5.	35
Imagen 6.	36
Imagen 7.	36
Imagen 8.	37
Imagen 9.	38
Imagen 10.	39
Imagen 11.	41
Imagen 12.	41
Imagen 13.	42
Imagen 14.	45
Imagen 15.	47
Imagen 16.	48
Imagen 17.	49
Imagen 18.	53
Imagen 20.	54
Imagen 21.	55
Imagen 22.	56
Imagen 23.	58
Imagen 24.	60
Imagen 25.	61
Imagen 26.	65
Imagen 27.	66

Glosario

Discapacidad

De acuerdo con el enfoque adoptado por el Consejo Nacional de Discapacidad y el Sistema Nacional de Discapacidad, se define como discapacidad como el resultado de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás (Consejo Nacional de Discapacidad, s.f.).

Ceguera

De acuerdo al Instituto Nacional para Ciegos (INCI) (s.f.) de Colombia, la ceguera se refiere a una condición de discapacidad visual caracterizada por una pérdida total de la visión, en la cual la persona presenta una agudeza visual inferior a 3/60 en el mejor ojo con la mejor corrección posible, o un campo visual menor de 10 grados alrededor del punto fijación central. Esto implica que la persona no puede ver a 3 metros lo que una persona con visión normal ve a 60 metros, incluso utilizando gafas u otros medios de corrección.

Baja visión

La baja visión es la disminución de agudeza visual (cantidad de visión que tiene una persona) y/o campo visual (el espacio que los ojos pueden ver sin moverlos), que no puede corregirse por medio de gafas, lentes de contacto, medicamentos o cirugía (INCI, s.f.).

Persona ciega

En el enfoque funcional usado por el INCI, una persona ciega es aquella que presenta ausencia total de visión o una pérdida visual tan severa que no puede utilizar la visión para realizar actividades cotidianas, por lo que requiere el uso de sistemas alternativos de acceso a la información, como el Braille, el audio o tecnologías de asistencia (INCI, s.f.).

Persona con baja visión

Una persona con baja visión es la que tiene una deficiencia en el funcionamiento visual y aún después del tratamiento y/o corrección tiene una agudeza visual desde 20/60 hasta la

percepción de luz o campo visual menor de 10 grados desde el punto de fijación, pero que usa o que es potencialmente capaz de usar la visión para la planificación o ejecución de una tarea (INCI, s.f.).

Persona con discapacidad

Las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás (Consejo Nacional de Discapacidad, s.f.).

Sistema Braille

El Braille fue inventado por Luis Braille en el año 1825, nace como una herramienta de alfabetización para personas con discapacidad visual; es un sistema que permite la lectura y escritura eficaz guiándose solo por el tacto, de modo que permite a las personas acceder a la educación, la cultura y la información (EduBraille, 2020).

Háptico

Se refiere a todo aquello que tiene que ver con la percepción a través del tacto especialmente cuando se usa de forma activa. También puede usarse como recursos hápticos que son aquellos donde se usa el sentido del tacto para su manipulación (Arjona, 2015).

Elementos tiflológicos

Son aquellos implementos que sirven a las personas con discapacidad visual para desempeñarse en su vida cotidiana de una manera autónoma. Por ejemplo, el ábaco, la regleta y el bastón (INCI, s.f.).

Iluminar

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2014) se refiere a ilustrar o enseñar el entendimiento de algo.

Resumen

Este trabajo surge del interés por hacer del conocimiento científico una experiencia más accesible e inclusiva para todas las personas. A partir de la unión entre el diseño gráfico, la accesibilidad y la biología, el proyecto propone la diagramación de una cartilla táctil sobre algunos grupos biológicos usando como ejemplo los artrópodos, dirigida a personas en general con o sin discapacidad visual en Medellín; además, busca responder a las barreras que aún existen en los materiales educativos tradicionales, especialmente para quienes perciben y comprenden el mundo a través del tacto y otros sentidos.

Para ello, se propone que la cartilla integre relieves, texturas, elementos en Braille e ilustraciones hápticas que permitan explorar y comprender de manera más cercana la morfología de algunos seres vivos. También, el trabajo aborda procesos de diseño accesible, impresión táctil y modelado 3D, entendiendo el diseño editorial no solo como una herramienta visual, sino como un puente capaz de conectar a las personas con la biodiversidad desde la sensibilidad, la exploración y la experiencia sensorial.

Palabras clave: discapacidad visual, diseño editorial, cartillas, biodiversidad, divulgación científica.

Abstract

This project arises from the need to make scientific knowledge more accessible, inclusive, and sensorially meaningful for diverse audiences. It proposes the editorial layout of a tactile booklet on the morphology of selected arthropod groups, aimed at the general public in Medellín, including people with and without visual impairment. Through an interdisciplinary approach that integrates graphic design, accessibility, and entomological knowledge, the project seeks to address the limitations of traditional educational materials, particularly those that rely predominantly on visual information. The booklet is conceived as an accessible editorial resource that incorporates textures, reliefs, Braille elements, and haptic illustrations to support the tactile exploration and understanding of biological structures. The proposal also considers accessible design principles, tactile printing processes, material selection, and three-dimensional modeling as strategies for translating visual scientific content into sensory experiences. By connecting design and biology, this project positions editorial design not only as a visual communication tool, but also as a means of promoting cognitive justice, scientific dissemination, and a deeper sensory relationship with biodiversity.

Keywords: tactile booklet, accessibility, editorial design, biodiversity, haptic illustration, visual impairment, scientific dissemination.

Introducción

El acceso al conocimiento científico es un derecho fundamental que debe ser garantizado para todas las personas, sin importar sus condiciones sensoriales o cognitivas. No obstante, en el ámbito editorial, las personas con discapacidad visual continúan enfrentando múltiples barreras que restringen su participación plena en los procesos educativos, culturales y científicos. Entre estas se encuentran la limitada disponibilidad de materiales accesibles, la ausencia de descripciones alternativas para las imágenes, el uso de tipografías poco legibles y la falta de elementos hápticos que permitan la interpretación táctil del contenido (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2011). Estas carencias evidencian la necesidad urgente de repensar la producción editorial desde una perspectiva inclusiva y sensorial, donde el diseño gráfico actúe como mediador entre el conocimiento y la diversidad perceptiva de los individuos (Silva, 2014; Vargas, 2019).

En este contexto, el presente trabajo propone la diagramación de una cartilla táctil sobre la morfología de algunos grupos de artrópodos (insectos: Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera, Odonata, Phasmida, Dictyoptera y Siphonaptera; arácnidos, crustáceos y miriápodos), dirigido a público en general con o sin discapacidad visual de Medellín, que integre texturas, relieves y elementos en Braille. El proyecto parte de una visión multidisciplinar en la que convergen la biología entomológica y el diseño gráfico, campos que, al interactuar, amplían las posibilidades de comunicación científica y estimulan el aprendizaje a través del tacto. Desde esta sinergia, el diseño se concibe como una herramienta para traducir la complejidad morfológica de los artrópodos en experiencias hápticas comprensibles y significativas, promoviendo una conexión sensorial y emocional con la biodiversidad (Millar, 1994; Gallego & Mínguez Arranz, 2002; Acaso, 2006).

El autor de esta propuesta es un biólogo–entomólogo con amplios conocimientos sobre artrópodos, cuya formación científica respalda la precisión y coherencia del contenido morfológico representado. A su vez, su formación en diseño gráfico permite integrar los principios estéticos y funcionales en la creación de un producto editorial riguroso y atractivo. Este cruce disciplinar fortalece la capacidad del diseño para actuar como mediador entre el lenguaje científico y las diversas formas de percepción sensorial, generando materiales didácticos inclusivos que promuevan el aprendizaje y la apropiación del conocimiento biológico.

La propuesta contó con la asesoría de “Whee”, empresa consultora especializada en accesibilidad y discapacidad, cuya participación se centró en revisar los criterios técnicos y normativos aplicables al diseño de la cartilla. Este acompañamiento permitió fortalecer las condiciones de accesibilidad del producto y respaldar su enfoque inclusivo.

De esta manera, el proyecto asume el diseño editorial como un acto ético y creativo, capaz de transformar la experiencia de aprendizaje en un espacio de inclusión, exploración y justicia cognitiva. Al posibilitar el acceso al conocimiento entomológico a través del tacto, se reivindica el derecho de las personas con discapacidad visual a participar activamente en los procesos de comprensión y valoración de la biodiversidad. Así, este trabajo se inscribe en una corriente contemporánea que concibe el diseño no sólo como una práctica estética, sino como una herramienta de transformación social y educativa (Frascara, 2000; Garland-Thomson, 2005; Mintz, 2002).¹

¹Algunos fragmentos del texto fueron revisados con apoyo de ChatGPT (OpenAI, 2026), únicamente para mejorar la redacción, la ortografía, la gramática y la claridad expresiva. La responsabilidad sobre el contenido académico, las ideas, el análisis y las fuentes citadas corresponde al autor.

Problema

El acceso a la información es un derecho fundamental, sin embargo, las personas con discapacidad visual enfrentan múltiples barreras como la falta de formatos accesibles; falta de alternativas para descripciones de imágenes y gráficos; el uso de fuentes pequeñas; bajo contraste de color; lenguaje confuso y complejo; entre otros; para acceder a materiales impresos. En el ámbito editorial, el diseño gráfico ha avanzado en la generación de experiencias inclusivas como diseños intuitivos y fáciles de usar para todos, diagramación de la información de forma organizada y clara, simplificación de la navegación de las piezas gráficas y evitar diseños complejos; pero sigue siendo un reto garantizar el acceso equitativo al conocimiento a través de cartillas físicas (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2011).

La imagen desempeña un papel esencial en la construcción del conocimiento, ya que los seres humanos procesan la información predominantemente de manera visual lo que facilita la comprensión, retención y conexión con el entorno (Vargas, 2019). Sin embargo, la percepción de imágenes también se puede desarrollar a través de otras modalidades sensoriales como: el oído, el tacto, el olfato y el gusto; lo que implica que su adaptación para personas con discapacidad visual debe considerar elementos hápticos específicos (Millar, 1994) que les permita interpretar la realidad a partir de signos icónicos como líneas y puntos en relieve, texturas, símbolos y pictogramas táctiles que capturan modelos espaciales (Silva, 2014). Investigaciones en este campo han abordado la construcción de imágenes táctiles y su impacto en la comprensión de conceptos abstractos (Gallego & Minguez Arranz, 2002; Acaso, 2006).

Históricamente, la accesibilidad en los materiales impresos como libros, periódicos y revistas ha dependido de iniciativas tecnológicas y editoriales que buscan adaptar el contenido visual al tacto y la audición. En este contexto, el diseño gráfico ha incorporado metodologías como el diseño universal y la adaptación de elementos visuales a formatos hápticos (Norman, 2013). En el diseño editorial, los libros o cartillas táctiles han sido desarrollados con diversas estrategias que incluyen el uso de alto relieve, texturas diferenciadas y tipografías especializadas como el sistema Braille (Fromm, 1993). Sin embargo, en el ámbito de la divulgación científica, específicamente en entomología se ha trabajado poco en la producción de materiales accesibles para personas con discapacidad visual.

Dentro de la amplia gama de material editorial publicado, existen notorias diferencias en su adaptación para personas con discapacidad visual. Mientras que un libro de poesía puede

transcribirse casi en su totalidad a Braille, la adaptación de textos científicos o matemáticos representa un desafío mayor debido a la combinación de gráficos, códigos matemáticos y lenguaje verbal. En estos casos, la transcripción puede resultar en textos legibles, pero no necesariamente comprensibles. Esto subraya la necesidad de explorar nuevas formas de representación, especialmente para conceptos que dependen de la percepción visual (Silva, 2014).

En este orden de ideas se llega a la pregunta problematizadora: ¿Cómo puede una propuesta de diagramación para una cartilla táctil facilitar la comprensión de la morfología de algunos grupos de artrópodos en el público general, con o sin discapacidad visual de Medellín, mediante el uso estratégico de texturas y relieves que promuevan una conexión más profunda con la biodiversidad?, debido a que el diseño editorial no sólo comunica información, sino que facilita la interacción del lector con el contenido.

En el caso de las personas con discapacidad visual, el desarrollo de cartillas táctiles representa una oportunidad para democratizar el acceso al conocimiento permitiendo que la información científica llegue a un público más amplio niños, adolescentes, adultos y personas mayores (Vargas, 2019). Este estudio no solo contribuye a la identificación de los desafíos en la producción de cartillas táctiles, sino que promueve una sociedad más inclusiva donde el conocimiento pueda ser experimentado a través de distintos sentidos.

Justificación

La divulgación científica ha sido históricamente excluyente para personas con discapacidad visual, lo que ha limitado su acceso equitativo al conocimiento y su participación activa en los procesos educativos y de apropiación social de la ciencia. Esta exclusión se refleja especialmente en campos como la biodiversidad, donde la comprensión del entorno natural se ha construido predominantemente desde lo visual, y en consecuencia, las personas con discapacidad visual han sido marginadas de experiencias educativas significativas que les permitan conocer, interpretar y valorar la diversidad biológica que los rodea.

El presente proyecto busca aportar a la transformación de esta realidad mediante una propuesta de diagramación para una cartilla táctil sobre la morfología de algunos grupos de artrópodos, que integre texturas, relieves y elementos en Braille como herramientas de mediación háptica. Esta propuesta no solo responde a principios de inclusión y equidad, sino que reconoce el potencial del diseño editorial como un puente entre la ciencia y la diversidad sensorial humana, capaz de traducir la información visual en experiencias perceptibles a través del tacto.

Además, el proyecto se sustenta en una sólida articulación interdisciplinar. Será desarrollado por un biólogo-entomólogo con amplia experiencia en el estudio de los artrópodos, quien aportó el rigor científico necesario para representar con fidelidad las estructuras morfológicas y ecológicas de estos organismos. A su vez, su formación en diseño gráfico permitió integrar este conocimiento con estrategias estéticas y comunicacionales que garanticen la calidad visual y la legibilidad táctil del material. Esta sinergia entre ciencia y diseño posibilita una propuesta rigurosa, funcional y visualmente coherente.

El proceso también contó con la asesoría de un profesional experto en accesibilidad, quien validó los aspectos técnicos y normativos relacionados con la inclusión de personas con discapacidad visual, garantizando que la cartilla cumpla con los estándares nacionales de accesibilidad sensorial.

De esta manera, el proyecto no solo atiende una necesidad social urgente, sino que plantea un modelo de trabajo interdisciplinar para el desarrollo de materiales científicos accesibles, fortaleciendo los vínculos entre la educación, el arte y la ciencia. En última instancia, esta propuesta busca democratizar el acceso al conocimiento entomológico y fomentar una conexión más profunda y sensorial con la biodiversidad, promoviendo una cultura del respeto, la inclusión y la justicia cognitiva.

Objetivo general

Crear una propuesta de diagramación de cartilla táctil sobre la morfología de algunos grupos de artrópodos dirigido a un público en general con o sin discapacidad visual de Medellín, a través del uso de texturas, relieves y elementos en Braille para una conexión más profunda con la biodiversidad.

Objetivos específicos

Analizar, a través de una revisión bibliográfica, las estrategias y técnicas de diseño empleadas en la creación de cartillas táctiles identificando los principios de accesibilidad, legibilidad y adaptación sensorial más efectivos para el conocimiento de la morfología de los artrópodos.

Evaluar técnicamente materiales, métodos de impresión y de generación de relieve para la producción de ilustraciones entomológicas táctiles, orientadas a la optimización de la percepción háptica y una adecuada traducción del contenido visual al formato accesible dentro de una cartilla.

Proponer la diagramación de una cartilla táctil que ilumine sobre la morfología de algunos grupos de artrópodos, dirigido a un público en general de Medellín, que integre recursos visuales hápticos mediante el uso de texturas, relieves y elementos en Braille, para la comprensión y el interés por la diversidad de los artrópodos.

Marco teórico

Conocimiento empírico

El conocimiento empírico en el diseño gráfico editorial complementa sus principios teóricos al transformarlos en soluciones visuales efectivas, permitiendo el desarrollo de habilidades como el dominio de la composición y la tipografía, así como la adaptación a las necesidades del cliente. Este aprendizaje mejora la eficiencia, fomenta la creatividad y eleva la calidad del diseño. En este contexto, el diseño editorial inclusivo es esencial para garantizar el acceso a la información a personas con discapacidad, aunque enfrenta desafíos en su aplicación técnica. Integrar accesibilidad en el diseño no solo amplía su alcance, sino que refuerza el compromiso con una comunicación equitativa e incluyente (Cravino & Pokropek, 2024; Medina, 2019).

En este sentido, artículos como "Diseño editorial inclusivo: Consejos para publicaciones accesibles" (La Divina Proporción, 2024), "Una apuesta por la inclusión desde el diseño gráfico" (Universidad Autónoma de Occidente, 2025), "Diseño inclusivo: ¿Qué tener en cuenta a la hora de integrarlo?" (González E. , 2024) y "Día Internacional de las personas con discapacidad: Diseño gráfico como herramienta para la inclusión" (Basac Art in Production, 2022) resaltan la importancia de incorporar principios de accesibilidad en las publicaciones editoriales, hacen énfasis en elementos fundamentales como el uso de contrastes adecuados, tipografías legibles, etiquetas en las imágenes y un lenguaje claro. Asimismo, destacan la necesidad de eliminar barreras desde la etapa inicial del diseño, promoviendo una visión inclusiva desde la concepción misma de los proyectos.

No obstante, su principal limitación es la falta de profundidad técnica, ya que no diferencian entre diseño impreso y digital y carecen de metodologías, ejemplos concretos y herramientas prácticas. De manera similar, otros artículos como "Accesibilidad en el diseño gráfico: principios para un diseño inclusivo" (Arilla, 2023) y "Cómo el diseño gráfico ayuda a mejorar la vida de personas con discapacidad y personas mayores" (Señor Creativo, 2015). enfatizan en la relevancia de la accesibilidad para personas con diversas discapacidades, pero no proporcionan guías específicas para distintos formatos ni herramientas tecnológicas que optimicen su implementación, lo que limita su aplicabilidad en entornos profesionales.

Por otro lado, DADO Editorial Braille se distingue por desarrollar libros multisensoriales accesibles para personas con discapacidad visual, combinando braille, alto relieve, contrastes, texturas, olores, sonidos y elementos tridimensionales para enriquecer la experiencia lectora (Mayorga, 2021). Sin embargo, aunque destaca la importancia de la inclusión en la literatura, no profundiza en los desafíos técnicos y económicos de la producción de estos libros ni en la disponibilidad de materiales accesibles a gran escala, dejando sin abordar las limitaciones en distribución, costos y adopción en sistemas educativos y bibliotecas. De manera complementaria, el artículo "Consejos para el diseño inclusivo con braille" (Truyol, 2022) se enfoca en ofrecer consejos sobre el diseño inclusivo con braille, destacando la importancia de integrar este sistema en materiales impresos como etiquetas, packaging y cartas de restaurantes mediante técnicas de impresión digital, especialmente el braille sólido con barniz incoloro. También menciona herramientas como tipografías específicas para braille y explica cómo adaptar textos para optimizar el espacio.

En esta línea, el diseño editorial accesible también ha sido objeto de análisis desde distintas perspectivas. En el artículo "Diseño tipográfico para discapacitados visuales" (Moliz, 2017) se presenta la tipografía "*Ready*" de la diseñadora Mar Pérez, como una alternativa para mejorar la legibilidad en personas con enfermedades visuales. Aunque describe detalladamente su desarrollo, no ofrece criterios generales sobre tipografías accesibles ni directrices para diseñadores que busquen crear o seleccionar fuentes inclusivas.

Por último, el diseño universal se plantea como una estrategia clave para desarrollar productos accesibles a la mayor cantidad de personas posible. Se destaca la importancia de la empatía y la validación con usuarios reales, aunque los artículos revisados podrían profundizar más en la implementación de tecnologías accesibles y estrategias específicas para optimizar el diseño para lectores de pantalla o sistemas hápticos (Hoy es el día, 2021). Cabe señalar que algunos de estos carecen de un análisis detallado sobre la aplicación de normativas nacionales e internacionales que complementen sus aplicaciones técnicas.

Marco conceptual

Diseño editorial

Antes de abordar las posturas individuales de los autores, es importante situar el diseño editorial como un campo interdisciplinario en el que convergen la experiencia del usuario, las características del medio y los principios de la comunicación visual. En este contexto, las perspectivas de Donald Norman, Marshall McLuhan y Jorge Frascara permiten comprender cómo el diseño editorial no solo organiza información, sino que también construye experiencias de lectura, condicionadas tanto por las necesidades del usuario como por las propiedades del soporte y la intención comunicativa.

Donald Norman plantea el diseño editorial centrado en el usuario y resalta la importancia de comprender cómo las personas interactúan con los objetos, lo cual es completamente aplicable al diseño editorial. Un diseño editorial verdaderamente centrado en el usuario debe considerar la legibilidad, la jerarquía visual, la navegación intuitiva y la visibilidad de los elementos, de modo que el lector pueda interpretar fácilmente la información sin esfuerzo adicional. Al igual que en los objetos cotidianos, los errores de diseño editorial no deben recaer en el usuario, sino en una estructura mal concebida que ignora sus necesidades cognitivas y expectativas (Norman, 1990).

Norman aboga por crear modelos mentales claros a través de señales visuales naturales, retroalimentación efectiva y una topografía comprensible entre acción y resultado. En diseño editorial, esto se traduce en retículas coherentes, uso lógico del color, tipografía legible y estructuras narrativas visuales que guían al lector de manera fluida. Diseñar para las personas significa facilitar su experiencia con el contenido, anticipando sus dudas y evitando la sobrecarga cognitiva, como haría cualquier diseño verdaderamente funcional y empático (Norman, 1990).

Por su parte, McLuhan (1996) plantea que el medio es el mensaje, es decir, que la tecnología y el soporte en el que se transmite la información afectan profundamente la forma en que esta se percibe, interpreta y vive. En diseño editorial, esto significa que el contenido no puede separarse de su medio de publicación: ya sea en papel o en formato digital, cada soporte impone sus propias condiciones técnicas, materiales, sensoriales y culturales.

El papel, por ejemplo, favorece la linealidad, la lectura secuencial, la permanencia y el contacto físico, mientras que lo digital introduce la simultaneidad, la interacción, la fluidez y una experiencia más sensorialmente fragmentada y táctil. Estas características moldean tanto la

estructura del diseño como la forma en que el usuario lo experimenta. Así, el diseño editorial no es neutro: se transforma según las posibilidades y limitaciones del medio, afectando directamente la manera en que se comunica y se comprende el contenido (McLuhan, 1996).

Finalmente, Jorge Frascara menciona que el diseño editorial es una herramienta clave de la comunicación visual que organiza y da forma a la información mediante el uso consciente de elementos gráficos y textuales. Su objetivo va más allá de lo estético: busca captar la atención, facilitar la comprensión y guiar la lectura a través de decisiones visuales como la tipografía, el color, la retícula y la jerarquía. De este modo, transforma los contenidos en experiencias visuales claras, coherentes y atractivas (Frascara, 2000).

