

## Jugar con colores y trinos

María Itzel Sainz González <sup>(1)