Al actuar como un puente entre el mensaje y el lector, el diseño editorial no solo transmite información, también construye identidad, genera emociones y fortalece el vínculo con la audiencia. Tanto en medios impresos como digitales, su valor radica en su capacidad para traducir ideas en formatos visuales eficaces, reforzando el poder comunicativo del contenido a través de un lenguaje visual bien estructurado (Frascara, 2000).

Discapacidad visual

Durante mucho tiempo, la discapacidad se entendió únicamente como un problema individual, algo que debía corregirse o tratarse desde la medicina, sin embargo, distintas voces han cuestionado esta mirada y han abierto nuevas formas de comprenderla, más cercanas a la experiencia real de las personas y por eso, actualmente, se reconoce que la discapacidad no solo tiene que ver con el cuerpo, sino también con el entorno, la cultura y la manera en que percibimos el mundo. En este sentido, autores como Michael Oliver, Georgina Kleege y Rosemarie Garland-Thomson ofrecen perspectivas que invitan a repensar la discapacidad desde lo social, lo sensorial y lo crítico, mostrando que más que una limitación, puede entenderse como una forma diversa de habitar y experimentar la realidad.

Por ejemplo, Michael Oliver propone y desarrolla el modelo social de la discapacidad, que plantea que la discapacidad no reside en la persona, sino en las barreras físicas, sociales y actitudinales impuestas por la sociedad (Oliver, 1990). Oliver critica el enfoque tradicional médico-individual, que ve la discapacidad como una tragedia personal derivada de una deficiencia física o mental y en contraste, su modelo social sostiene que las personas con alguna

limitación corporal se vuelven "discapacidades" porque la sociedad no adapta sus estructuras, servicios ni actitudes a la diversidad humana (Oliver, 1990).

El autor argumenta que esta visión individualista refuerza políticas asistencialistas, dependientes del diagnóstico médico, y contribuye a la exclusión. Por el contrario, una teoría social de la discapacidad reconoce que las restricciones que enfrentan las personas surgen de decisiones sociales, culturales y económicas, como la inaccesibilidad arquitectónica, la discriminación o la falta de servicios adecuados (Oliver, 1990).

En cuanto a Georgina Kleege desafía la idea que la ceguera es simplemente una pérdida sensorial y propone, en cambio, una teoría sensorial y de percepción alternativa. Según Kleege, las personas con discapacidad visual no solo compensan la falta de visión, sino que desarrollan formas distintas de percepción, cognición y experiencia del mundo (Mintz, 2002).

En lugar de centrarse en la ceguera como un déficit, Kleege explora cómo su forma particular de ver, a través de la visión periférica y la lectura táctil en Braille, desestabiliza la supremacía cultural de la vista como fuente principal de conocimiento. Su modo de “ver de lado”, de observar lentamente y con el cuerpo entero, no representa una deficiencia, sino una forma válida y rica de conocer (Mintz, 2002).

Kleege reivindica el tacto, la escucha y la relación con el entorno como modos sensoriales legítimos y propone que la identidad y la subjetividad no dependen exclusivamente de la mirada, sino de interacciones corporales y relacionales. Así, la ceguera no se presenta como una carencia, sino como una forma alternativa de estar en el mundo, con su propio lenguaje, sensibilidad y profundidad (Mintz, 2002).

Este enfoque cuestiona las jerarquías sensoriales impuestas por la cultura visual dominante y propone un modelo inclusivo y diverso de percepción, donde lo táctil, lo lento, lo fragmentario y lo marginal son igualmente válidos (Mintz, 2002).

En contraste, Rosemarie Garland-Thomson propone una teoría crítica de la discapacidad en la que esta no es entendida como una condición médica o individual, sino como una categoría política, cultural y epistemológica (Garland-Thomson, 2005).

Desde esta perspectiva, la discapacidad visual, y otras formas de discapacidad, cuestionan la noción de normalidad impuesta por la sociedad moderna, que tiende a uniformar los cuerpos a través de prácticas como la medicina, la estética o la ingeniería genética. Garland-Thomson plantea que lo que consideramos discapacidad es el resultado de expectativas sociales sobre

cómo deben actuar, verse o moverse los cuerpos, más que una falta inherente (Garland-Thomson, 2005).

La autora señala que los cuerpos están en constante transformación y que todos, eventualmente, atravesamos experiencias de discapacidad, por lo que ésta debe entenderse como una parte esencial de la condición humana. Además, propone que la representación cultural tiene un rol central: cambiar las imágenes, narrativas y símbolos asociados a la discapacidad puede modificar la percepción social, ampliar los márgenes de lo aceptable y permitir una verdadera inclusión (Garland-Thomson, 2005).

Estado del arte

Hablar de accesibilidad editorial en el contexto de la discapacidad visual es adentrarse en una discusión actual, dinámica y en plena transformación. Lejos de considerarse un asunto resuelto, este campo continúa enfrentando retos urgentes en los planos tecnológico, pedagógico y social. A pesar de los avances legislativos, tecnológicos y académicos que reconocen el derecho de las personas con discapacidad visual a una educación inclusiva y de calidad, aún persisten barreras para el acceso a contenidos impresos (Aristizábal, 2019). Esta situación ha impulsado al diseño gráfico a replantear sus enfoques, generando productos y servicios accesibles para un público más amplio, incluyendo a personas con discapacidad visual y fomentando la creación de libros literarios diseñados para ser disfrutados tanto por personas videntes como por aquellas que no pueden ver (Grajeda, 2017; Escudero, Palmeros y Ávila, & Pérez-Castro, 2021).

Actualmente, las propuestas editoriales inclusivas han dado un giro significativo al alejarse de un enfoque centrado exclusivamente en el sistema braille, para adoptar modelos multisensoriales que integran el tacto, el oído e incluso el olfato. Esta tendencia reconoce que la percepción es una construcción multisensorial y que el aprendizaje debe ser accesible a través de diversos canales (Carmona, 2021). Tales recursos no solo permiten comprender el contenido, sino que estimulan la imaginación mediante formas simples, texturas suaves y relatos que promueven valores como la valentía y la empatía (Zelada, 2024).

En este sentido, materiales como libros ilustrados en relieve, figuras tridimensionales, macrotipos, texturas y grabaciones sonoras han dejado de ser considerados complementos para convertirse en componentes esenciales del diseño editorial inclusivo. Gracias a estos avances,

muchos libros infantiles adaptados permiten hoy que niños con y sin discapacidad compartan una misma experiencia narrativa, disfrutando del contenido en igualdad de condiciones (Alcodori, 2024).

El diseño inclusivo también ha evolucionado hacia un enfoque centrado en el usuario, el cual reconoce la diversidad funcional como parte intrínseca de la condición humana. Esto implica que el diseño no se limite a adaptar productos existentes, sino que cree materiales desde cero considerando las distintas necesidades y formas de interacción de los usuarios. De esta forma, se desarrollan productos útiles no solo para personas ciegas, sino para aquellas con baja visión, dificultades de aprendizaje o preferencias sensoriales diversas (Jaramillo, 2024).

En este sentido, un elemento clave de esta evolución ha sido el uso de materiales hápticos, que permiten “ver” a través del tacto, ofreciendo información sobre forma, dimensión y textura. Estos materiales abren la posibilidad de acceder a representaciones visuales como pinturas, permitiendo a las personas con discapacidad visual construir imágenes vívidas del mundo (Cortés, 2022). Además, deben ser concebidos no sólo como herramientas de acceso, también desde los métodos de su creación y aplicación (Cortés, 2021).

En el ámbito educativo, estos recursos han demostrado ser fundamentales para comprender conceptos abstractos en asignaturas como ciencias naturales, matemáticas o ciencias sociales. Desde fichas químicas adaptadas hasta modelos tridimensionales de ADN, los apoyos físicos fortalecen el aprendizaje sensorial, desarrollan la imaginación y estimulan la memoria espacial, especialmente en estudiantes sin experiencia visual previa (Sandoval, 2019; Carvajal, 2020). También se ha evidenciado la importancia de la tiflotecnología en el aprendizaje matemático, al igual que la creación de prototipos para enseñar operaciones básicas a niños ciegos (González, Villadiego, & Rodríguez, 2022; Michay, 2020).

A pesar de estos avances, en las aulas persisten vacíos significativos. La escasez de materiales didácticos accesibles, la limitada formación docente en tiflotecnología y la poca implementación del diseño universal para el aprendizaje son obstáculos que afectan directamente la inclusión efectiva. Muchas herramientas disponibles resultan insuficientes o inadecuadas para cubrir los contenidos exigidos por los programas educativos formales (Jaramillo, 2024). A esto se suma la falta de estrategias institucionales para desarrollar la comprensión lectora en estudiantes ciegos, lo que limita su acceso al contenido académico y a una formación crítica (Mosquera & Ceballos Lopera, 2023).

En respuesta, una tendencia creciente es la colaboración entre diseñadores, educadores, estudiantes y familias para crear materiales verdaderamente ajustados a las necesidades de los usuarios permiten un enfoque participativo enriquece el producto final y convierte la inclusión en una práctica cotidiana, más allá de los marcos normativos (Jaramillo, 2024).

La investigación y desarrollo de herramientas como mapas hápticos también han cobrado relevancia, al facilitar la accesibilidad, la movilidad y la independencia de las personas con discapacidad visual. Estas soluciones permiten manejar dimensiones espaciales y temporales mediante imágenes técnicas adaptadas que sirven como marcos de orientación e información (Silva & González Quiroz, 2019; Madrid-Carrillo, Velez-Montaña, & Hernández-Gegen, 2022).

Paralelamente, la tecnología continúa marcando el rumbo del diseño editorial inclusivo. Herramientas digitales como libros electrónicos con narración, sonidos ambientales y aplicaciones móviles con interfaces táctiles están ampliando las posibilidades de acceso al conocimiento. Sin embargo, estas tecnologías deben ser asequibles y adaptadas a los contextos educativos reales, especialmente en comunidades vulnerables (Carmona, 2021). En este campo emergente, la inteligencia artificial generativa de imágenes se perfila como un recurso educativo prometedor, al permitir a los estudiantes con discapacidad visual crear material gráfico, promoviendo así su autonomía y acceso a la información (Domenech, 2024).

Asimismo, se están explorando materiales complementarios para niños ciegos y con baja visión, que integran aspectos morfológicos para clasificar objetos, fomentar la interacción y estimular la creatividad (Calderón, 2024). En cuanto a la lectura, se observa un enfoque creciente hacia el uso de materiales en relieve, desde cuentos elaborados manualmente hasta técnicas modernas con luz ultravioleta e impresiones 3D, que buscan invitar a las personas con discapacidad visual a disfrutar las historias desde el tacto (Martínez, 2023).

Es crucial entender que la inclusión no se limita a dispositivos o herramientas, sino que requiere también de una sensibilidad cultural. Incluir la discapacidad visual en los contenidos editoriales implica visibilizar sus experiencias, lenguajes y maneras de entender el mundo. Así, el diseño se convierte en un medio para propiciar encuentros, generar empatía y construir una sociedad más justa y equitativa (Carmona, 2021).

En sí, el diseño editorial accesible es un campo en expansión con un enorme potencial transformador como es el caso del proyecto “Libro táctil para todos” de MaguaRed del Ministerio de las Culturas de Colombia (MaguaRED, 2026), estrategia enfocada en los adultos

para potenciar el uso de los contenidos y fomentar la cultura en la primera infancia. Las tendencias actuales apuntan hacia experiencias más sensoriales, colaborativas y tecnológicamente integradas. El verdadero reto reside en sistematizar estas innovaciones dentro de los sistemas educativos y culturales, garantizando que todas las personas, independientemente de sus capacidades visuales, puedan acceder, disfrutar y apropiarse del conocimiento.

Estado de la técnica

La accesibilidad editorial para personas con discapacidad visual ha avanzado significativamente gracias a la incorporación de diversas tecnologías y técnicas. Entre las principales, destacan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que incluyen lectores de pantalla, magnificadores y dispositivos Braille, facilitando el acceso a textos en formato digital (Peña & Fuenmayor, 2010). Además, la Inteligencia Artificial (IA) ha permitido el reconocimiento de imágenes y su conversión en descripciones textuales, mejorando la interacción de las personas ciegas con el contenido visual (Espejo & Guaña-Moya, 2024). Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten barreras significativas en áreas como la transcripción de gráficos complejos, los códigos matemáticos y el uso de imágenes en materiales científicos, donde la adaptación al formato táctil sigue siendo insuficiente. Las dificultades en estos campos subrayan la necesidad de un mayor enfoque en la creación de representaciones multimodales que sean comprensibles sin depender exclusivamente de la visión.

A pesar de ello, en los últimos años la innovación en accesibilidad editorial ha experimentado avances notables. El diseño editorial sensorial y multimodal ha ganado terreno, con la integración de tecnologías como los códigos QR y elementos hápticos en dispositivos de lectura, que permiten a las personas con discapacidad visual acceder a experiencias de lectura enriquecidas (Peix, 2023). La IA también ha avanzado en la generación automática de descripciones de imágenes, facilitando la creación de documentos accesibles desde las primeras etapas del diseño (Espejo & Guaña-Moya, 2024). Además, nuevas técnicas de impresión táctil han permitido la representación más detallada de gráficos e ilustraciones en relieve, lo que abre nuevas posibilidades en la creación de materiales educativos y libros de texto accesibles (Peix, 2023). Estas innovaciones están sentando las bases para una mayor inclusión en el acceso a la información, no solo a nivel digital sino también en el ámbito físico.

A pesar de los avances en la accesibilidad digital y táctil, aún existen áreas problemáticas no resueltas. Los materiales científicos, especialmente aquellos que incluyen gráficos complejos o códigos matemáticos, siguen siendo un desafío importante, ya que la transcripción a formatos accesibles no garantiza una comprensión adecuada del contenido (Silva, 2014). En el ámbito de los libros táctiles, la representación de imágenes y conceptos abstractos mediante texturas y relieves sigue siendo limitada, lo que dificulta la comprensión completa de temas visualmente complejos (Gallego & Mínguez, 2002). Además, la falta de estandarización en los formatos accesibles y la escasa adaptación de los materiales editoriales en áreas especializadas como la entomología limita el acceso a contenidos especializados por parte de personas con discapacidad visual (Acaso, 2006).

Para abordar estas dificultades, diversas invenciones y creaciones están en desarrollo. La implementación de tecnologías como el papel electrónico táctil (E-Paper Táctil) tiene el potencial de revolucionar la accesibilidad, permitiendo que el relieve y el Braille se adapten dinámicamente según las necesidades del usuario (Peix, 2023). Las tintas y recubrimientos sensoriales, que generan respuestas auditivas o de textura al ser tocados, también representan una solución innovadora, complementando el Braille y el macrotipo (Peix, 2023). Además, las plataformas de distribución accesible y las herramientas de autoría accesible integradas en software de diseño editorial podrían facilitar la creación de libros de texto y materiales educativos en formatos accesibles desde el principio, asegurando una mayor equidad en el acceso al conocimiento (Concha, 2021). La aplicación de IA para la descripción automática de imágenes también está transformando la creación de contenido accesible, permitiendo una integración más eficiente de descripciones textuales en materiales visuales (Espejo & Guaña-Moya, 2024).

El documento B1: Parámetros dimensionales del Braille (Comisión Braille Española y Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), 2024) de la ONCE, establece las medidas estándar que deben cumplir los caracteres Braille para garantizar su correcta lectura táctil en el contexto de España, los cuales pueden o no variar dependiendo las normas que establezcan las diferentes organizaciones en cada país.

Parte del principio de que el Braille es un sistema de lectoescritura háptico cuya eficacia depende directamente de las dimensiones físicas de sus puntos y celdas, ya que la lectura se realiza con la yema de los dedos, cuya superficie y capacidad sensorial son limitadas, y por ello,

cualquier alteración significativa en tamaño, separación o altura de los puntos puede afectar la legibilidad y comprensión del texto (tabla 1).

Tabla 1.

Comparación entre la celda Braille en el sistema Braille y la caja tipográfica en diseño editorial.

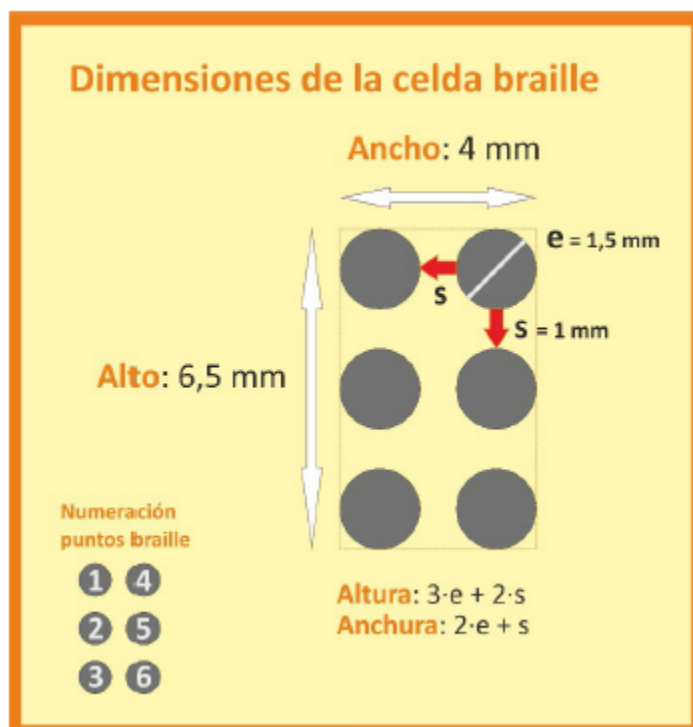
Celda Braille	Caja tipográfica
Es la unidad básica del sistema Braille. Está formada por 6 o 8 puntos en relieve (2 columnas x 3 o 4 filas respectivamente).	Es el espacio dentro de una página donde se organiza el texto.
Cada combinación representa letras, números o símbolos.	Define imágenes, columnas, interlineado y jerarquía visual.
Se lee con el tacto, no con la vista.	Se usa en libros, revistas, afiches, etc.
Es un sistema táctil de lectura y escritura para personas con discapacidad visual.	Es un concepto visual y de composición gráfica.

Nota. características de las unidades mínimas espaciales en el diseño editorial (para las personas videntes) y en el Sistema de lectoescritura Braille (para las personas con discapacidad visual), Tomado de: Možina, K., Majnarić, I., & Kovačević, D. (2020, p. 430-431).

El texto define siete parámetros dimensionales, de los cuales tres son determinantes para la legibilidad del Braille: la altura del punto en relieve, el tamaño de la celda braille y la distancia entre los centros de los puntos contiguos; así como las medidas estándar recomendadas (imagen 1): una distancia de 2,5 mm entre centros de puntos dentro de la celda, 6 mm entre celdas en la misma línea y 10 mm entre líneas; un diámetro del punto de 1,5 mm; una altura en relieve entre 0,2 y 0,5 mm; y un tamaño de celda de 6,5 mm de alto por 4 mm de ancho. Estas dimensiones representan un equilibrio entre la fisiología del tacto humano y la experiencia acumulada en la producción histórica del Braille (Comisión Braille Española y Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), 2024) (imagen 1).

Imagen 1.

Parámetros dimensionales para la legibilidad de la celda Braille.



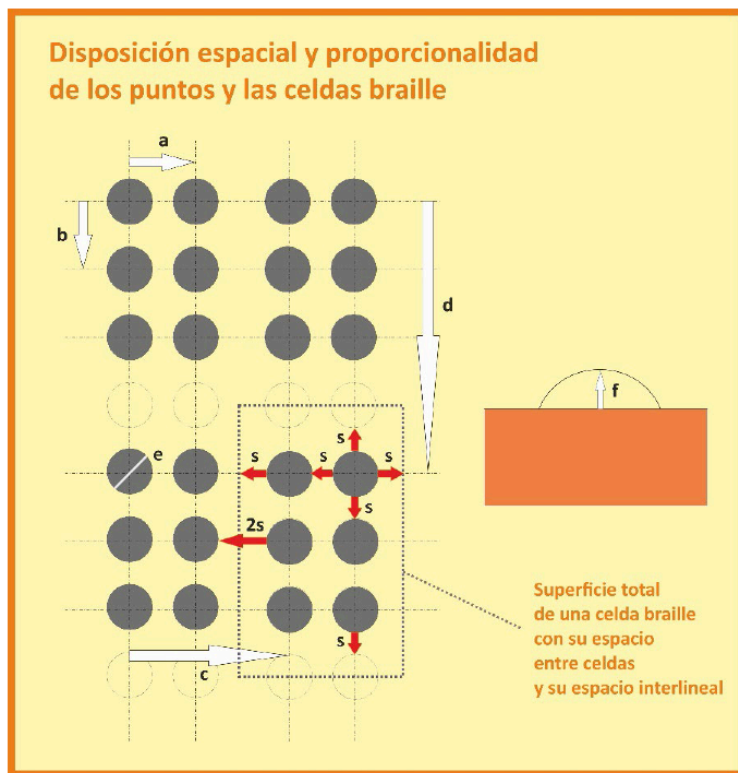
Nota. Características de la celda Braille en cuanto a las distancias que rigen la ubicación de los puntos dentro de la celda Braille y su relación con los puntos adyacentes. Comisión Braille Española y Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). (2024). Documento técnico B1: Parámetros dimensionales del Braille. Servicio Bibliográfico de la ONCE. Madrid. 19 p.

Por otro lado, también se aborda la celda de ocho puntos, utilizada principalmente en contextos científicos (y/o computacionales) y aunque mantiene el mismo ancho que la celda de seis puntos, su altura aumenta hasta 9 mm, lo que dificulta su uso en textos extensos debido a la ralentización de la lectura táctil y, por ello, su empleo se restringe a usos específicos en las áreas arriba mencionadas.

Si bien se proponen valores estándar, se reconocen márgenes de variación aceptables siempre que no se comprometa la legibilidad, por ejemplo, la altura de la celda puede oscilar entre 6 y 7 mm y el ancho puede llegar hasta 4,5 mm, manteniendo la proporcionalidad entre todos los elementos. No se recomienda mezclar distintos tamaños en un mismo texto ni combinar dimensiones extremas que deformen la estructura de la celda (imagen 2).

Imagen 2.

Disposición espacial y proporcionalidad de las celdas Braille.



Nota. Distancias que rigen la ubicación de los puntos dentro de la celda Braille y su relación con los puntos adyacentes, tanto a nivel de espaciado entre celdas contiguas, así como de espacio entre líneas. Comisión Braille Española y Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). (2024). Documento técnico B1: Parámetros dimensionales del Braille. Servicio Bibliográfico de la ONCE. Madrid. 19 p.

El documento señala que las dimensiones pueden requerir ajustes según el material de impresión, la extensión del texto o las limitaciones de espacio. Diferentes soportes como papel, plástico, vidrio, metal o impresión 3D pueden modificar ligeramente el resultado final del relieve, por lo que se aconseja realizar pruebas previas. En textos muy cortos pueden admitirse dimensiones mínimas, pero en textos largos esto generaría fatiga y dificultaría la lectura.

En resumen, la accesibilidad editorial para personas con discapacidad visual ha logrado importantes avances gracias a la implementación de tecnologías innovadoras, como la IA, el

diseño sensorial multimodal y la impresión táctil. No obstante, aún persisten desafíos significativos, especialmente en la adaptación de materiales científicos y la representación precisa de conceptos abstractos. La creación de libros de texto táctiles más detallados y la estandarización de formatos accesibles son áreas clave que requieren mayor atención. En este sentido, el presente proyecto se enfocará en profundizar en la mejora de la representación táctil de conceptos e ilustraciones científicas, particularmente en el campo de la entomología, garantizando que la información especializada sea accesible de manera equitativa para personas con discapacidad visual.

Metodología

La investigación cualitativa constituye una estrategia metodológica orientada a comprender fenómenos sociales, culturales y subjetivos desde la perspectiva de los actores involucrados y en sus contextos naturales. Su lógica se sustenta en el enfoque inductivo e interpretativo, donde el investigador asume un rol activo como principal instrumento de recolección e interpretación de datos (Casilimas, 2002; Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Para (Kothari, 2004), este tipo de investigación implica una evaluación subjetiva de actitudes y comportamientos, sustentada en impresiones y experiencias individuales. Desde esta mirada, el análisis cualitativo no se somete a procesos estadísticos rigurosos, sino que privilegia el entendimiento profundo del fenómeno.

De manera complementaria, (Casilimas, 2002) sostiene que la investigación cualitativa es un proceso multicíclico, flexible y abierto, que se desarrolla a través de momentos iterativos de formulación, diseño, gestión y cierre. Este carácter dinámico también es enfatizado por (Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), quienes destacan que los diseños cualitativos son emergentes y pueden modificarse durante el curso del estudio. Para Rojas-Gutiérrez (2022), esta apertura metodológica permite que el conocimiento se construya desde la experiencia de los sujetos, promoviendo una comprensión dialógica de la realidad.

En definitiva, la investigación cualitativa es una vía rigurosa, sensible y ética para el conocimiento, que reconoce la complejidad de lo social y la subjetividad de los actores. Lejos de ser una alternativa débil frente a la cuantitativa, representa una forma distinta de abordar los fenómenos humanos, guiada por el compromiso con el sentido, la transformación social y el

respeto por la diversidad epistemológica (Casilimas, 2002; Kothari, 2004; Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014; Tracy, 2021; Rojas-Gutiérrez, 2022).

Ruta metodológica

La presente investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, ya que se orientó a comprender de manera profunda las condiciones de accesibilidad editorial implicadas en la elaboración de una propuesta de diagramación para una cartilla táctil sobre algunos grupos de artrópodos, dirigida a público general con o sin discapacidad visual de Medellín. Este enfoque permitió abordar el fenómeno desde sus dimensiones técnicas, comunicativas, sensoriales e inclusivas, atendiendo tanto al proceso de diseño como a las características del producto editorial resultante.

El estudio asumió un rol inductivo y, en correspondencia con ello, se apoyó en el método inductivo, entendido como un proceso de razonamiento que parte de la observación de hechos particulares para construir orientaciones más generales (Urzola, 2020). En este caso, el análisis de documentos, referentes de diseño accesible, materiales táctiles y pruebas de producción permitió identificar criterios aplicables a la formulación de la propuesta de diagramación.

Como estrategia metodológica, se empleó el estudio de caso, entendido como una investigación cualitativa intensiva de una unidad específica que busca comprender su contexto y particularidades sin necesidad de generalizar estadísticamente (Muñiz, 2010). En esta investigación, la unidad de análisis correspondió a la accesibilidad editorial en el conocimiento entomológico para público general con discapacidad visual de Medellín, mientras que la muestra estuvo constituida por la propuesta de diagramación de una cartilla háptica entomológica, asumida como objeto de análisis y desarrollo proyectual.

Las categorías de análisis que orientaron el proceso fueron accesibilidad, editorial, discapacidad visual e inclusión, ya que estas permitieron examinar la relación entre diseño gráfico, legibilidad táctil, comunicación científica y necesidades de los usuarios. Para la recolección de la información se utilizaron como instrumentos los documentos, la observación y la exploración de texturas, relieves y elementos en Braille. La revisión documental facilitó la identificación de antecedentes, fundamentos teóricos y criterios técnicos; la observación permitió

analizar referentes visuales y táctiles pertinentes; y la exploración de recursos materiales permitió valorar su utilidad en la representación háptica de la morfología de los artrópodos.

En cuanto a las técnicas de análisis de datos, se recurrió a la recopilación de datos y observaciones documentales, la comparación de materiales accesibles y las pruebas de modelado e impresión 3D. Estas técnicas hicieron posible reconocer las ventajas, limitaciones y posibilidades de distintos recursos gráficos, táctiles y materiales, con el fin de definir criterios de diagramación, relieve, textura y legibilidad Braille pertinentes para la cartilla. De esta manera, la metodología articuló la revisión teórica, la observación aplicada y la experimentación proyectual en función de una propuesta editorial accesible e inclusiva.

Resultados

Como parte de una iniciativa editorial de cartillas orientada a divulgar la biodiversidad a públicos diversos, este trabajo presenta la propuesta de diagramación y estructura editorial de una de ellas: Artrópodos. Esta publicación se integra a una serie más amplia que abarca diversos grupos biológicos, entre ellos mamíferos, anfibios, reptiles, peces, aves, cnidarios, moluscos, equinodermos, plantas, hongos y un conjunto de tres Phyla de gusanos: platelmintos, nemátodos y anélidos.

El diseño de cualquier pieza editorial exige considerar cuidadosamente aspectos de contenido, ilustración, algunos aspectos técnicos y línea gráfica y estructura editorial, con el propósito de iluminar a cualquier público, facilitar el acceso y la comprensión de temas científicos.

Contenido

En relación con el contenido de la cartilla, particularmente en lo referente al conocimiento de los artrópodos, fue necesario considerar el nivel de profundidad temática adecuado para un público en general. En este caso, la información debía presentarse de manera clara y simplificada, dado que a mayor complejidad conceptual mayor dificultad para su representación visual y con elementos accesibles. Esto se debe a que, por ejemplo, el sistema de

escritura Braille posee limitaciones técnicas que impiden trasladar de forma exacta la totalidad del contenido presente en los formatos impresos convencionales.

Entre dichas limitaciones se encuentra el tamaño estandarizado de la celda Braille, el cual debe corresponder a medidas específicas relacionadas con la sensibilidad de la yema de los dedos, asimismo, la distancia entre celdas y entre líneas debe mantenerse dentro de parámetros determinados para garantizar la correcta lectura táctil. Estas condiciones reducen significativamente la cantidad de texto que puede incluirse en una pieza editorial, ya que el espacio disponible resulta limitado y en consecuencia, los textos en Braille deben ser concisos y priorizar información esencial, lo que en muchos casos restringe la cantidad de contenido al que pueden acceder las personas ciegas. Así mismo, resulta contraproducente dirigirse al público general, sin conocimientos previos sobre biodiversidad, mediante productos o piezas editoriales excesivamente densas sobre el tema.

Bajo estas consideraciones, la cartilla abordó principalmente aspectos de la morfología de algunos artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos), así como aspectos relevantes de su ecología y comportamiento. Este enfoque se seleccionó debido a que la comprensión de estos organismos, especialmente para personas que no han tenido contacto previo con ellos, requieren descripciones detalladas que permitan construir una representación mental del organismo.

En este sentido, el contenido en Braille se orientó principalmente a la descripción de la forma general del cuerpo de los artrópodos, procurando que dicha información correspondiera de manera precisa con las ilustraciones en relieve incluidas en la cartilla. Esta relación entre texto e imagen táctil resulta fundamental para facilitar la comprensión de las características morfológicas de los organismos.

Adicionalmente, se consideró la integración de estímulos sensoriales complementarios, particularmente el auditivo, con el fin de ampliar la información disponible para los usuarios. El recurso del audio permite profundizar en aspectos como la descripción morfológica, mientras que el contenido en Braille puede centrarse en información complementaria, introductoria o la explicación de procesos ecológicos. En la cartilla, este recurso se implementó mediante la inclusión de códigos QR impresos, enmarcados en relieve e identificados en Braille, lo que permite a la persona ciega localizarlos táctilmente, reconocer su función y escanearlos con un dispositivo móvil para acceder al contenido sonoro correspondiente.

Por otra parte, en el caso de las personas con baja visión, se tuvieron en cuenta criterios específicos de diseño editorial orientados a facilitar la legibilidad. Las personas con baja visión no pueden corregir completamente su condición mediante gafas u otros métodos ópticos; sin embargo, suelen conservar la capacidad de percibir formas, colores y tipografías. Por esta razón, se utilizaron tipografías con un tamaño mínimo de 26 puntos, evitando estilos excesivamente ornamentados y priorizando aquellas de trazos claros y definidos. Asimismo, se implementaron contrastes cromáticos altos entre texto y fondo, preferiblemente negro sobre blanco o blanco sobre negro, con el fin de mejorar la percepción visual.

En cuanto al uso del color en las ilustraciones y elementos gráficos, se privilegiaron tonalidades vibrantes o combinaciones altamente contrastantes que permitieran distinguir con claridad las diferentes formas. El contraste entre blanco y negro se empleó como recurso principal para facilitar la diferenciación de elementos y mejorar la accesibilidad visual dentro de la cartilla.

Ilustración

Para la enseñanza de los artrópodos a personas ciegas y con baja visión, resulta fundamental integrar el texto con ilustraciones. No obstante, al igual que ocurre con los contenidos escritos, las ilustraciones dirigidas a esta población no pueden elaborarse bajo los mismos criterios utilizados para personas videntes. Para que una imagen sea comprensible mediante la exploración táctil, su construcción debe ser clara, estructurada y simplificada, especialmente cuando el objeto representado no es conocido previamente por el usuario.

En la mayoría de los casos, las personas ciegas poseen escasos referentes sensoriales sobre los artrópodos debido a su pequeño tamaño y a ciertos comportamientos que dificultan el contacto directo y por eso la interacción con estos organismos suele ser limitada, a diferencia de lo que ocurre con animales domésticos como perros o gatos. Como consecuencia, muchas personas ciegas y de baja visión no cuentan con experiencias previas que les permitan construir una representación mental de estos organismos.

Ante esta situación, las ilustraciones de la cartilla se orientaron principalmente a representar la forma general del cuerpo de los artrópodos. En particular, se priorizó la comprensión de su morfología básica, destacando los principales segmentos corporales

característicos de cada grupo. En el caso de los insectos se representaron cabeza, tórax, abdomen, antenas y patas; en los arácnidos, cefalotórax, abdomen y patas; y en los miriápodos, segmentos corporales repetidos, patas por segmento y antenas.

Es importante señalar que, aunque los artrópodos poseen tamaños relativamente pequeños en comparación con los seres humanos y otros organismos, presentan una gran diversidad y complejidad morfológica. Sus estructuras corporales suelen incluir numerosos detalles anatómicos que, desde el punto de vista ilustrativo, implican representaciones altamente complejas. Sin embargo, para un primer acercamiento al conocimiento de estos organismos por parte de personas ciegas, resulta suficiente trabajar con formas simples que transmitan una idea general de la estructura corporal.

Para la elaboración de las ilustraciones hápticas se recomienda el uso de contornos o líneas en relieve con un grosor alto que definan las formas básicas de los artrópodos, complementadas con el uso de texturas diferenciadas. Estas pueden incluir patrones de puntos de distintos tamaños y separaciones, líneas verticales, horizontales o diagonales, superficies corrugadas, irregulares o porosas. Asimismo, es recomendable emplear variaciones en la altura de los relieves, tanto en contornos como en rellenos, con el fin de indicar cambios entre diferentes regiones corporales del animal. Este recurso facilita que la persona ciega y/o de baja visión pueda identificar y diferenciar las partes que componen el cuerpo del artrópodo durante la exploración táctil.

De igual forma, se recomienda que los relieves presenten formas definidas e independientes, evitando la superposición o entrelazamiento de elementos. Cuando las áreas táctiles se intersectan o se confunden entre sí, pueden generar dificultades en la interpretación de la imagen por parte del lector. También se recomienda que todas las ilustraciones tengan el mismo punto de vista o perspectiva ya que habitúa a la persona ciega en el modo de lectura de las ilustraciones.

En este contexto, resulta fundamental que, antes de explorar las ilustraciones, la persona ciega reciba una explicación sobre las distintas texturas y elementos táctiles que encontrará en las imágenes. Esta información puede presentarse mediante convenciones o claves interpretativas que indiquen el significado de cada textura utilizada. Dichas convenciones pueden explicarse en Braille al inicio de la cartilla o a través de las audiodescripciones mencionadas previamente.

En consecuencia, todas las ilustraciones hápticas incluidas en la cartilla deben construirse a partir de un mismo sistema semántico de texturas, altura de relieves y perspectivas con el fin de mantener coherencia en la interpretación táctil y evitar confusiones. En aquellos casos en los que se incorpore una textura o elemento táctil particular en una ilustración específica, este debe ser descrito explícitamente dentro de las convenciones correspondientes.

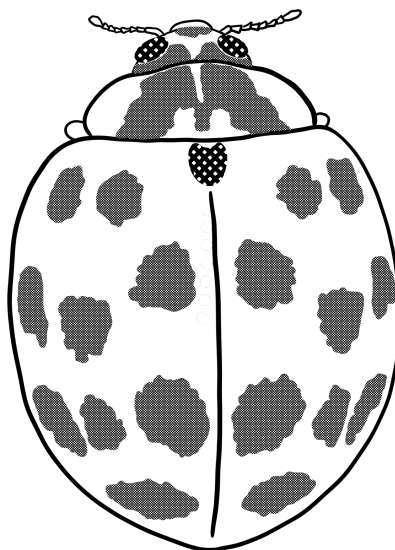
La elaboración de ilustraciones hápticas implica un proceso técnico que comprende varias etapas de diseño y producción, en las cuales se emplean diferentes programas especializados. Cada etapa genera archivos en formatos específicos que permiten avanzar progresivamente hacia la producción final de las imágenes en relieve. Estas etapas son:

Ilustración esquemática: En esta etapa se realizó la ilustración del animal en blanco y negro mediante el uso de líneas o contornos que delimitan la forma general del organismo. En este proceso, el uso de texturas resultó fundamental, ya que permite diferenciar táctilmente distintos elementos morfológicos, como ojos, manchas o segmentos corporales (imagen 3).

La elaboración de estas ilustraciones se llevó a cabo utilizando los programas Adobe Photoshop, Sketchbook o Adobe Illustrator, según los requerimientos de cada diseño. Los archivos generados en esta fase se almacenaron en formatos editables (.psd) o (.ai), lo que permitió su posterior ajuste y adaptación en las etapas siguientes del proceso de producción de las ilustraciones hápticas.

Imagen 3.

Ilustración esquemática de la mariquita o vaquita (Harmonia axyridi).



Nota. La ilustración esquemática de la mariquita o vaquita se representa con texturas en alto y bajo relieve, software utilizado Adobe Photoshop 2020 - Windows 10 y Sketchbook® 6.2.7 - iOS. Elaboración propia.

Vectorizado

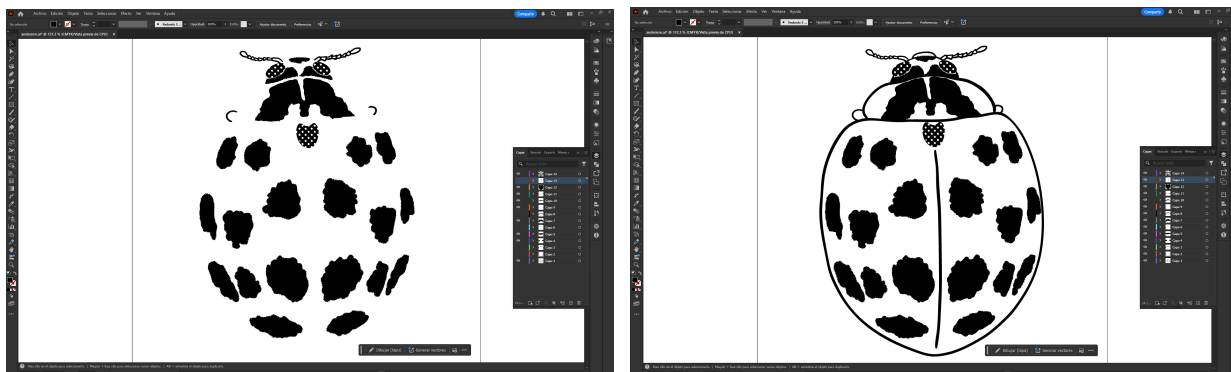
Una vez elaborada la ilustración inicial, se procedió al proceso de vectorización, dependiendo de la herramienta utilizada en la etapa anterior. Cuando el dibujo fue realizado en programas de ilustración como Adobe Photoshop, Procreate o SketchBook, el archivo fue exportado en Adobe Illustrator con el fin de convertir la imagen en vectores o curvas editables. Cabe destacar que la ilustración debe estar elaborada por capas, las cuales pueden depender de las zonas o estructuras que se deseen diferenciar.

Durante esta etapa se incorporaron las texturas, patrones o tramas en aquellas estructuras o áreas que requerían ser diferenciadas dentro de la ilustración. Este proceso permitió definir con mayor precisión los contornos, las áreas de relleno y los elementos táctiles que posteriormente serían utilizados en la construcción de la ilustración háptica.

Como resultado de este procedimiento se generaron archivos vectoriales en formatos (.ai) o (.svg), los cuales permiten una mayor flexibilidad de edición, escalabilidad y compatibilidad con las etapas posteriores del proceso de producción (imagen 4).

Imagen 4.

Proceso de vectorizado de las ilustraciones para impresión 3D.



Nota. Paso de una imagen píxeles a vectores. Elaboración propia.

Modelado 3D

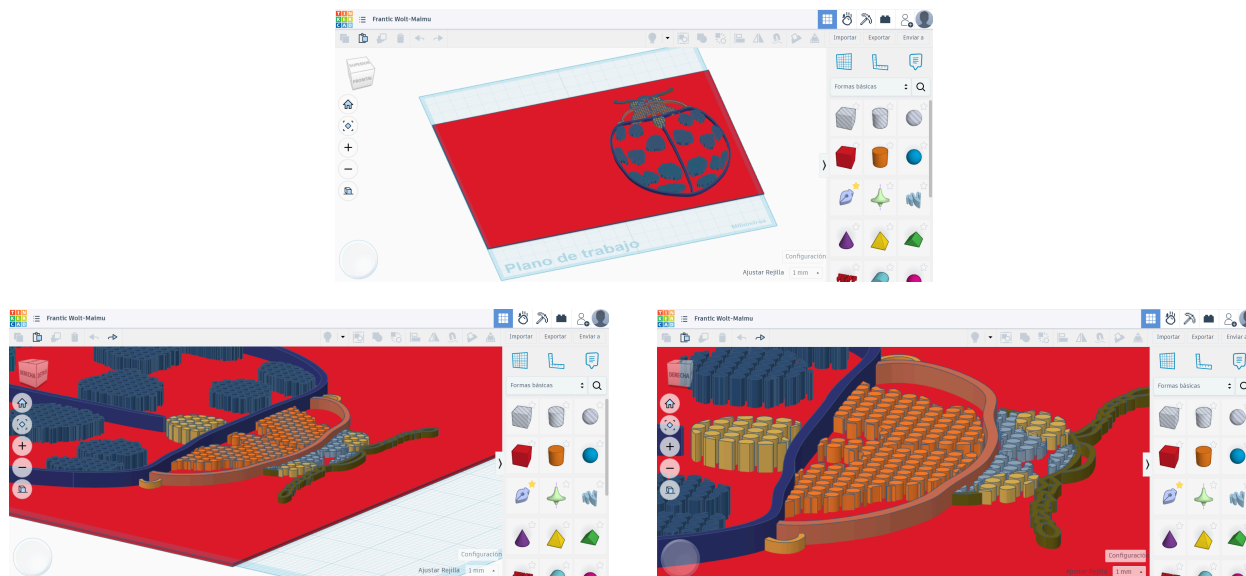
La ilustración previamente vectorizada en formato .svg se importó en un aplicativo de modelado tridimensional en línea Autodesk *Thinkercad*, donde se procedió a construir los volúmenes a partir de las formas definidas en el dibujo. En esta etapa se asignaron alturas diferenciadas a los contornos, rellenos y texturas con el propósito de generar variaciones de relieve que permitieran distinguir táctilmente las distintas estructuras del cuerpo del animal.

Este proceso implicó transformar los elementos bidimensionales de la ilustración en superficies extruidas con volumen, de manera que cada área o estructura corporal presentara una jerarquía táctil de diferentes alturas en la superficie claramente identificable durante la exploración háptica. De esta forma, los cambios de altura en el relieve corresponden a cambios en las regiones morfológicas representadas.

Como resultado de esta fase se generó un archivo en formato (.stl), el cual constituye el estándar utilizado para la fabricación o prototipado de modelos tridimensionales y permite avanzar hacia las etapas posteriores de producción de las ilustraciones en relieve (imagen 5).

Imagen 5.

Proceso de modelado de las ilustraciones para impresión 3D.



Nota. Luego de exportar de Adobe Illustrator como archivo .SVG se importa con el aplicativo de Tinkercad y se extruye según las alturas determinadas. Elaboración propia.

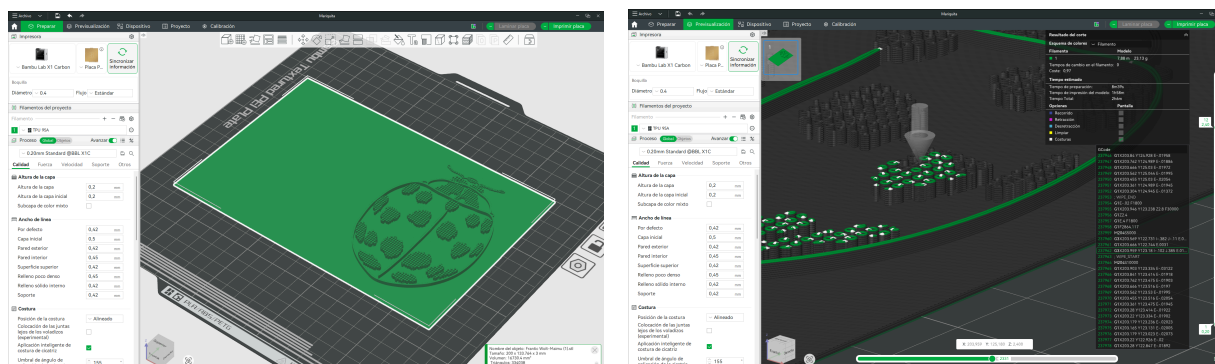
Laminado para impresión 3D

Posteriormente, el archivo (.stl) se procesó mediante software de preparación para impresión tridimensional, como Cura Slicer o Bambulab Studio, con el fin de realizar el proceso de laminado del modelo. Esta etapa permite convertir el objeto tridimensional en una serie de capas que pueden ser interpretadas por la impresora 3D.

Durante el proceso de laminado se parametrizó el modelo según distintos criterios técnicos, tales como el tipo de relleno, las características de la superficie y el material de impresión. Estos ajustes determinan la forma en que la impresora 3D construirá el objeto capa por capa, optimizando tanto la calidad del relieve como la resistencia y estabilidad de la pieza final (imagen 6).

Imagen 6.

Proceso de laminado para impresión 3D.



Nota. Luego de exportar de Tinkercad como archivo .STL se importa con el Software de la impresora Bambu Lab - Software Bambu Studio y se ajusta a la cama de la impresión, se verifican sus parámetros, material (TPU) y se procede a laminar, este proceso permite conocer el tiempo aproximado y material utilizado en gramos. Elaboración propia.

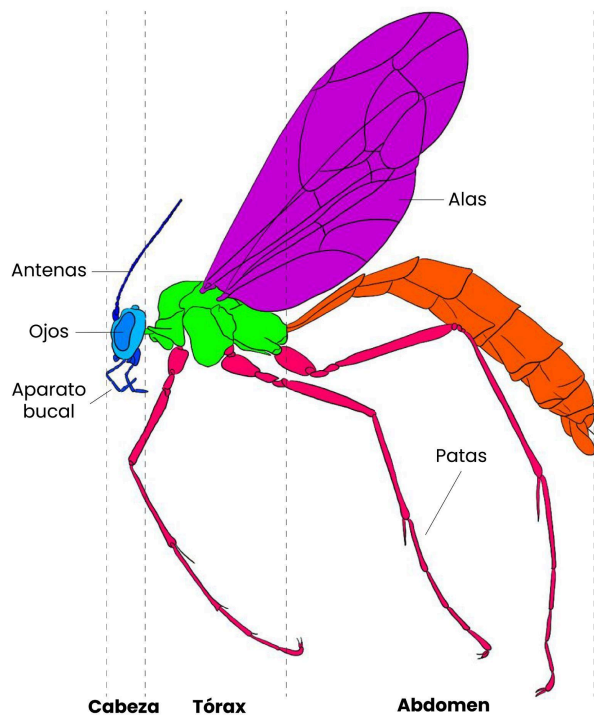
Modelo 3D físico

Una persona con discapacidad visual al explorar la impresión 3D, se encuentra una pieza que representa de forma clara la morfología básica de un artrópodo, cada modelo se ajusta a la organización segmentada característica de cada grupo biológico:

Insectos: el cuerpo se divide en tres segmentos bien definidos: cabeza, tórax y abdomen. Se destacan estructuras fácilmente reconocibles como las antenas (segmentadas y variables según el grupo taxonómico), los ojos y tres pares de patas también segmentadas, cuya forma depende de su función. En algunos casos se incluyen manchas y alas, como en las mariposas, dado que ocupan una parte importante del cuerpo. Son terrestres (imagen 7).

Imagen 7.

Ilustración esquemática de un insecto.

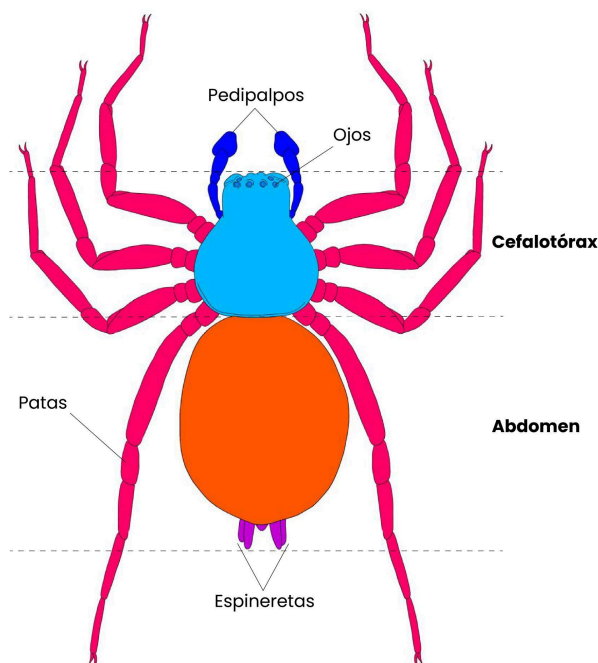


Nota. Esquema de la morfología general de un insecto mostrando las partes principales en las que se divide su cuerpo para lo cual se usaron distintos colores y diferenciarlas visualmente. Elaboración propia basada en: Wolff, M. 2006. Insectos de Colombia. Guía básica de familias. Laboratorio de Colecciones Entomológicas, Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares (GIEM). Universidad de Antioquia. Multimpresos Ltda. Medellín. 460 p.

Arácnidos: presentan dos segmentos corporales: cefalotórax y abdomen. Tienen cuatro pares de patas segmentadas, cuyo tamaño y forma varían según el grupo. Carecen de alas y antenas, pero pueden mostrar coloraciones llamativas. En ciertos casos se representan estructuras distintivas como la cola, los pedipalpos (pinzas) o espineretas, por ejemplo en los escorpiones. Son terrestres (Imagen 8).

Imagen 8.

Ilustración esquemática de un arácnido.

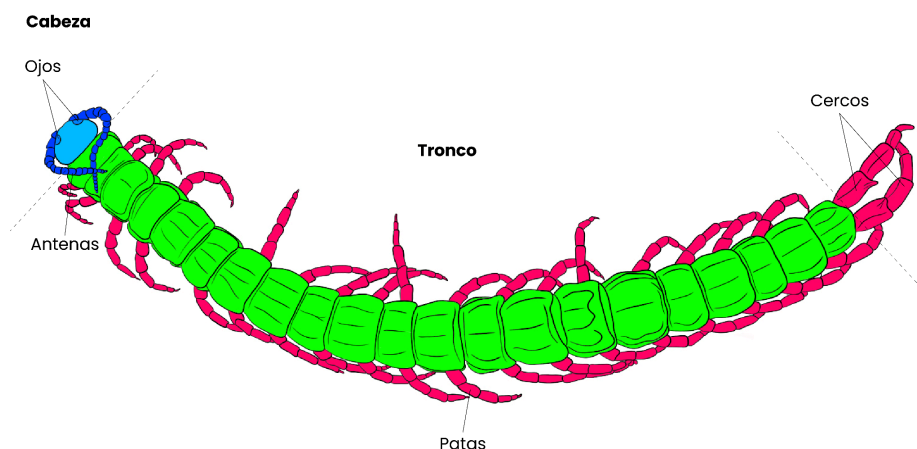


Nota. Esquema de la morfología general de un arácnido mostrando las partes principales en las que se divide su cuerpo para lo cual se usaron distintos colores y diferenciarlas visualmente. Elaboración propia basada en: Blanco, E. y Salas, G. 2007. Arácnidos. Guía de campo. Una introducción al estudio de las arañas, escorpiones, garrapatas y otros bichos. Proyecto para la divulgación del conocimiento científico. Especies de Colombia. 130 p.

Miriápodos: su cuerpo está formado por numerosos segmentos, cada uno con uno o dos pares de patas, lo que permite diferenciar dos grandes grupos: ciempiés y milpiés. Generalmente son alargados, con antenas segmentadas que pueden ser cortas o largas. Suelen presentar coloración uniforme, más que patrones en manchas. Son terrestres (imagen 9).

Imagen 9.

Ilustración esquemática de un miriápodo.



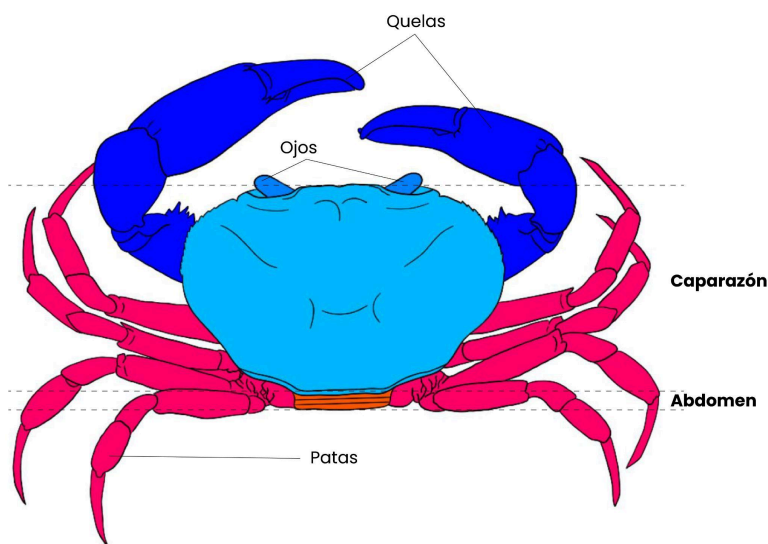
Nota. Esquema de la morfología general de un miriápodo mostrando las partes principales en las que se divide su cuerpo para lo cual se usaron distintos colores y diferenciarlas visualmente.

Elaboración propia basada en: Moreno, Ana & Outerelo, Raimundo & Ruiz, Eduardo & Aguirre, José & Almodóvar, Ana & Alonso, Javier & Benito, Jesus & Arillo, Antonio & Cano, Jorge. (2011). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de los Artrópodos Quelicerados y Miriápodos.

Crustáceos: el cuerpo se organiza en cefalotórax y abdomen. Poseen cinco pares de patas segmentadas, algunas adaptadas para caminar, nadar o capturar alimento. Presentan antenas de longitud variable según el grupo. En especies como los cangrejos, un par de patas se modifica en tenazas, fundamentales para su identificación. Son acuáticos o semiacuáticos (de agua dulce o salada) (Imagen 10).

Imagen 10.

Ilustración esquemática de un crustáceo.



Nota. Esquema de la morfología general de un crustáceo mostrando las partes principales en las que se divide su cuerpo para lo cual se usaron distintos colores y diferenciarlas visualmente.

Elaboración propia basada en: Campos, M. 2014. Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. 691 p.

Cabe señalar que los modelos no reproducen todos los detalles morfológicos, ya que estos son complejos y difíciles de replicar con exactitud. En su lugar, se prioriza la simplicidad para facilitar la comprensión táctil, especialmente en personas que no han tenido experiencia previa visual o táctil con estos animales.

Aspectos técnicos de las cartillas

Braille sólido

Se empleó una técnica de impresión digital UV que permite generar puntos de relieve incoloros mediante la aplicación controlada de microgotas de barniz UVI de alto espesor o resina acrílica transparente sobre la superficie del material. Este procedimiento constituye una

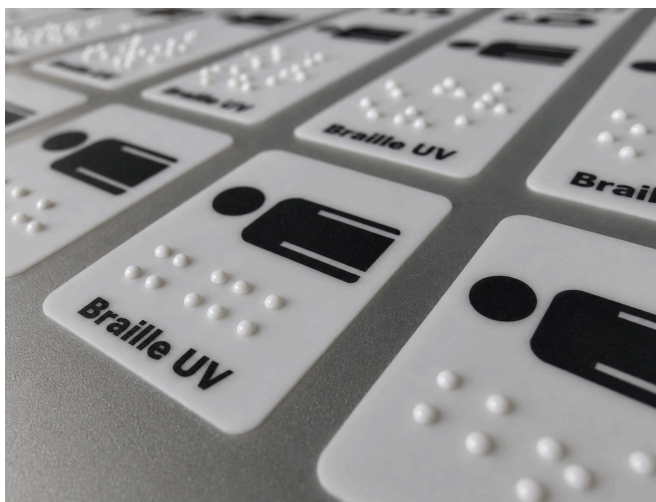
alternativa eficiente al Braille tradicional en repujado, ya que ofrece una solución rápida, económica, resistente, con mayor durabilidad en el tiempo y sin obstruir el diseño gráfico base.

Este tipo de impresión es ampliamente utilizado en aplicaciones como etiquetado, empaques y documentos accesibles, debido a la precisión con la que pueden generarse los relieves y a su resistencia al uso continuo. En el caso de la cartilla, se recomienda la implementación de esta técnica porque permite aplicar el Braille directamente sobre superficies previamente impresas.

De esta manera, es posible integrar en una misma página tanto la información visual destinada a personas videntes como el contenido en Braille dirigido a personas ciegas, favoreciendo así el diseño de materiales editoriales inclusivos y accesibles (imagen 11).

Imagen 11.

Impresión de Braille sólido con técnica de impresión UV sobre rígido.



Nota. La imagen ilustra cómo la información visual es visible y la información Braille es apta para el tacto con procesos de impresión que resaltan las celdas Braille. Imagen generada por ChatGPT (OpenAI, 2026) con el prompt: “Crear una imagen de piezas de señalética sobre una superficie rígida metálica, con impresión UV y braille sólido en relieve a dos tintas B/N. Incluir el texto negro ‘Braille UV’ como elemento principal.”

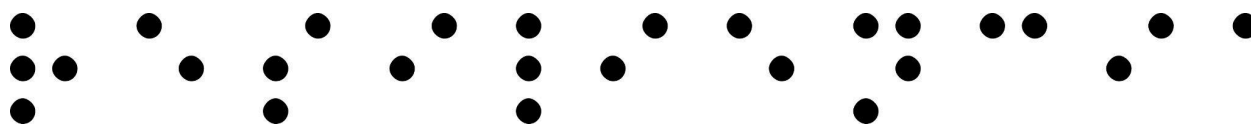
Tipografía en Braille

Se utilizó una tipografía basada en el sistema de puntos del Braille, el cual emplea celdas compuestas por seis u ocho puntos en relieve para representar letras, números y diversos símbolos. Este sistema permite la visualización, transcripción e impresión de caracteres destinados a la lectura y escritura táctil por parte de personas con discapacidad visual.

Para el desarrollo de la cartilla, esta fuente resulta fundamental en la adaptación del contenido escrito originalmente para personas videntes. Los textos fueron transcritos al sistema Braille, impresos en formato de Braille repujado, sometidos a un proceso de validación por parte de una persona ciega, con el fin de verificar la correcta legibilidad y comprensión del contenido y, finalmente, impresos en Braille sólido transparente en las páginas finales destinadas para la cartilla (imagen 12).

Imagen 12.

Tipografía Braille.



Nota. Visual de la tipografía usada en la cartilla (Braille regular). Elaboración propia.

Papel

Se recomienda elaborar la cartilla sobre un papel de gramaje alto que permita soportar tanto la impresión en tinta como la incorporación de elementos en Braille (mediante regleta y punzón o mediante la aplicación de Braille sólido). Para las páginas interiores se sugiere el uso de papeles con un gramaje aproximado entre 120 y 140 g (opalina preferiblemente), que ofrecen un equilibrio adecuado entre resistencia y manejabilidad.

Dentro de las opciones disponibles, la opalina constituye una alternativa accesible y de buena calidad para este tipo de aplicaciones, ya que proporciona una superficie adecuada para la impresión y la lectura táctil sin deformarse fácilmente durante el uso. En el caso de la portada, se recomienda emplear un papel o cartulina de mayor grosor con el fin de proporcionar mayor

protección y durabilidad al material, así como mantener la integridad estructural de la cartilla durante su manipulación.

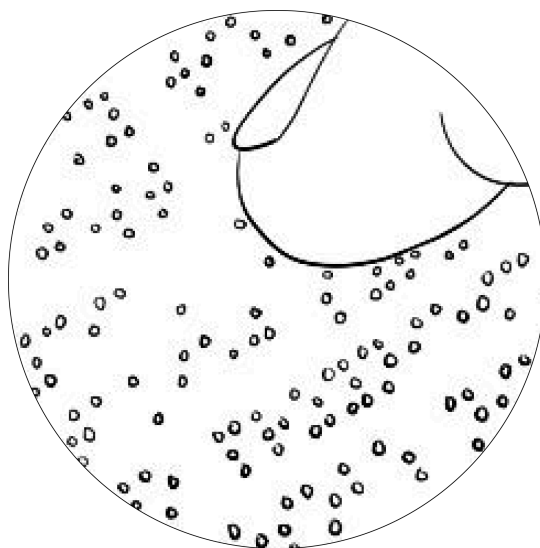
Relieves

Como se ha mencionado previamente, tanto los contornos como los rellenos de las ilustraciones deben elaborarse mediante relieves que permitan su exploración táctil. Estos relieves pueden integrarse con diferentes texturas que faciliten la diferenciación de las estructuras representadas y que, en este caso, fueron impresos sobre un material plástico transparente.

Uno de los aspectos más relevantes de este recurso es que las láminas impresas presentan un grosor reducido, pero suficiente para ser percibido claramente al tacto. Esta característica permite que los relieves sean identificables durante la exploración háptica sin generar un volumen excesivo en las páginas y en consecuencia, posibilita incorporar ilustraciones táctiles funcionales sin que la cartilla adquiriera un grosor excesivo o una apariencia abultada, lo que contribuye a mantener la manejabilidad y la estructura editorial del material didáctico (imagen 13).

Imagen 13.

Deformación del papel en el Braille.



Nota. Visual del Braille sobre una superficie. Elaboración propia.

Materiales para la impresión 3D FDM

Este tipo de modelado e impresión corresponde a la tecnología conocida como Fused Filament Fabrication (FFF), también denominada Fused Deposition Modeling (FDM). Se trata de uno de los métodos de impresión 3D más ampliamente difundidos, debido a su accesibilidad y a su implementación en la mayoría de impresoras 3D de uso doméstico y para aficionados.

Las ilustraciones hápticas incluidas en la cartilla fueron elaboradas mediante este tipo de impresión, dado que constituye una técnica adecuada para la producción de modelos sencillos y prototipos de bajo costo. Además, permite fabricar piezas con relieves definidos que resultan apropiados para la exploración táctil requerida en este tipo de materiales didácticos.

No obstante, las impresoras FDM de gama más avanzada permiten trabajar con una variedad más amplia de materiales especializados, los cuales pueden ofrecer propiedades adicionales como resistencia al calor, mayor tolerancia a impactos, resistencia química o mayor rigidez estructural. Estas características amplían las posibilidades de uso de la impresión 3D en distintos contextos de producción (tabla 2).

Tabla 2.

Materiales utilizados en la impresión 3D con tecnología FDM.

Material	Características	Aplicaciones
ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno)	- Tenaz y duradero. - Resistente a impactos y al calor. - Necesita una plataforma caliente para imprimirse. - Necesita ventilación.	Prototipos funcionales
PLA (Ácido poliláctico)	- Los materiales de modelado más fáciles de imprimir. - Rígidos, fuertes pero frágiles. - Menos resistentes al calor y a los productos químicos. - Biodegradables - Inodoros	Modelos conceptuales Prototipos estéticos
PETG (Tereftalato de polietileno glicolizado)	- Compatible con temperaturas de impresión más bajas para una producción más rápida. - Resistente a la humedad y a los productos químicos. - Alta transparencia. - Puede ser apto para la alimentación.	Aplicaciones impermeables Componentes de fijación mediante presilla

Material	Características	Aplicaciones
Nylon	- Resistente, duradero y ligero. - Duro y parcialmente flexible. - Resistente al calor y a los impactos. - Muy difícil de imprimir con el FDM.	Prototipos funcionales Piezas resistentes al desgaste
TPU (Poliuretano termoplástico)	- Flexible y estirable. - Resistente a impactos. - Excelente amortiguación de vibraciones.	Prototipos flexibles
PVA (Alcohol polivinílico)	- Material de soporte soluble. - Se disuelve en el agua	Material para soportes
HIPS (Poliestireno de alto impacto)	- Material de soporte soluble que se usa a menudo con ABS. - Se disuelve con limoneno químico.	Material para soportes
Materiales compuestos (Fibras de carbono, kevlar, fibra de vidrio)	- Rígidos, fuertes o extremadamente resistentes. - Compatibilidad limitada a algunas impresoras 3D FDM industriales caras.	Prototipos funcionales Guías, fijaciones y herramientas
Barniz UVI de alto espesor o Resina acrílica transparente	Se aplica mediante impresión digital UV o serigrafía. Este método deposita gotas de barniz incoloro que se endurece, creando puntos táctiles duraderos, incoloros y resistentes sin obstruir el diseño gráfico base.	Braille sólido en empaques, cartas de restaurantes, libros, cartillas y etiquetas

Nota. Materiales más comunes utilizados en la impresión 3D mediante tecnología FDM que ayudan a crear elementos impresos para público invidente. **Tomado de:** formlabs. s.f. Guía de materiales de impresión 3D: Tipos, aplicaciones y propiedades.

<https://formlabs.com/es/blog/materiales-impresion-3d/> Fecha de consulta: 10 de marzo de 2026.

Grafix. 2022. Braille: impresión digital, envasado y etiquetado de productos.

<https://grafix.com.co/braille-impresion-digital-enzasado-y-etiquetado-de-productos/> Fecha de consulta: 07 de abril de 2026.

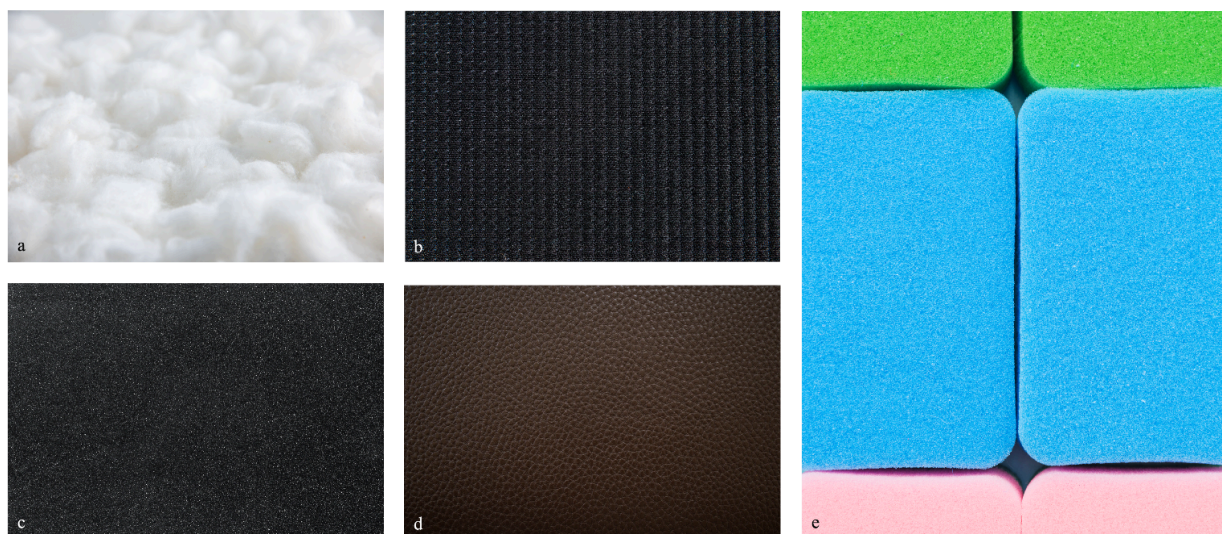
Materiales complementarios

Con el fin de enriquecer la experiencia sensorial propuesta por la cartilla, se consideró la incorporación de materiales adicionales que refuercen y complementen el mensaje educativo del contenido. La integración de distintos recursos táctiles permite ampliar las posibilidades de exploración y facilita la comprensión de la información por parte de personas ciegas y con baja visión.

En este sentido, se planteó el uso de materiales con diversas texturas que favorezcan la estimulación táctil y la diferenciación de superficies. Entre los materiales considerados se incluyen papel lija de distintos calibres, cuero, velcro, goma EVA y algodón, entre otros (imagen 14). Cada uno de estos elementos puede aportar características táctiles particulares que contribuyen a representar o reforzar determinadas ideas presentes en el contenido de la cartilla.

Imagen 14.

Texturas usadas en la serie editorial.



Nota. Diversos materiales con diferentes texturas para enriquecer la experiencia sensorial de las personas con discapacidad visual. **a.** Algodón, **b.** Velcro, **c.** Lija, **d.** Cuero, **e.** Goma Eva o Fomi. Imágenes tomadas de: <https://www.magnific.com/es/app> Fecha de consulta: 2 de mayo de 2025.

Asimismo, se contempló la incorporación de recursos constructivos que dinamizan la interacción con el material editorial y enriquecen la experiencia de exploración. Entre estos se incluyen mecanismos tridimensionales tipo pop-up, figuras elaboradas mediante técnicas de plegado como el origami, recortes de animales en distintos tipos de papel y superficies con Braille en relieve sólido. La implementación de estos elementos permite generar una interacción más activa con el material, promoviendo una experiencia de aprendizaje multisensorial.

Línea gráfica, diagramación y estructura editorial

La propuesta de línea gráfica se concibió como un sistema visual integral para una serie editorial de 12 cartillas dedicada a la divulgación de la biodiversidad, en la que cada una de ellas aborda un grupo biológico específico: artrópodos, mamíferos, anfibios, reptiles, peces, aves, cnidarios, moluscos, equinodermos, plantas, hongos y un grupo de tres Phyla² de gusanos (platelmintos, nemátodos y anélidos). Adicionalmente, se integró la propuesta de diagramación y estructura accesible para personas ciegas y se usó como ejemplo la cartilla sobre artrópodos.

Identidad visual

Concepto de diseño

El enfoque conceptual que orientó la propuesta es la “*Resiliencia versátil*”, entendida como la capacidad de la vida (incluyendo las personas con o sin discapacidad) para adaptarse, transformarse y perseverar en contextos diferentes, lo cual se traduce visualmente en un equilibrio entre unidad de la vida (coherencia visual entre cartillas) y diversidad biológica (variación en colores, formas y ritmos visuales) (imagen 15).

Imagen 15.

Concepto de diseño para la serie editorial.

Resiliencia Versátil

² Se refiere principalmente al plural de filo (una categoría taxonómica o de clasificación científica de los organismos).

Nota. Concepto que fundamentó el desarrollo de toda la identidad visual de la serie de cartillas.
Elaboración propia.

En este sentido, la línea gráfica se estructuró bajo el principio de “*Diversidad dentro de un sistema común*”, el cual busca que cada cartilla posea una identidad propia que refleje las particularidades del grupo biológico tratado, sin perder la coherencia visual que permite reconocerlas como parte de una misma serie editorial. Esto se logró mediante el uso del mismo código semántico como retículas, tipografías, composición y recursos gráficos; combinados con variaciones controladas en el uso del color y las formas.

Paleta cromática base

Se estableció una paleta base para la serie editorial compuesta por tonos verdes (asociados al concepto de biodiversidad y la vida), tonos violeta (asociados al concepto de discapacidad), grises oscuros y negro para garantizar legibilidad en textos; y blancos o beige que favorecen la limpieza visual (imagen 16).

Imagen 16.

Paleta de colores base de la serie de cartillas.



RGB 0 159 99 **CMYK** 81% 7% 76% 0% **HEX** 009F63



RGB 141 83 171 **CMYK** 56% 75% 0% 0% **HEX** 8D53AB



RGB 0 0 0 **CMYK** 91% 79% 62% 97% **HEX** 000000



RGB 255 255 255 **CMYK** 0% 0% 0% 0% **HEX** FFFFFFFF



RGB 255 255 227 **CMYK** 2% 0% 15% 0% **HEX** FFFFE3

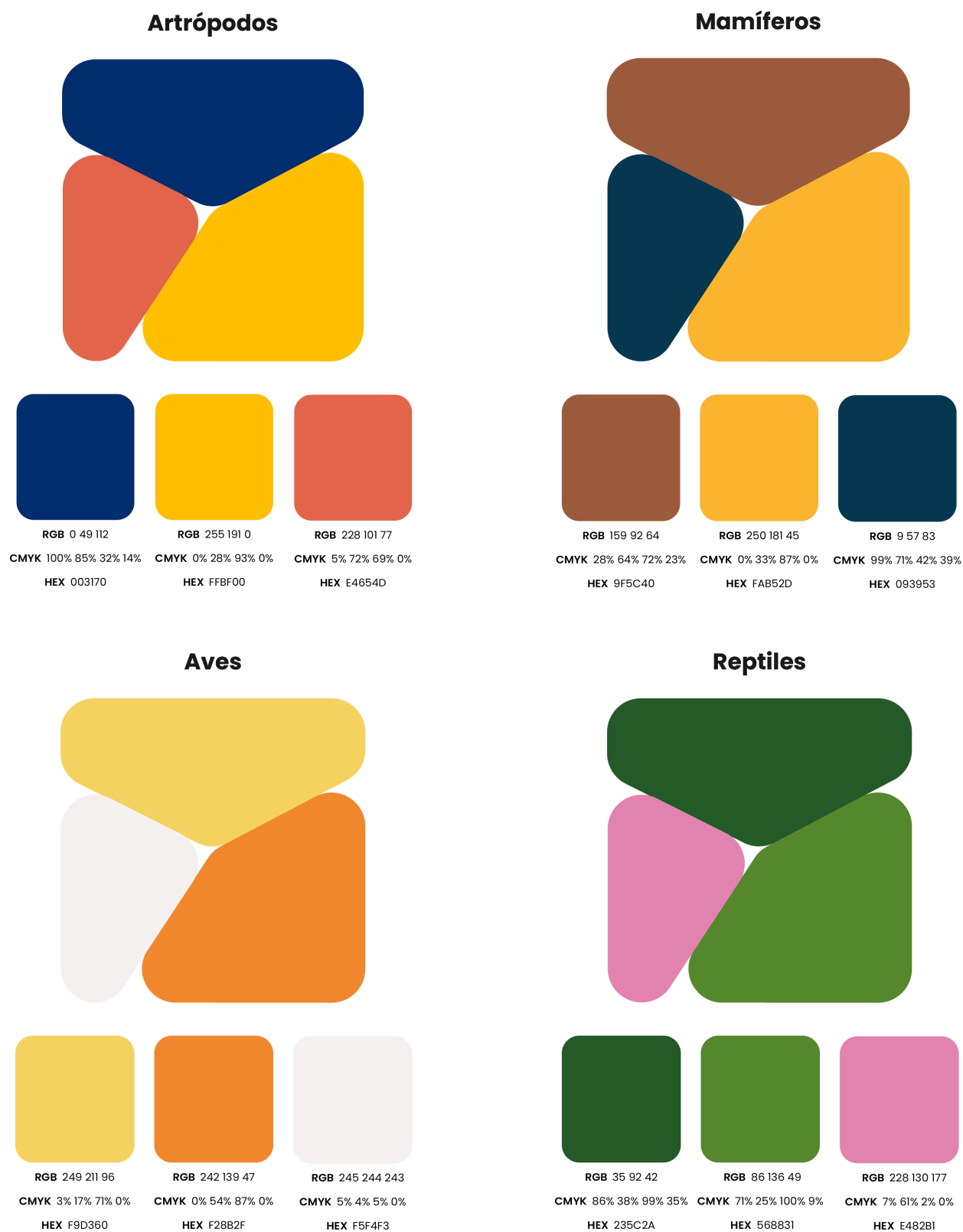
Nota. Paleta cromática resultante de un cruce de mapas de variables entre los conceptos de biodiversidad y discapacidad visual. Elaboración propia.

Paleta cromática por grupo biológico

A la base cromática se le superpuso paletas diferenciadas por grupo biológico, permitiendo que cada cartilla se identifique rápidamente a través de un color dominante, determinado en la mayoría de los casos, por alguna característica de los organismos que lo integran (que no es una generalidad para todo el grupo biológico). De esta manera, los artrópodos se asociaron con el azul petróleo oscuro y ámbar intenso; mamíferos se asociaron con tonos ocre y marrones; aves con amarillos y naranjas; reptiles con verdes intensos; anfibios con verde-azules; peces con gamas de azul celeste hasta el azul real; cnidarios con fucsias y violetas; moluscos con rosados y coral; equinodermos con rojos y púrpura; plantas con verdes vibrantes; hongos con terracota y beige; y el grupo de gusanos con una paleta más neutra con acentos del rojo oscuro (imagen 17). Cabe señalar, que esta estrategia no solo facilita la organización visual de la serie, sino que refuerza la experiencia del usuario al permitir asociaciones intuitivas entre color y contenido.

Imagen 17.

Paletas de colores para los grupos biológicos de la serie editorial.



Anfibios



		
RGB 0 177 184	RGB 32 131 128	RGB 232 136 115
CMYK 74% 1% 32% 0%	CMYK 81% 27% 49% 11%	CMYK 5% 57% 52% 0%
HEX 00B1B8	HEX 208380	HEX E88873

Peces



		
RGB 131 203 236	RGB 24 64 147	RGB 237 112 164
CMYK 51% 3% 4% 0%	CMYK 100% 80% 5% 0%	CMYK 0% 69% 4% 0%
HEX 83CBEC	HEX 184093	HEX ED70A4

Cnidarios



		
RGB 162 57 152	RGB 230 33 91	RGB 140 197 137
CMYK 47% 86% 0% 0%	CMYK 0% 94% 44% 0%	CMYK 51% 0% 58% 0%
HEX A23998	HEX E6245B	HEX 8CC589

Moluscos



		
RGB 241 143 187	RGB 245 164 129	RGB 50 39 113
CMYK 0% 57% 0% 0%	CMYK 0% 45% 49% 0%	CMYK 98% 98% 19% 7%
HEX F18FBB	HEX F5A481	HEX 322771

Equinodermos



RGB 224 21 26

CMYK 2% 98% 96% 0%

HEX E0151A



RGB 125 76 152

CMYK 62% 78% 0% 0%

HEX 7D4C98



RGB 198 221 161

CMYK 28% 0% 47% 0%

HEX C6DDA1

Plantas



RGB 77 163 88

CMYK 72% 10% 81% 0%

HEX 4DA358



RGB 35 92 42

CMYK 86% 38% 99% 35%

HEX 235C2A



RGB 196 156 49

CMYK 22% 34% 88% 9%

HEX C49C31

Hongos



RGB 194 70 22

CMYK 17% 82% 100% 7%

HEX C24616



RGB 228 214 198

CMYK 12% 16% 23% 1%

HEX E4D6C6



RGB 72 127 134

CMYK 72% 32% 39% 15%

HEX 487F86

Gusanos



RGB 157 160 160

CMYK 40% 30% 31% 9%

HEX 9DA0A0



RGB 80 81 79

CMYK 61% 50% 51% 46%

HEX 50514F



RGB 146 24 31

CMYK 27% 100% 87% 29%

HEX 92181F

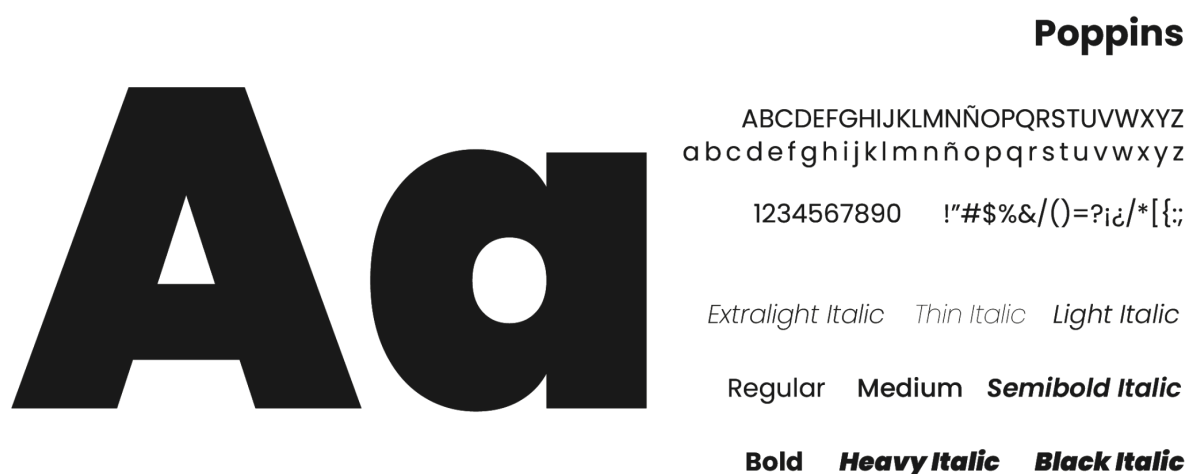
Nota. Paleta cromática resultante de analizar las características particulares principales de los grupos biológicos. Elaboración propia.

Tipografía

En términos tipográficos, se optó por un sistema dual que combina una tipografía San Serif de carácter geométrico para títulos, subtítulos y encabezados (Poppins) (imagen 18), con una tipografía altamente legible para el cuerpo de texto (Montserrat) (imagen 19). Sin embargo, ambas tipografías pertenecen a dos familias con numerosos estilos permitiendo combinaciones diferentes a las de su uso inicial. La elección respondió a la necesidad de equilibrar contemporaneidad, claridad y accesibilidad; y en coherencia con el enfoque inclusivo de la serie, se priorizaron tamaños de fuente adecuados, jerarquía de textos, interlineados amplios y contrastes suficientes entre texto y fondo, favoreciendo la lectura por personas con baja visión.

Imagen 18.

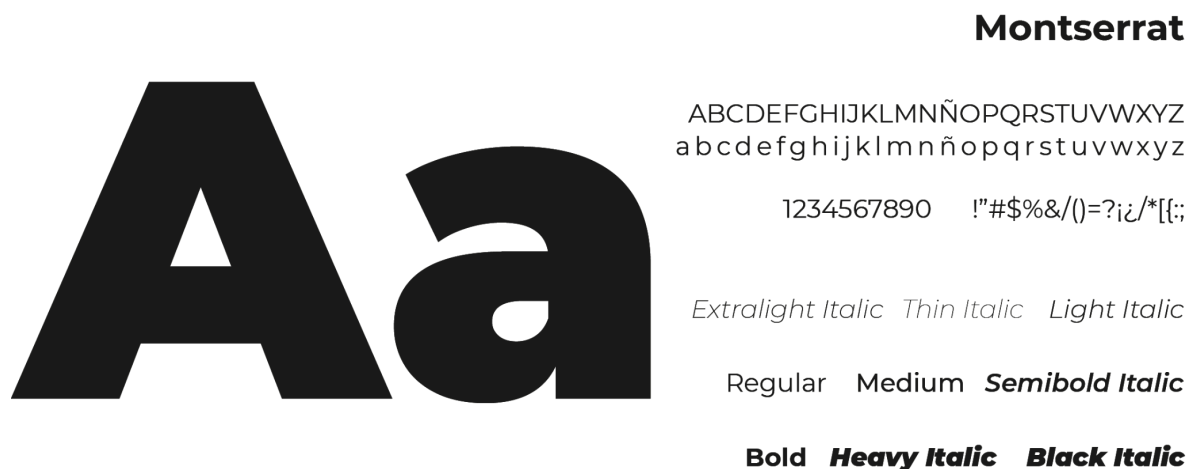
Tipografía San Serif para títulos, subtítulos y encabezados principalmente.



Nota. Familia tipográfica usada para jerarquías superiores de texto (títulos, subtítulos y encabezados). Elaboración propia.

Imagen 19.

Tipografía San Serif para cuerpos de texto y destacados principalmente.



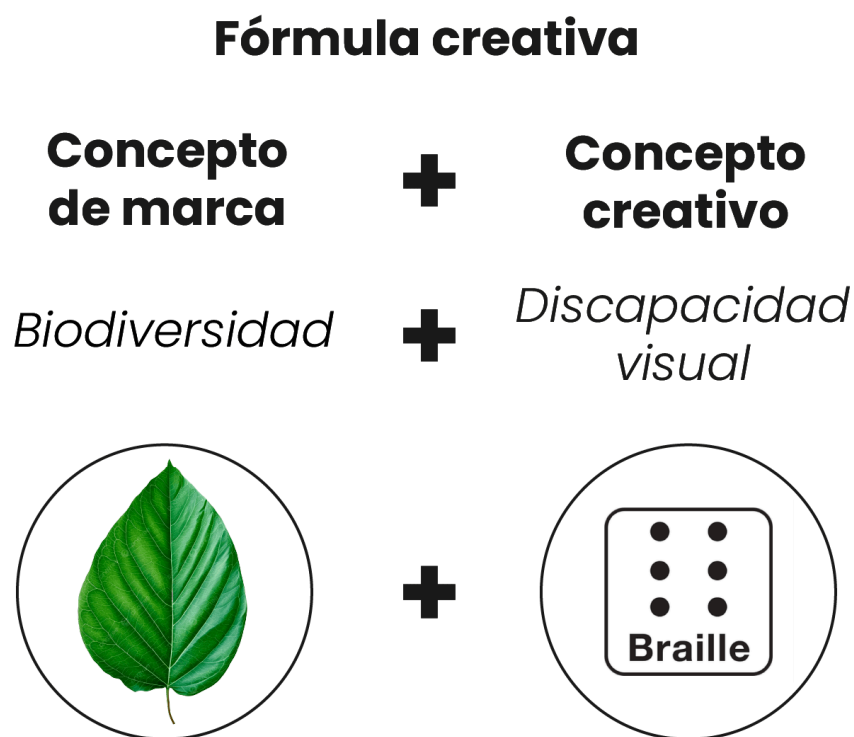
Nota. Familia tipográfica usada para jerarquías inferiores de texto (cuerpos de texto y/o destacados). Elaboración propia.

Logo o distintivo visual

La construcción del logo se fundamenta en la articulación de dos conceptos centrales de la serie: *la biodiversidad y la inclusión desde la discapacidad visual*, integrados bajo una lógica de síntesis gráfica coherente con la línea editorial de “*Resiliencia versátil*” (imagen 20).

Imagen 20.

Fórmula creativa para la construcción del logo de la serie.



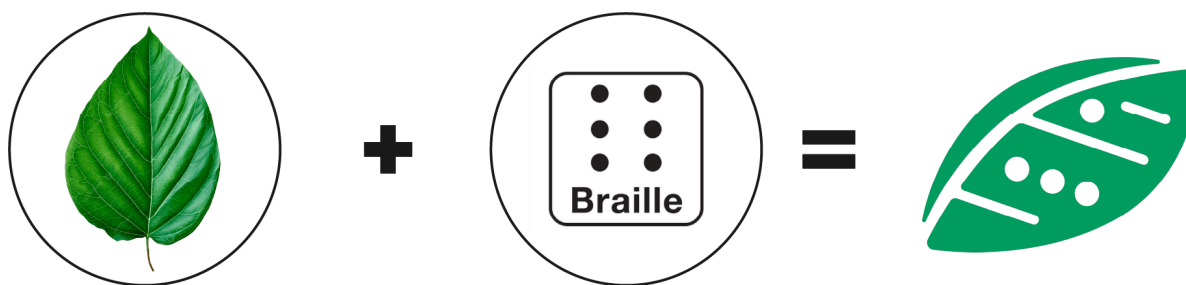
Nota. Fórmula creativa que combina el concepto de marca y el concepto creativo usado para la elaboración del logo de la serie editorial de cartillas. Elaboración propia.

Por un lado, la biodiversidad se representa mediante la figura de una hoja, resuelta a través de formas simples y orgánicas que evocan la vida, el crecimiento y la interconexión de los sistemas naturales; y adicionalmente, el color verde refuerza esta asociación, funcionando como código universal de lo vivo y como elemento articulador dentro de la serie editorial.

Por otro lado, la discapacidad visual se incorpora a través de la inclusión de puntos que remiten al sistema de lectoescritura Braille, integrados dentro de la estructura de la hoja; lo cual no se presenta como un añadido, sino como parte constitutiva del símbolo sugiriendo una relación intrínseca entre conocimiento, accesibilidad y naturaleza. El color violeta, aplicado en la tipografía, establece un contraste significativo con el verde, al tiempo que alude a la diversidad, la inclusión y el reconocimiento de poblaciones históricamente invisibilizadas (imagen 21).

Imagen 21.

Resultado de la fórmula creativa para el logo.



Nota. Símbolo obtenido al combinar las representaciones de los dos conceptos usados para la construcción del logo: Biodiversidad (hoja) y Discapacidad visual (celda de Braille). Elaboración propia.

La composición circular del logotipo refuerza la idea de totalidad, continuidad y sistema, alineándose con el concepto de “*Resiliencia versátil*” al representar un equilibrio dinámico entre múltiples dimensiones. En conjunto, el símbolo no sólo comunica el contenido temático del proyecto, sino también su enfoque inclusivo, en el que la biodiversidad se entiende y se comunica desde una perspectiva accesible para todos (imagen 22). Es importante mencionar, que cada grupo biológico contó con un distintivo visual propio que se integró al sistema gráfico de la serie que más adelante se explica cuál es su utilidad.

Imagen 22.

Logo oficial para la serie editorial “Historias al alcance de todos”.



Nota. Logo (símbolo + tipografía) obtenido después de los ejercicios de construcción del símbolo, definición de la paleta cromática base y la elección de las tipografías anteriormente mencionadas. Elaboración propia.

Estructura editorial**Formato y características físicas**

Las cartillas de la serie se pensaron como objetos cómodos, resistentes y fáciles de usar y se eligió un formato tamaño carta en orientación horizontal (27.94 x 21.59 cm), ya que ofrece más espacio para organizar la información de manera clara, especialmente cuando se combinan textos e ilustraciones.

El sistema de encuadernación fue un anillado de 12 mm, seleccionado para que las páginas pasen con facilidad y sin rigidez haciendo que la cartilla se pueda abrir completamente y mantenerse plana sobre una superficie, algo clave no solo para la comodidad general, sino también para facilitar la lectura táctil en Braille.

En el interior, las páginas se imprimieron en opalina de 140 g, debido a que tiene el grosor y la firmeza necesarios para resistir el uso constante y, sobre todo, para soportar

correctamente la impresión en Braille, manteniendo los puntos en relieve definidos y duraderos; además, su acabado permite que tanto los textos como las imágenes se vean con buena calidad.

Para la portada y contraportada, se utilizó propalcote de 300 g con laminado mate, un material más rígido que protege el contenido interno y el acabado mate no solo evita que queden marcas de huellas, también reduce los reflejos y ayuda a que los colores se vean más vibrantes y profesionales. A esto se suma que es un material fácil de perforar para el anillado, asegurando que la encuadernación sea limpia y resistente.

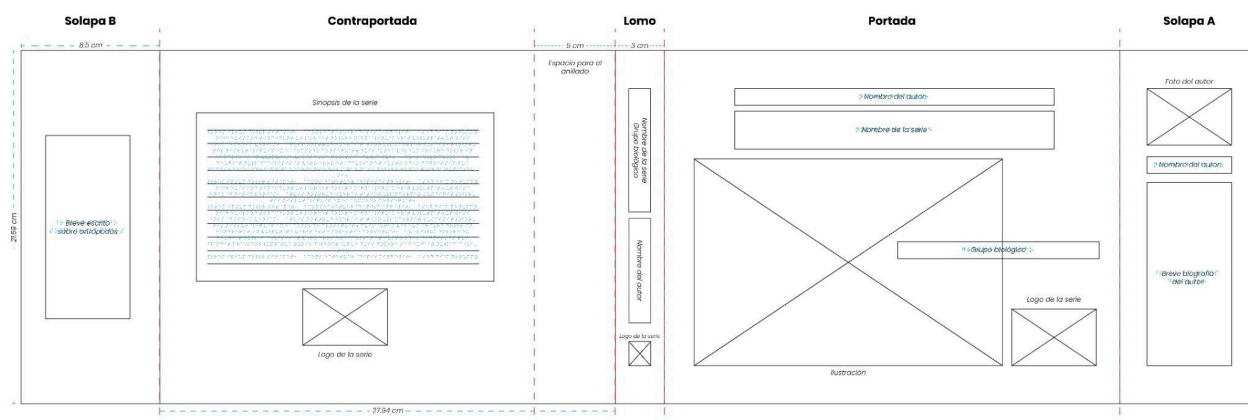
En conjunto, estas decisiones no son solo técnicas: buscan que cada cartilla sea un objeto duradero, agradable de usar y accesible para diferentes formas de lectura, manteniendo siempre una buena calidad visual y física.

Portadas y contraportadas

La estructura de la portada (27.94 x 21.59 cm) responde a un esquema compositivo constante que incluyó una imagen protagonista ilustrada (relacionada con el grupo biológico tratado), un fondo entero de color representativo del grupo de organismos de interés, el título de la cartilla (nombre de la serie: “*Historias al alcance de todos*”), un subtítulo del grupo específico (“*Artrópodos, Mamíferos,..., etc*”), el nombre del autor(es) de la serie o volumen y el logo de la editorial y/o nombre de los colaboradores (si aplica). En el lomo (3 x 21.59 cm) se hizo contraste con otro color de fondo de la paleta cromática respectiva e incluyó una textura sutil orgánica, el nombre de la serie en versión reducida, el grupo biológico tratado, el autor y el logo de la serie. Respecto a la contraportada (27.94 x 21.59 cm), tiene el mismo color de fondo de la portada e incluyó una sinopsis de lo que es o representa la serie editorial, su logo y el distintivo visual o nombre de la editorial y/o colaboradores (si aplica). Tanto portada como contraportada cuentan con solapas en las que se incluyó la biografía del autor de la serie (solapa A - 8.5 x 21.59 cm) y un breve texto sobre el grupo biológico de interés (solapa B - 8.5 x 21.59 cm). Es importante mencionar que estas piezas tienen el componente de accesibilidad, es decir, la tipografía del título se texturizó de la misma técnica con la que se fabricó el Braille sólido transparente descrito anteriormente. Así mismo, los subtítulos, autor(es) y demás textos fueron iluminados al Braille e impresos de la misma manera (imagen 23).

Imagen 23.

Diagramación y diseño de la cubierta de la cartilla de artrópodos.



Nota. Maqueta y diseño de la portada, contraportada, lomo y solapas de la cubierta para la cartilla de artrópodos de la serie editorial. Elaboración propia.

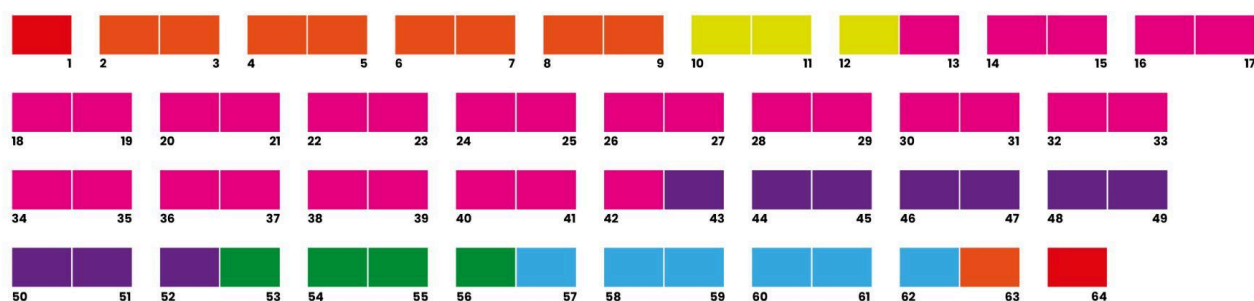
Diagramación y maquetación

Para entender mejor la diagramación y maquetación general de las cartillas, se desarrolló un flat plan para la cartilla de artrópodos (a modo de ejemplo), que permitió organizar de manera clara y anticipada la distribución de todos los contenidos. A través de este esquema, se estructuraron un total de 64 páginas, pensadas en dobles páginas, lo que facilitó visualizar el recorrido completo de la cartilla desde la portada hasta la contraportada (imagen 24).

Imagen 24.

Distribución de los contenidos y secciones para la cartilla de artrópodos.

Flat Plan



Secciones

■ Portada y Contraportada

■ Preliminares*

■ Introducción

■ Insectos (libélulas, grillos, mariapalitos, mantis, cucarachas, chinches, piojos, escarabajos, abejas, hormigas, avispas, mariposas, polillas, pulgas y moscas)

■ Arácnidos (arañas, escorpiones, garrapatas, ácaros y ambliopidos)

■ Miriápodos (ciempiés y milpiés)

■ Crustáceos (cangrejos, langostas y camarones)

* Incluye: páginas en blanco, explicación del sistema de lectoescritura Braille, portadilla, créditos, sinopsis "Historias al alcance de todos", agradecimientos y tabla de contenido.

Nota. Estructura de la cartilla de artrópodos en la que se especifican las secciones que la componen. Se incluyen los grupos de artrópodos más conocidos o cotidianos para el público en general. Elaboración propia.

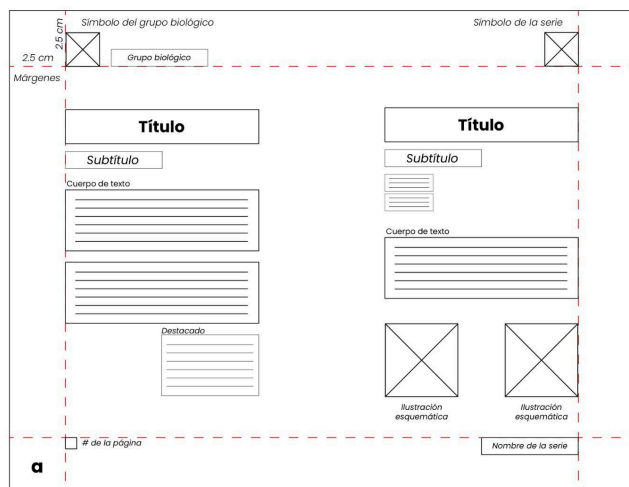
En la planificación, se destinó el inicio de la cartilla a los contenidos preliminares e introductorios, incluyendo páginas en blanco, la explicación del sistema de lectoescritura Braille, portadilla, créditos, sinopsis, agradecimientos y tabla de contenido. Posteriormente, se desarrollaron las secciones correspondientes a la introducción y cada grupo de artrópodos, asignando una mayor cantidad de páginas a los insectos debido a su amplia diversidad y distribuyendo los demás grupos en bloques más acotados pero claramente diferenciados.

A partir de esta estructura, se diseñó la diagramación interna utilizando retículas de 2-3 columnas, lo que permitió organizar la información de manera clara y jerarquizada; así mismo, se trabajó con márgenes amplios (2.5 cm en todos los lados) para dar aire visual y mejorar la experiencia de lectura tanto para la persona vidente como para la persona con discapacidad visual. Además, se incorporaron cajas de contenido destacado para resaltar datos curiosos, explicaciones clave, nombres de estructuras morfológicas y aspectos ecológicos relevantes (imagen 25).

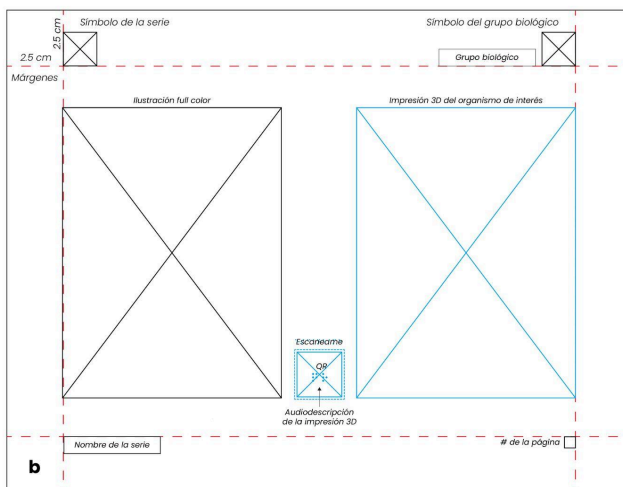
Imagen 25.

Diagramación de una página interior de la cartilla de artrópodos.

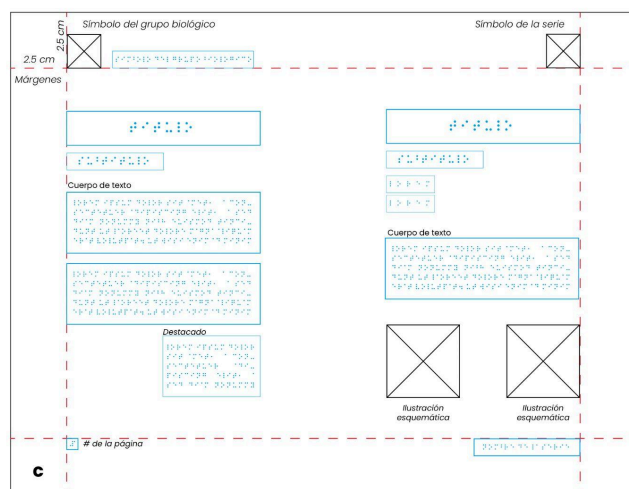
Diagramación página interior 1 - Persona vidente



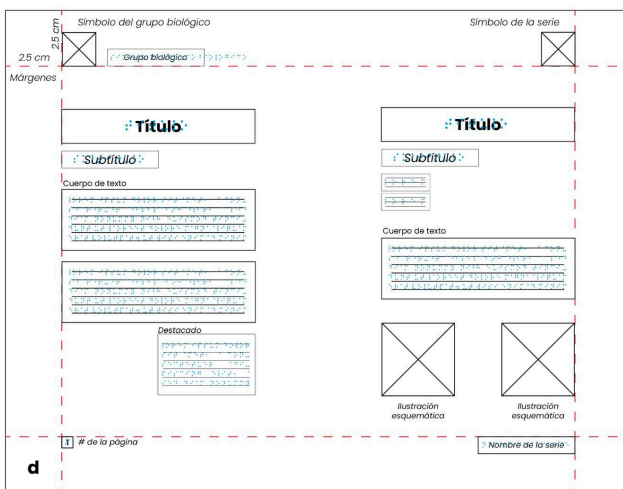
Diagramación página interior 2 - Persona vidente y con discapacidad visual



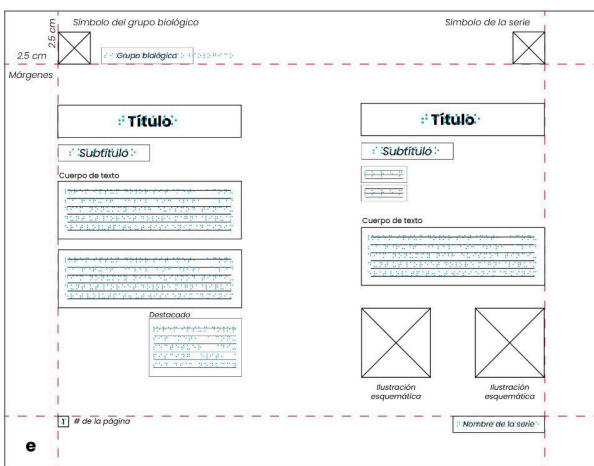
Diagramación página interior 1 - Textos en Braille



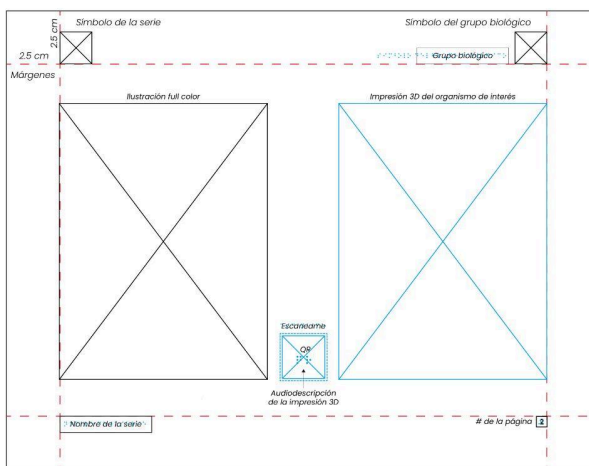
Diagramación página interior 1 - Persona vidente y con discapacidad visual



Diagramación página interior 1 - Persona vidente y con discapacidad visual



Diagramación página interior 2 - Persona vidente y con discapacidad visual





Artrópodos

"Historias al alcance de todos"

ESCARABAJOS

Alas de estuche

Los escarabajos o cucarrones, habitan bosques, jardines y cuerpos de agua, donde cumplen funciones esenciales para el equilibrio de los ecosistemas. Gracias a su capacidad de adaptación y a los procesos de transformación que atraviesan durante su vida, participan en la descomposición de la materia orgánica, la polinización y el control natural de otros organismos. Aunque muchas veces pasan desapercibidos, estos maravillosos insectos sostienen silenciosamente parte de la diversidad biológica del planeta y revelan la belleza que habita en las formas de vida más pequeñas.

Su primer par de alas (élitros) son resistentes y no solo los protegen, también les permite adaptarse y habitar casi todos los ecosistemas del planeta.

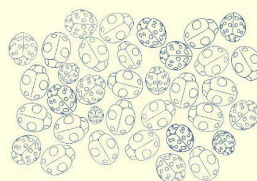
24

MARIQUITA ASIÁTICA

Harmonia axyridis

Familia
Coccinellidae

Durante el invierno, suele reunirse en grandes agrupaciones, como si encontrara en los otros un refugio frente a las condiciones del entorno. Aunque cumple un papel como depredador de otros insectos, también presenta comportamientos inesperados, como canibalismo, recordándonos que incluso en los organismos más pequeños la naturaleza está llena de estrategias complejas para sobrevivir.



Agrupación
de mariquitas



Nota. Estructura, distribución y diseño del contenido de una de las páginas interiores de la cartilla de artrópodos. **a.** Diagramación página interior 1 para personas videntes. **b.** Diagramación página interior 2 para personas videntes y personas con discapacidad visual (color azul). **c.** Textos en Braille página interior 1. **e.** Diagramación página interior 1 y 2 para personas videntes y personas con discapacidad visual. Elaboración propia.

El contenido se complementó con recursos de estilo naturalista, que facilitaron la comprensión de los organismos, y con un sistema de íconos inspirado en elementos propios de los organismos (huellas, tentáculos, etc. dependiendo del grupo biológico), así como en los ecosistemas en los que habitan los cuales ayudaron a hacer la información más accesible y dinámica.

Es importante señalar que este proceso de organización corresponde específicamente a la cartilla de artrópodos pero para las demás cartillas de la serie, se planteó una estructura similar y adaptable, de manera que la distribución de páginas y contenidos se ajuste a las características y necesidades de cada grupo biológico, manteniendo siempre la coherencia del sistema editorial.

Ilustraciones y sistemas gráficos

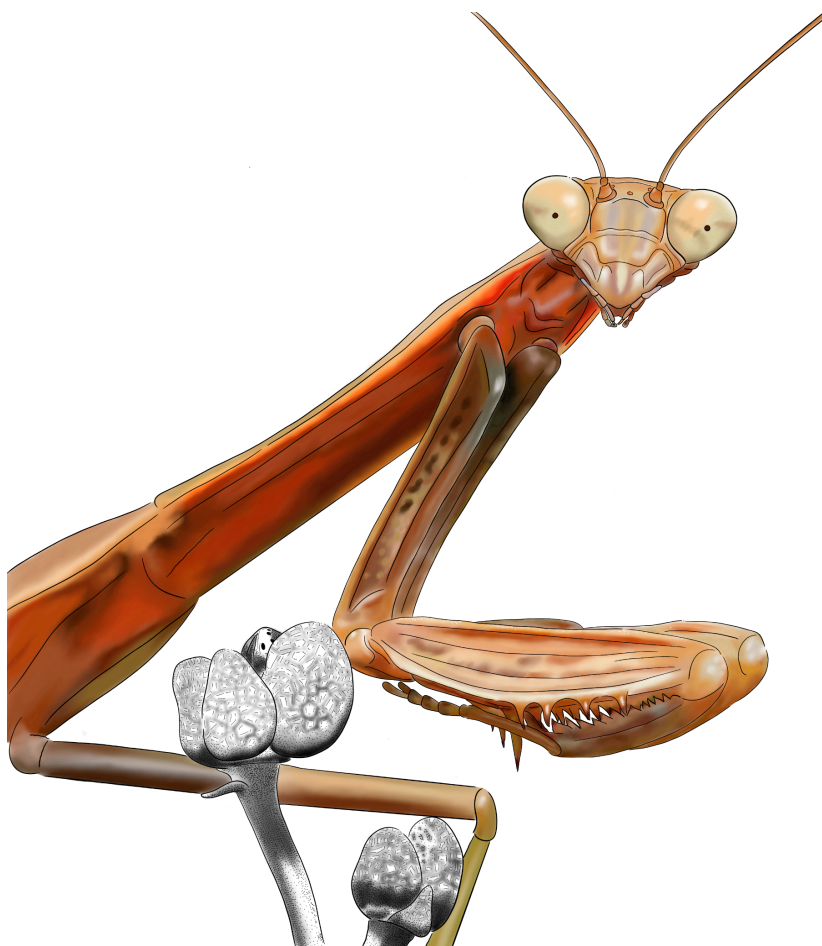
El estilo de ilustración que se usó se inscribe dentro de una estética naturalista digital estilizada denominada conceptualmente como “*Elegancia fluida*” debido a que tiene influencia editorial contemporánea, que dialoga de manera coherente con la línea gráfica propuesta para la serie basada en el concepto “*Resiliencia versátil*”.

En términos generales, la ilustración combina precisión anatómica básica debido a que la estructura de los organismos es reconocible, con líneas suaves y estilizadas pero accesibles; y de la misma manera, no busca una representación científica estricta de los organismos, sino una interpretación didáctica, sencilla, visualmente atractiva y fácil de comprender que resulta pertinente para una cartilla de divulgación. Adicionalmente, en algunas ocasiones las proporciones están ligeramente ajustadas priorizando la funcionalidad, y los rasgos se simplifican sin perder legibilidad biológica y favoreciendo la comprensión visual.

Una de las características más notorias es el uso de línea limpia y controlada, con contornos definidos pero no rígidos que varían sutilmente en grosor, aportando dinamismo y jerarquía visual y permitiendo que los elementos principales destaquen en la composición. En cuanto al color jugó un papel central en la aplicación del estilo ya que se aplicó la paleta cromática que tiene el organismo en vida natural pero con acentos saturados para darle protagonismo en la composición; además, el uso de sombras y degradados digitales aporta volumen y profundidad que aportan una sensación orgánica, viva y ligera (imagen 26).

Imagen 26.

Ilustración de la portada de la cartilla de artrópodos.



Nota. Mantis religiosa ilustrada en la estética denominada “*elegancia fluida*”. Elaboración propia.

Respecto a la composición, se privilegió un enfoque centrado y limpio, con fondo neutro, amplio espacio negativo y acompañado de otros elementos que hacen parte del entorno natural del organismo para que *per se*, cuente una historia o dato ecológico, complemente lo que se describe en los textos y el sujeto principal sea fácilmente identificable; en otras palabras, sean composiciones vivas que cuenten historias.

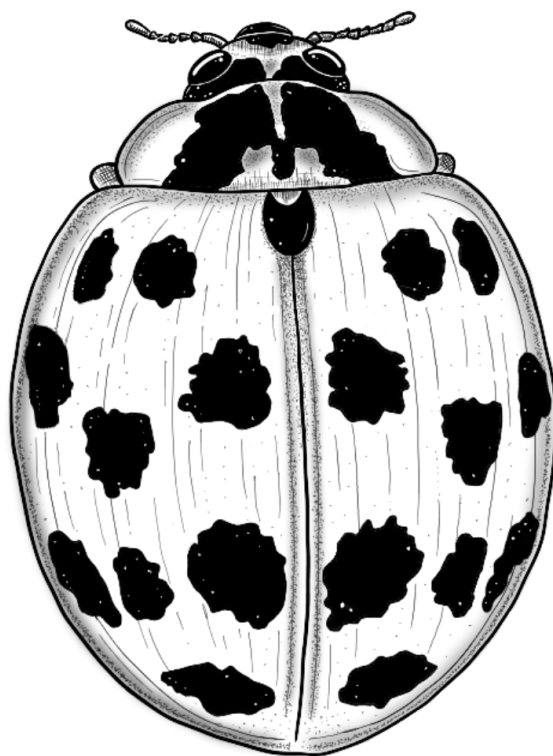
Particularmente, los elementos que acompañan la ilustración protagonista se ilustraron con un enfoque más gráfico y lineal, inspirado en recursos propios de la ilustración científica

tradicional y el dibujo editorial en tinta ya que los elementos se representan principalmente a partir del uso de contornos definidos, texturas puntillistas y contrastes marcados entre blanco y negro permitiendo resaltar las formas y patrones anatómicos de manera clara y precisa.

A diferencia de ilustraciones con color y sombreado más pictórico, este estilo apuesta por la síntesis visual y la economía de recursos gráficos. Las sombras y volúmenes se generan mediante líneas finas, tramas y puntos, aportando profundidad sin perder limpieza visual. Esto hace que la ilustración mantenga una apariencia ordenada, técnica y fácil de interpretar (imagen 27).

Imagen 27.

Ilustración gráfica y lineal de la mariquita asiática.



Nota. Ilustración que acompaña y/o complementa la ilustración central del apartado de escarabajos y particularmente la mariquita asiática de la cartilla de artrópodos. Elaboración propia

Desde la perspectiva de accesibilidad, el estilo resultó adecuado para personas con baja visión debido a que tiene alto contraste entre los elementos principales y el fondo, hay definición clara de los contornos, no hay saturación en el fondo y la simplificación de formas sin pérdida de significado y rigor científico.

De manera complementaria, el sistema iconográfico se desarrolló bajo un estilo coherente, de trazo simple y alto contraste, inspirado en formas esenciales de los organismos y sus funciones biológicas. Estos iconos no solo cumplen una función estética, sino también informativa, apoyando la navegación dentro de las cartillas y facilitando la identificación de secciones o tipos de contenidos (imagen 28).

Imagen 28.

Ícono para la identificación de la sección artrópodos en la cartilla.



Nota. Diseño inspirado a partir de la estructura de los ojos de un artrópodo y una telaraña.
Elaboración propia.

Estilo de textos

Los textos de las cartillas fueron pensados para que cualquier persona pueda leerlos y entenderlos sin dificultad, tenga o no conocimientos previos sobre biodiversidad. Por eso, se utilizó un lenguaje cercano, claro y directo, evitando palabras demasiado técnicas o

explicándolas de forma sencilla cuando fue necesario. La idea es que leer las cartillas se sienta más como descubrir algo interesante que como enfrentarse a un texto académico complejo.

A lo largo de las páginas, los contenidos describen de manera simple algunas características físicas de los organismos, como su forma, tamaño o colores, pero también cuentan aspectos ecológicos llamativos, por ejemplo, cómo viven, qué papel cumplen en su entorno o qué los hace especiales dentro de su grupo. Más que solo informar, los textos buscan despertar curiosidad y generar interés por la biodiversidad.

Además, se incluyeron textos destacados que funcionan como pequeños apoyos dentro de la lectura ya que pueden ampliar un dato curioso, resaltar una característica importante o ayudar a entender mejor lo que se ve en la ilustración, haciendo que la lectura sea más dinámica y permitiéndole al lector explorar la información a su propio ritmo.

Sistema de navegación y tono visual

La línea gráfica propuso un sistema de navegación visual en el que el color, la iconografía y la tipografía cumplen roles estructurales debido a que permiten guiar al lector (con o sin discapacidad visual) a lo largo del contenido de manera intuitiva, identificando secciones, tipos de contenido y jerarquía de la información respectivamente; y favoreciendo tanto la lectura lineal como la exploración fragmentada. En cuanto al tono se propuso que comunique rigor científico, accesibilidad, curiosidad y conexión con la naturaleza; no obstante, se evitó caer en la sobrecarga visual, en un estilo infantil (a menos que se dirija a ese público objetivo) y en el exceso de tecnicismos científicos y/o de diseño.

Accesibilidad

Un aspecto central de esta propuesta editorial es la integración del componente de accesibilidad, considerando que la serie también está dirigida a personas ciegas y con baja visión. Por lo tanto, además de las decisiones tipográficas y de contraste ya mencionadas, se contempló la inclusión de Braille sólido en las páginas del interior de la cartilla donde se encuentren textos así como audiodescripciones (o descripción de imágenes), disponibles mediante códigos QR ubicados estratégicamente en las páginas donde hayan ilustraciones.

Estos códigos permiten acceder a contenidos sonoros que describen una impresión 3D del organismo tratado, ampliando la experiencia de comprensión para usuarios con discapacidad

visual; así mismo, los códigos están diseñados en alto contraste y están acompañados con Braille sólido para facilitar su localización. Para las personas con baja visión se incluirá una lupa que aumente la lecturabilidad de los textos.

Recomendaciones

A partir del desarrollo del proyecto de grado enfocado en la creación de una propuesta de una propuesta de diagramación para una cartilla táctil dirigido a un público en general con o sin discapacidad visual de Medellín, surgen diversas posibilidades para futuras investigaciones que amplíen y fortalezcan esta línea de trabajo interdisciplinar entre el diseño, la educación, la accesibilidad y la divulgación científica.

En primer lugar, se propone a futuro profundizar en una investigación centrada en la evaluación del impacto educativo y emocional de las cartillas táctiles en el aprendizaje de la biodiversidad. Esta línea permitiría analizar el grado de apropiación del conocimiento entomológico, así como el fortalecimiento del vínculo emocional con el entorno natural, contribuyendo a una comprensión más profunda del papel de la inclusión en la educación ambiental.

Derivado de la revisión bibliográfica realizada, se identifica la necesidad de consolidar una guía metodológica para el diseño de materiales didácticos accesibles en ciencias naturales, basada en principios de diseño universal y multisensorial. Esta herramienta serviría como referencia para diseñadores, educadores y divulgadores científicos que deseen crear contenidos incluyentes, funcionales y pedagógicamente efectivos.

Desde la indagación de los materiales y técnicas de impresión, se sugiere un proyecto que compare tecnologías emergentes de fabricación digital aplicadas a cartillas táctiles científicas, como la impresión 3D, el termoformado y el grabado láser. Esta investigación permitiría establecer criterios técnicos en términos de detalle, resistencia, costos y tiempos de producción, optimizando la creación de ilustraciones entomológicas táctiles.

Después del desarrollo de la propuesta, se recomienda acompañar la cartilla con una lupa de apoyo para personas con baja visión. Durante el proceso de diseño y diagramación resultó complejo abarcar de manera integral todas las necesidades asociadas a los distintos tipos de discapacidad visual, especialmente aquellas relacionadas con la baja visión. Por ello, esta herramienta se plantea como una estrategia complementaria para fortalecer la accesibilidad de la cartilla sin comprometer la intención gráfica y editorial de la propuesta.

Conclusiones

La revisión bibliográfica permitió comprender que la accesibilidad en el diseño editorial no se limita únicamente a adaptar contenidos, sino que implica crear nuevas maneras de acercarse al conocimiento desde la diversidad sensorial. A través del análisis de referentes teóricos y técnicos, se evidenció que recursos como el Braille, las texturas, los relieves y los apoyos auditivos pueden enriquecer significativamente la experiencia de aprendizaje de las personas con discapacidad visual, especialmente en temas científicos complejos como la morfología de los organismos vivos. De esta manera, el diseño se consolida como una herramienta capaz de traducir la información visual en experiencias sensibles, comprensibles e inclusivas.

El proceso de exploración de materiales, técnicas de impresión y modelado tridimensional demostró que la creación de ilustraciones táctiles requiere un equilibrio entre sensibilidad creativa y precisión técnica. La simplificación de las formas, el uso de texturas diferenciadas y las variaciones de relieve permitieron construir representaciones hápticas más claras y fáciles de interpretar al tacto, facilitando que las personas ciegas o con baja visión puedan reconocer e imaginar la estructura general de distintos grupos de artrópodos. Más allá de reproducir detalles anatómicos exactos, la propuesta priorizó la construcción de experiencias comprensibles que favorezcan la apropiación del conocimiento desde la exploración sensorial.

La propuesta de diagramación desarrollada evidenció que el diseño gráfico puede convertirse en un puente entre la divulgación científica, la accesibilidad y la inclusión social. La integración de recursos visuales, táctiles y auditivos permitió construir una cartilla pensada para públicos diversos, demostrando que el conocimiento puede comunicarse desde múltiples formas de percepción sin perder rigurosidad ni valor estético. En este sentido, el proyecto no solo buscó enseñar sobre seres vivos, sino también generar una experiencia más cercana, humana y sensible con la biodiversidad, promoviendo el reconocimiento de las distintas maneras en que las personas perciben, aprenden y se relacionan con el mundo.

Bibliografía

- Acaso, M. (2006). *El lenguaje visual*. España: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
<https://mariainescarvajal.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/acaso-el-lenguaje-visual.pdf>
- Admin. (2022, 30 junio). Braille: Impresión digital, envasado y etiquetado de productos - Grafix Digital. *Grafix Digital*.
<https://grafix.com.co/braille-impresion-digital-enzasado-y-etiquetado-de-productos/>
- Alcodori, E. A. (2024). A través de Liam. Historia ilustrada y adaptada por medio del braille y del dibujo táctil a niños sin visión. *A través de Liam. Historia ilustrada y adaptada por medio del braille y del dibujo táctil a niños sin visión*. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes.
- Arilla, M. (2023). *Oink My God*. Obtenido de Oink My God:
<https://oinkmygod.com/blog/disenoz-grafico-inclusivo/>
- Aristizábal, W. A. (2019). Enseñanza a personas con discapacidad visual, desafíos y ajustes. *Enseñanza a personas con discapacidad visual, desafíos y ajustes*. Pereira, Risaralda, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Bellas Artes y Humanidades.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3522038>
- Arjona, G. E. S. (2015). La accesibilidad y el diseño universal entendido por todos. De cómo Stephen Hawking viajó por el espacio. *Americanae (AECID Library)*.
<http://hdl.handle.net/11181/4655>
- Basac Art in Production. (2022). *Basac Art in Production*. Obtenido de Basac Art in Production:
<https://www.basacproduccion.com/post/disenoz-grafico-accesible>
- Blanco, E. y Salas, G. 2007. Arácnidos. Guía de campo. Una introducción al estudio de las arañas, escorpiones, garrapatas y otros bichos. Proyecto para la divulgación del conocimiento científico. Especies de Colombia. 130 p.
- Calderón, C. C. (2024). Materiales complementarios para la educación de niños ciegos. *Cuaderno 225. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 39-44.
<https://doi.org/10.18682/cdc.vi225.11220>
- Campos, M. 2014. Crustáceos decápodos de agua dulce de Colombia. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. 691 p.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82864>
- Carmona, B. I. (2021). Háptlas. Atlas háptico sonoro de fauna nativa para personas con discapacidad visual. *Háptlas. Atlas háptico sonoro de fauna nativa para personas con discapacidad visual*. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/186492>

- Carvajal, N. P. (2020). Creación de un tomo didáctico sobre lógica matemática, para personas con discapacidad visual, como herramienta educativa interactiva complementaria a la formación que reciben en el Instituto Mariana de Jesús. *Creación de un tomo didáctico sobre lógica matemática, para personas con discapacidad visual, como herramienta educativa interactiva complementaria a la formación que reciben en el Instituto Mariana de Jesús*. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas, Facultad de Comunicación y Artes Audiovisuales. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12033>
- Casilimas, C. S. (2002). *Investigación cualitativa*. Bogotá: ARFO Editores e Impresiones Ltda. <https://aulasvirtuales.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/investigacion-cualitativa-sandoval.pdf>
- Comisión Braille Española y Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). (2024). Documento técnico B1: Parámetros dimensionales del Braille. *Servicio Bibliográfico de la ONCE*. Madrid. 19 p. <https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-braille-espanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-el-braille>
- Concha, F. S. (2021). *Tecnologías para la inclusión. Guía práctica para la innovación educativa y la creación de contenidos accesibles*. <https://staging.maguared.gov.co/wp-content/uploads/2024/09/Guia-para-la-innovacion-educativa-y-la-creacion-de-contenidos-accesibles-2.pdf>
- Cortés, J. E. (2021). Materiales hápticos. Una alternativa para el conocimiento del arte pictórico en personas con discapacidad visual. *De los métodos y las maneras*, 31-38. https://www.researchgate.net/publication/358357543_Materiales_hapticos_Una_alternativa_para_el_conocimiento_del_arte_en_personas_con_discapacidad_visual
- Cortés, J. E. (2022). Las miradas de la discapacidad visual. Diseño de materiales hápticos para el acceso al arte pictórico a través de la "mirada" de las personas ciegas. *Cuaderno 172. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 137-153. https://www.researchgate.net/publication/367117195_Las_miradas_de_la_discapacidad_visual_Diseño_de_materiales_hapticos_para_el_acceso_al_arte_pictorico_a_traves_de_la_mirada_de_las_personas_ciegas
- Cravino, A., & Pokropek, J. (2024). Construcción de conocimiento en diseño. Los desafíos de la investigación disciplinar. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación* N° 226, 20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9700568>
- Domenech, N. V. (02 de Febrero de 2024). IA generativa de imágenes como herramienta educativa en estudiantes con discapacidad visual para crear material gráfico. *IA generativa de imágenes como herramienta educativa en estudiantes con discapacidad visual para crear material gráfico*. Elche, Murcia, España: Universidad Miguel Hernández de Elche. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/32690/1/VIDAL%20DOMENECH%2C%20NOEMI.pdf>

- Quiroga, C. H. y. D. (2020). *EduBraille. ¿Qué es el Braille?*.
https://iot.urosario.edu.co/edubraile/info_braille.html
- Escudero, E. F., Palmeros y Ávila, G., & Pérez-Castro, J. (2021). Barreras y facilitadores institucionales en la formación académica de egresados con discapacidad visual. *Polyphonias Topológicas*, 44-64.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7925700>
- Espejo, A. J., & Guaña-Moya, E. J. (2024). Análisis sobre las inteligencias artificiales aplicadas en el reconocimiento de imágenes dirigido a las personas con discapacidad visual. *Revista Ingenio Global*, 13. <https://doi.org/10.62943/rig.v3n1.2024.67>
- Frascara, J. (2000). *Diseño gráfico y comunicación*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
<https://catedragrafica1.files.wordpress.com/2009/09/disen-y-comunicacion.pdf>
- Fromm, W. (1993). El niño ciego y su cuento ilustrado en relieve. *Informes y documentos*, 31-34.
https://portal.once.es/bibliotecas/fondo-bibliografico-discapacidad-visual/1547/el-nia-o-ci-ego-y-su-cuento-ilustrado-en-2108/at_download/file
- Gallego, J. V., & Mínguez Arranz, N. (2002). *Principios de teoría general de la imagen*. *Principios de teoría general de la imagen*. Madrid: Pirámide.
<https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-28702813-c6a72ca686.pdf>
- Garland-Thomson, R. (2005). Disability and Representation. *PMLA*, 522-527.
<https://www.cambridge.org/core/journals/pmla/article/abs/disability-and-representation/C926E5C7299EE2C7FE8D0FBD2272FB9D>
- González, E. (2024). *ESDESIGN*. Obtenido de ESDESIGN:
<https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disen-producto/disen-inclusivo>
- González, E., Villadiego, K., & Rodríguez, E. (2022). Tiflotecnología en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes con discapacidad visual. *Revista digital Conocimiento, Investigación, Educación*, 41-54.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10490167>
- Grajeda, P. A. (2017). Desarrollo y adaptación de material literario para niños ciegos y niños con visión. *Desarrollo y adaptación de material literario para niños ciegos y niños con visión*. Guatemala de la Asunción, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/9684614.pdf>
- Guía de materiales de impresión 3D: Tipos, aplicaciones y propiedades*. (s. f.). Formlabs.
<https://formlabs.com/es/blog/materiales-impresion-3d/>
- Hoy es el día. (2021). *Hoy es el día*. Obtenido de Hoy es el día:
<https://www.hoyeseldia.es/disen-universal-disenar-para-discapacidad/>

Instituto Nacional para Ciegos. (s. f.).

<https://www.inci.gov.co/search/node?keys=Glosario>

Jaramillo, S. A. (2024). Desarrollo de material didáctico para niños con discapacidad visual de nacimiento en Instituciones Educativas de la ciudad de Buenaventura. *Desarrollo de material didáctico para niños con discapacidad visual de nacimiento en Instituciones Educativas de la ciudad de Buenaventura*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

<https://red.uao.edu.co/entities/publication/a2ed2aea-2987-4877-a86d-957d764b12d1>

Kothari, C. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. New Delhi: New Age International Publishers.

<http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/79439/5/Research%20Methodology%20-%20Methods%20and%20Techniques%202004.pdf>

La Divina Proporción. (2024). *La Divina Proporción*. Obtenido de La Divina Proporción:

<https://ladivinaproporcion.es/disenio-editorial-inclusivo-consejos-para-publicaciones-accesibles/>

Madrid-Carrillo, E. D., Velez-Montaña, M., & Hernández-Gegen, L. (2022). Diseño y construcción de mapa háptico como herramienta didáctica para el aprendizaje de personas con discapacidad visual. *XV CIBIM*, 8. <https://doi.org/10.5944/bicim2022.267>

MaguaRED. (2026). Los libros táctiles de la Fundación Tactus. Ministerio de las Culturas de Colombia. MaguaRED.

<https://maguared.gov.co/recomendados/los-libros-tactiles-de-la-fundacion-tactus/>

Ministerio de Cultura de Colombia. (2026). Estrategia MaguaRED, Los libros táctiles de la Fundación Tactus.

<https://maguared.gov.co/recomendados/los-libros-tactiles-de-la-fundacion-tactus/>

Martínez, T. R. (2023). El papel de los materiales en relieve en el fomento de la lectura de las personas con discapacidad visual. *RED Visual: Revista Especializada en Discapacidad Visual*, 79-93.

<https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual/revista-red-visual/numeros-publicados-red-visual/2023-REDVisual-82/El-papel-de-los-materiales-en-relieve-en-el-fomento-de-la-lectura-de-las-personas-con-discapacidad-visual>

Mayorga, Y. J. (2021). *Radio Nacional de Colombia*. Obtenido de Radio Nacional de Colombia:

<https://www.radionacional.co/cultura/literatura/la-editorial-braille-libros-para-discapacidad-visual>

McLuhan, M. (1996). *Comprender los medios de comunicación*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A.

https://semioticaderedes-carlon.com/wp-content/uploads/2018/04/McLuhan_Marshall_Comprender_los_medios_de_comunicacion.pdf

- Medina, M. d. (2019). *El Diseño Gráfico. Las transformaciones tecnológicas de una profesión creativa*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
<https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8714-57-5>
- Michay, M. M. (2020). Diseño de material didáctico inclusivo para la enseñanza de niños ciegos. *Cuaderno 83. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 99-109.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7313882>
- Millar, S. (1994). *Understanding and representing space: Theory and evidence from studies with blind and sighted children*. Oxford University Press.
https://www.researchgate.net/publication/28113500_Understanding_and_representing_space_Theory_and_evidence_from_studies_with_blind_and_sighted_children_Decision_making_in_action_models_and_methods_International_perspectives_on_academic_assessment
- Mintz, S. (2002). Invisible disability: Georgina Kleege's *Sight Unseen*. *NWSA Journal*, 155-177.
<https://www.jstor.org/stable/4316929>
- Moliz, A. (2017). *Rayitas azules*. Obtenido de Rayitas azules:
<https://www.rayitasazules.com/ready-tipografia-alta-legibilidad-discapacitados-visuales/>
- Možina, K., Majnarić, I., & Kovačević, D. (2020). Do Braille Cells Influence Legibility of Texts for the Sighted?. *Tehnički vjesnik*, 27(2), 429-434. <https://hrcak.srce.hr/236791>
- Moreno, Ana & Outerelo, Raimundo & Ruiz, Eduardo & Aguirre, José & Almodóvar, Ana & Alonso, Javier & Benito, Jesus & Arillo, Antonio & Cano, Jorge. (2011). *Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de los Artrópodos Quelicerados y Miriápodos*.
https://www.researchgate.net/publication/265384857_Practicas_de_Zoologia_Estudio_y_diversidad_de_los_Artropodos_Quelicerados_y_Miriapodos
- Mosquera, T. A., & Ceballos Lopera, J. J. (2023). Desafíos en la comprensión lectora de estudiantes Sordo-señantes y ciegos de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur. *Desafíos en la comprensión lectora de estudiantes Sordo-señantes y ciegos de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia. <https://hdl.handle.net/10495/37971>
- Muñiz, M. (2010). Estudios de caso en la investigación cualitativa. *División de Estudios de Posgrado Universidad Autónoma de Nuevo León*, 1-8.
https://psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/1_estudios-de-caso-en-la-investigacion-cualitativa.pdf
- Norman, D. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos*. Madrid: Editorial Nerea.
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded*. New York: Basic Books.
- Oliver, M. (1990). *The Politics of Disablement*. London: Macmillan Education.
https://doi.org/10.1007/978-1-349-20895-1_8

- OMS, Organización Mundial de la Salud. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Ginebra: OMS. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241564182>
- OpenAI. (2026). ChatGPT (GPT-5 version) [Large language model]. <https://chat.openai.com/>
- Peix, S. (2023). *Biblogtecarios*. Obtenido de Biblogtecarios: <https://www.biblogtecarios.es/susanapeix/discapacidad-visual-y-acceso-a-la-lectura/>
- Peña, D., & Fuenmayor, A. (2010). Accesibilidad a las tecnologías de información y comunicación por los discapacitados visuales. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 143-155. <https://www.redalyc.org/pdf/1701/170121969006.pdf>
- Real Academia Española: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.8.1 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [06 de abril de 2026].
- Ríos, S. B., & Lazo Galán, J. (2013). Diseño de material didáctico para niños con discapacidad visual. *Diseño de material didáctico para niños con discapacidad visual*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay, Facultad de Diseño, Escuela de Diseño Gráfico. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2618>
- Rojas-Gutiérrez, W. J. (2022). La relevancia de la investigación cualitativa. *Revista Studium Veritatis*, 79-97. <https://www.academia.edu/download/100104670/395.pdf>
- Sampieri, R. H., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A.
- Sanchez, W., & Ortiz, P. A. (2017). La netnografía, un modelo etnográfico en la era digital. *Revista Espacios*, 38 (13). <https://revistaespacios.com/a17v38n13/17381328.html>
- Sandoval, L. T. (2019). Andamiaje y apoyo multisensorial: un binomio esencial para el aprendizaje de las ciencias naturales más allá de lo visual. *Andamiaje y apoyo multisensorial: un binomio esencial para el aprendizaje de las ciencias naturales más allá de lo visual*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación. <https://hdl.handle.net/10495/13801>
- Señor Creativo. (2015). *SEÑOR CREATIVO*. Obtenido de SEÑOR CREATIVO: <https://senorcreativo.com/diseño-mejora-vida-personas-discapacidad/>
- Silva, M. D. (2014). Toward a construction and a reading model of tactile graphics for educational purposes. *Terra Haptica N 4 International Journal of Visual Disability and Inclusive Practices*, 23-32. <https://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/download/36/731/>
- Silva, P. C., & González Quiroz, G. (2019). Paisaje táctil. Sobre la construcción háptica del paisaje. *Revista cartográfica* 99, 51-70. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i99.297>
- Terán, C. F. (2015). Propuesta de aplicación de diseño integral en la creación de material didáctico inclusivo como apoyo para el aprendizaje de niños con visibilidad reducida para

- el "Instituto especial de niños ciegos y sordos Mariana de Jesús". *Propuesta de aplicación de diseño integral en la creación de material didáctico inclusivo como apoyo para el aprendizaje de niños con visibilidad reducida para el "Instituto especial de niños ciegos y sordos Mariana de Jesús"*. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4241>
- Tracy, S. (2021). Calidad cualitativa: ocho pilares para una investigación cualitativa de calidad. *Márgenes. Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 173-201.
<https://doi.org/10.24310/mgnmar.v2i2.12937>
- Truyol. (2022). *Truyol digital*. Obtenido de Truyol digital:
<https://truyol.com/blog/consejos-para-el-diseno-inclusivo-con-braille/>
- Universidad Autónoma de Occidente. (2025). *uao*. Obtenido de uao:
<https://www.uao.edu.co/bienestar-universitario-1/una-apuesta-por-la-inclusion-desde-el-diseno-grafico/>
- Urzola, A. P. (2020). Métodos inductivo, deductivo y teoría de la pedagogía práctica. *Petroglifos Revista Crítica Transdisciplinar*, 36-42.
<https://portal.amelica.org/ameli/journal/650/6503406006/6503406006.pdf>
- Vargas, C. F. (2019). El Tratado de Marrakech, ¿libros para ciegos? | The Treaty of Marrakech, books for the blind? *Revista Española de Discapacidad*, 251-255.
<https://www.cedid.es/redis/index.php/redis/article/download/558/352>
- Wolff, M. 2006. Insectos de Colombia. Guía básica de familias. Laboratorio de Colecciones Entomológicas, Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares (GIEM). Universidad de Antioquia. Multimpresos Ltda. Medellín. 460 p.
- Zelada, N. D. (2024). Propuesta de cuento ilustrado para fomentar la imaginación en niños invidentes de la ciudad de Chiclayo. *Propuesta de cuento ilustrado para fomentar la imaginación en niños invidentes de la ciudad de Chiclayo*. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Derecho y Humanidades, Escuela Profesional de Artes y Diseño Gráfico Empresarial. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/13608>

Anexos

Declaración ética

Yo, Anderson Alexis Cardona Ruiz, en calidad de autor del presente proyecto de grado, declaro con plena conciencia y responsabilidad que esta obra ha sido construida desde la ética, la legalidad y el respeto por el conocimiento. Cada parte del proceso investigativo ha sido guiada por un compromiso profundo con la transparencia académica, la integridad intelectual y la sensibilidad frente al valor de las ideas ajenas, honrando la creación colectiva del saber y su circulación libre, consciente y respetuosa.

Toda la información utilizada en esta investigación proviene de fuentes legítimas, confiables y autorizadas por las bases de datos y repositorios académicos institucionales. En ningún momento se recurrió a materiales de origen dudoso o que infrinjan los principios legales o éticos que rigen el ejercicio investigativo. Cada contenido ha sido consultado y empleado con el debido rigor, en armonía con el marco normativo colombiano y las buenas prácticas científicas.

Las ideas de otros autores han sido cuidadosamente reconocidas mediante el uso adecuado de citas, referencias y paráfrasis, de acuerdo con los lineamientos establecidos por las normas APA en su versión más actualizada. Este respeto por la autoría intelectual responde a lo estipulado en la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, la Decisión Andina 351 de 1993 y demás disposiciones legales que protegen los derechos morales y patrimoniales sobre las obras.

Del mismo modo, todo recurso visual, gráfico o multimedia incluido en este trabajo, como imágenes, ilustraciones, esquemas o videos, ha sido empleado exclusivamente con fines académicos y educativos, sin ánimo de lucro. Se ha dado prioridad al uso de materiales de dominio público, con licencias abiertas (como Creative Commons), o se ha gestionado la autorización correspondiente para su inclusión.

Esta investigación se alinea con los principios del acceso abierto al conocimiento, reconociendo la importancia de democratizar la información científica y educativa. La información aquí contenida puede circular libremente siempre que su uso respete los fines formativos y no comerciales.

Con esta declaración, dejo constancia de que el presente trabajo refleja una práctica investigativa honesta, transparente y respetuosa guiada por valores que trascienden el rigor

académico para comprometerse también con la sensibilidad, la justicia y la responsabilidad social que el conocimiento merece.

Fuentes indexadas

Ficha #1	TIPO del documento: Trabajo de grado	Autor: Estela Albarracín Alcodori	Título: Historia de Liam. Historia ilustrada y adaptada por medio del Braille y del dibujo táctil a niños sin visión	Páginas: 63
Resumen general de la publicación	Este Trabajo Final de Grado se centra en la creación de un cuento infantil que, además de presentarse como un libro ilustrado tradicional conforme a los estándares actuales, incorpora una segunda versión diseñada específicamente para niños y niñas con discapacidad visual. Para hacer posible esta doble edición se han combinado técnicas de serigrafía con el uso de relieves, hendidos y braille, permitiendo así que la historia y sus ilustraciones sean accesibles para la infancia con ceguera. Asimismo, el trabajo incluye un análisis teórico sobre la evolución y adaptación de las imágenes para personas ciegas, abarcando su aplicación en la educación, el entretenimiento y la vida cotidiana. También se detalla la metodología empleada en el desarrollo del libro, desde la creación digital de las ilustraciones hasta los procesos de impresión y encuadernación.			
Fichado	1. La combinación del lenguaje visual y escrito permite que los niños con discapacidad visual se acerquen a las historias a través del tacto y la escucha, promoviendo una experiencia de lectura inclusiva (Alcodori, 2024). 2. Se logró integrar imagen y texto de manera que la historia sea atractiva para todas las edades, priorizando la imaginación y fomentando la narración oral (Alcodori, 2024). 3. El cuento permite la lectura compartida entre niños y adultos lo que facilita el aprendizaje, especialmente en niños con discapacidad visual (Alcodori, 2024).			
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 04/03/2025			

Ficha #2	Nombre del documento: Trabajo de grado	Autor: Norma Denisse Lara Zelada	Título: Propuesta de cuento ilustrado para fomentar la imaginación en niños invidentes de la ciudad de Chiclayo	Páginas: 152
----------	--	--	---	------------------------

Resumen general de la publicación	Esta investigación busca desarrollar un cuento ilustrado con texturas y elementos táctiles para estimular la imaginación y creatividad de niños con discapacidad visual en Chiclayo. En la región, la educación se enfoca en el Braille dejando de lado la formación de imágenes mentales, por lo que es clave el uso de herramientas sensoriales. Mediante una metodología cualitativa, se realizaron entrevistas a docentes, ilustradores y niños ciegos, identificando la falta de recursos adecuados y el interés infantil por cuentos con valores como la amistad y la valentía. El estudio concluye que los cuentos en relieve favorecen la inclusión y el desarrollo imaginativo, recomendando la colaboración con ilustradores y diseñadores para crear historias accesibles y atractivas.
Fichado	1. Los cuentos ilustrados para niños con discapacidad visual son una herramienta de inclusión y acceso a la literatura infantil (Zelada, 2024). 2. Estos cuentos combinan narraciones con ilustraciones táctiles y texturas permitiendo a los niños ciegos disfrutar de historias al igual que sus compañeros videntes (Zelada, 2024). 3. Los cuentos ilustrados favorecen la estimulación sensorial, el desarrollo cognitivo y la imaginación, además de promover la igualdad de oportunidades en la literatura (Zelada, 2024).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 05/03/2025

Ficha #3	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: César Fernando Terán Núñez	Título: Propuesta de aplicación de diseño integral en la creación de material didáctico inclusivo como apoyo para el aprendizaje de niños con visibilidad reducida para el “Instituto especial de niños ciegos y sordos Mariana de Jesús”	Páginas: 139
Resumen general de la publicación	El propósito de este material didáctico es desarrollar una propuesta inclusiva que, a través de estrategias de diseño integral y conocimientos pedagógicos y psicológicos pueda ser utilizada por niños con baja visión. Para ello, se emplean diversos métodos de investigación, como el análisis de la situación actual del instituto, la identificación de problemas y la determinación de características generales y específicas del sistema educativo, con el objetivo de generar soluciones a las dificultades encontradas.			

	La creación de un cuento adaptado a las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual ha despertado interés y aceptación en distintos temas. Integrada en un enfoque de enseñanza inclusiva, ha facilitado la comprensión de diversas asignaturas y ha hecho que el proceso de aprendizaje sea más accesible y efectivo. En conclusión, los resultados del proyecto han sido positivos, por lo que se recomienda continuar con esta metodología. El uso de retahílas ha demostrado ser una herramienta efectiva en el desarrollo intelectual y físico de los niños con necesidades educativas especiales.
Fichado	1. Los cuentos tienen un impacto positivo en el aprendizaje de todos los estudiantes, independientemente de su condición intelectual (Terán, 2015). 2. Los efectos de los cuentos se han comparado con el uso de la música en terapias de rehabilitación, mostrando beneficios emocionales, afectivos y físicos (Terán, 2015). 3. Este recurso ha demostrado ser una estrategia efectiva con resultados positivos en la educación. Su estructura rítmica y contenido atractivo facilitan la enseñanza y el proceso de aprendizaje (Terán, 2015).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 06/03/2025

Ficha #4	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Tania Alejandra Gómez Mosquera Jenniffer Johana Ceballos Lopera	Título: Desafíos en la comprensión de estudiantes sordo-señantes y ciegos de la Institución educativa Francisco Luis Hernández Betancur	Páginas: 117
Resumen general de la publicación	Esta investigación examina los procesos de enseñanza de la comprensión lectora en estudiantes sordo-señantes y ciegos de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur (IEFLHB) en Medellín, Colombia. Su objetivo principal es analizar cómo estos estudiantes adquieren habilidades de comprensión lectora lo que permite el diseño de una propuesta formativa adaptada a sus necesidades. El estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo con perspectiva histórico-hermenéutica, utilizando el método de estudio de casos. Los resultados evidencian que los contenidos y metodologías actuales requieren ajustes para responder mejor a las particularidades de estos estudiantes. La investigación concluye que la enseñanza en la IEFLHB enfrenta desafíos significativos, principalmente debido a la falta de apropiación de los fundamentos de la comprensión			

	lectora. Para superarlos, es fundamental un trabajo colaborativo entre la institución, los docentes y los profesionales de apoyo, promoviendo una educación inclusiva que respete la diversidad lingüística y adapte las prácticas pedagógicas a las necesidades individuales de los estudiantes sordo-señantes y ciegos.
Fichado	1. La comprensión lectora en estudiantes sordo-señantes y ciegos requiere métodos que vayan más allá de la memorización, promoviendo una participación activa y significativa (Mosquera & Ceballos Lopera, 2023). 2. Existen barreras actitudinales y metodológicas que limitan la educación inclusiva como la falta de formación docente y la poca integración del currículo con las necesidades de estos estudiantes (Mosquera & Ceballos Lopera, 2023). 3. Es fundamental la colaboración entre profesionales de apoyo y docentes, además de implementar ajustes razonables en la enseñanza y evaluación para garantizar equidad en el aprendizaje (Mosquera & Ceballos Lopera, 2023).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 07/03/2025

Ficha #5	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Sofía Bustamante De Los Ríos Juan Lazo Galán	Título: Diseño de material didáctico para niños con discapacidad visual	Páginas: 80
Resumen general de la publicación	Tradicionalmente, el Diseño Gráfico se ha enfocado en la transmisión de mensajes a través de lo visual. Sin embargo, este proyecto plantea nuevas formas de comunicación basadas en la estimulación sensorial, integrando lo táctil y lo auditivo. A través del diseño de material didáctico con texturas, relieves, formas y contrastes se busca facilitar el aprendizaje y promover la inclusión de niños con discapacidad visual. De esta manera, se aporta a la exploración del diseño gráfico háptico como respuesta a una problemática de impacto social.			
Fichado	1. Trabajar en una problemática real permitió comprender mejor las necesidades de los niños con discapacidad visual y desarrollar soluciones que potencien sus capacidades, obteniendo resultados positivos (Ríos & Lazo Galán, 2013). 2. Diseñar para una realidad distinta a la propia representa un desafío personal y profesional demostrando que el diseño va más allá de lo visual y puede contribuir a la inclusión social (Ríos & Lazo Galán, 2013).			

	3. El proceso de diseño debe considerar aspectos funcionales que beneficien al usuario, incorporando formas, texturas y sensaciones como medios de comunicación y expresión (Ríos & Lazo Galán, 2013).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 08/03/2025

Ficha #6	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Sol Andrea Álvarez Jaramillo	Título: Desarrollo de material didáctico para niños con discapacidad visual de nacimiento en instituciones educativas de la ciudad de Buenaventura	Páginas: 124
Resumen general de la publicación	El Distrito de Buenaventura enfrenta graves problemáticas como la violencia, la corrupción y el narcotráfico, afectando áreas esenciales como la salud, el saneamiento básico y la educación. A pesar de estas dificultades, docentes de instituciones como el Colegio República de Venezuela y el Colegio Diocesano Jesús Adolescente trabajan por brindar educación de calidad a niños con discapacidad visual, a pesar de la escasez de recursos y el limitado apoyo gubernamental. Este proyecto de grado busca mejorar la enseñanza de las ciencias sociales para niños con discapacidad visual mediante el diseño de una solución pedagógica que fomente su inclusión y autonomía. La falta de métodos adecuados en la Institución Educativa Diocesano Jesús Adolescente motiva esta investigación, la cual analiza las problemáticas, diseña una propuesta y la valida a través de un prototipo funcional, involucrando activamente a los estudiantes. El estudio se desarrolla en ocho etapas basadas en la metodología Design Thinking y en autores como Karl Ulrich y John Durkin. Se inicia con la identificación de competencias y la recolección de datos, continúa con el diseño de la propuesta y finaliza con su validación. Se plantea el uso del diseño industrial para crear materiales didácticos que faciliten la participación y comprensión en el aula.			
Fichado	1. La falta de recursos accesibles y las condiciones económicas de la comunidad influyeron en el diseño, priorizando materiales asequibles como MDF y cartón cartulina. La validación con los usuarios demostró mejoras en la interacción y el aprendizaje (Jaramillo, 2024).			

	2. La integración del diseño industrial y gráfico permitió crear un producto educativo funcional. Se evidenció que, con las herramientas adecuadas, las personas con discapacidad visual pueden desempeñarse eficientemente. Además, el apoyo familiar es clave en su desarrollo. El diseño industrial se destaca como un recurso valioso para fortalecer la educación inclusiva (Jaramillo, 2024). 3. La investigación se basó en un enfoque estructurado, utilizando metodologías como Design Thinking y recolección de datos a través de entrevistas y observaciones. Esto permitió diseñar un material didáctico adaptado a las necesidades específicas de los estudiantes con discapacidad visual, garantizando su funcionalidad y efectividad en el aula (Jaramillo, 2024).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 09/03/2025

Ficha #7	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Leidy Tatiana Contreras Sandoval	Título: Andamiaje y apoyo multisensorial: un binomio esencial para el aprendizaje de las ciencias naturales más allá de lo visual	Páginas: 110
Resumen general de la publicación	La enseñanza de las Ciencias Naturales ha dependido históricamente de recursos visuales, lo que representa un obstáculo para estudiantes con discapacidad visual. Adaptar las aulas con estrategias táctiles y auditivas es esencial para mejorar su aprendizaje. Este proyecto analizó cómo el andamiaje basado en un enfoque multisensorial influye en el desarrollo de habilidades científicas en estudiantes con discapacidad visual en una institución educativa de Medellín. Se planteó la pregunta de investigación: ¿Cómo este enfoque favorece el aprendizaje de biología en estudiantes de noveno grado en la I.E. Francisco Luis Hernández Betancur? Utilizando el método de investigación acción, se aplicaron observaciones no participantes y entrevistas semiestructuradas, triangulando datos para identificar dificultades en biología. Se encontró que la genética, especialmente la duplicación y transcripción del ADN, resultaba el tema más complejo. Para abordar este reto, se creó Tanginética, un juego didáctico multisensorial fundamentado en los estándares educativos y el andamiaje. Su implementación permitió a los estudiantes con discapacidad visual acercarse a conceptos científicos de manera			

	efectiva. Se recomienda la adopción de estrategias multisensoriales en todos los niveles educativos, beneficiando a toda la comunidad estudiantil.
Fichado	1. Se comprobó que el andamiaje basado en estrategias multisensoriales fue una herramienta efectiva para desarrollar habilidades científicas en estudiantes con discapacidad visual. Esto resalta la importancia de una planificación pedagógica bien estructurada para fomentar el pensamiento científico (Sandoval, 2019). 2. La implementación de Tanginética permitió a los estudiantes con discapacidad visual acercarse a conceptos científicos en Ciencias Naturales, evidenciando las fases de contingencia, desvanecimiento y transferencia de responsabilidad. Además, el material didáctico multisensorial favoreció la observación, la comunicación, el trabajo en equipo y la motivación, promoviendo un aprendizaje más autónomo (Sandoval, 2019). 3. La discapacidad visual no representa un impedimento para el desarrollo de habilidades científicas. Tanginética facilitó el reconocimiento de conceptos a través de distintos sentidos, manteniendo la atención y el interés tanto de los estudiantes con discapacidad visual como del resto de la clase. Por ello, se recomienda el uso de estrategias multisensoriales en todos los niveles educativos, independientemente de la presencia de estudiantes con discapacidad en el aula (Sandoval, 2019).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 10/03/2025

Ficha #8	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Bárbara Leal Carmona	Título: Háptlas. Atlas háptico sonoro de fauna nativa para personas con discapacidad visual	Páginas: 97
Resumen general de la publicación	Esta investigación tiene como propósito desarrollar una herramienta educativa accesible para personas con discapacidad visual. A través de un atlas de fauna nativa, que incorpora elementos táctiles y sonoros, busca representar diferentes animales e insectos de manera que puedan ser percibidos por cualquier persona, incluyendo aquellas con discapacidad visual. El proyecto propone ampliar las metodologías de enseñanza, promoviendo el aprendizaje a partir de la exploración sensorial más allá de lo visual. De este modo, se ofrece a los estudiantes la posibilidad de conocer el entorno desde una perspectiva inclusiva, alejándose de una educación centrada exclusivamente en la vista.			

Fichado	1. El contenido visual es fundamental para el aprendizaje y la comprensión del mundo. Sin embargo, los libros educativos en braille no incluyen imágenes lo que limita el acceso a información completa para las personas con discapacidad visual (Carmona, 2021). 2. Las personas con discapacidad visual muestran un gran interés por explorar y comprender su entorno a través de otros sentidos destacando la necesidad de materiales accesibles que integren experiencias táctiles (Carmona, 2021). 3. El proyecto permitió reconocer una necesidad real y el papel del diseño gráfico en la solución de problemáticas sociales. Además, motiva a los profesionales a replantear sus metodologías de trabajo para hacerlas más inclusivas (Carmona, 2021).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 11/03/2025

Ficha #9	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Wilmar Aristizábal Aristizábal	Título: Enseñanza a personas con discapacidad visual, desafíos y ajustes	Páginas: 201
Resumen general de la publicación	Esta monografía tiene como propósito identificar las barreras de accesibilidad que enfrentan estudiantes con discapacidad visual en distintos programas académicos de una universidad pública en Pereira, Risaralda. Para ello, se realizaron entrevistas a cinco estudiantes con discapacidad visual y se aplicó una encuesta virtual a cinco de sus docentes. A partir del análisis de las principales barreras encontradas, el trabajo se estructuró en siete capítulos: marco jurídico y conceptual, metodología, relevancia de las herramientas tiflológicas más utilizadas por los estudiantes entrevistados, capacitación docente en atención a necesidades educativas especiales, formación en lengua inglesa, políticas públicas de inclusión educativa en la institución y, finalmente, conclusiones y recomendaciones generales.			
Fichado	1. Los estudiantes con discapacidad visual requieren tecnologías y herramientas tiflológicas, así como docentes capacitados. Además, el trabajo cooperativo y el movimiento físico favorecen su inclusión y aprendizaje (Aristizábal, 2019). 2. La falta de capacitación docente limita la educación inclusiva de estudiantes con discapacidad visual. Aunque la ley lo exige, los maestros deben buscar recursos por su cuenta. Una formación adecuada facilitaría adaptar contenidos y evaluaciones, promoviendo la equidad (Aristizábal, 2019).			

	3. Los estudiantes con discapacidad visual requieren políticas claras que garanticen accesibilidad, capacitación docente y herramientas tiflológicas. La falta de conocimiento sobre la normativa en Colombia dificulta su cumplimiento, por lo que se propone un sistema de difusión para informar a la comunidad educativa (Aristizábal, 2019).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 11/03/2025

Ficha #10	Nombre del documento: Tesis de grado	Autor: Nicole Cecilia Loor Iturralde	Título: Creación de un tomo didáctico sobre lógica matemática, para personas con discapacidad visual, como herramienta educativa interactiva complementaria a la formación que reciben en el Instituto Mariana de Jesús	Páginas: 88
Resumen general de la publicación	El proyecto tuvo como propósito desarrollar una herramienta didáctica dirigida a estudiantes con discapacidad visual en el área de lógica matemática del Instituto Mariana de Jesús. Esta propuesta busca facilitar la comprensión de conceptos básicos relacionados con la cantidad y la resolución de problemas simples. Para ello, se diseñaron juegos didácticos con relieves, texturas y elementos creativos que permiten una metodología de aprendizaje más interactiva y adaptada a las necesidades de los estudiantes con discapacidad visual, especialmente en sus primeras etapas de formación, cuando aún no dominan el sistema braille y requieren materiales de apoyo para comprender ciertos contenidos académicos. Además, se elaboró un tomo didáctico complementario que promueve el desarrollo del sistema sensorio-perceptivo, aspecto fundamental en el proceso educativo de niños y niñas con discapacidad visual. Este material se adapta a sus necesidades específicas mediante texturas, espacios delimitados y diseños pensados para facilitar su comprensión de manera clara y precisa.			

Fichado	1. La creación de un tomo como recurso didáctico facilita el aprendizaje de niños con discapacidad visual en el área de lógica matemática dentro del aula de educación inicial (Carvajal, 2020). 2. Durante la prueba del prototipo, los estudiantes con discapacidad visual lograron identificar las piezas y actividades, participando activamente en el reconocimiento de cantidades y números (Carvajal, 2020). 3. El tomo no solo favorece el aprendizaje, sino que también genera una experiencia educativa interactiva y disfrutable para los estudiantes con discapacidad visual (Carvajal, 2020).
Nombre de quién ficha, y fecha de terminación de la ficha	Anderson Cardona Ruiz 11/03/2025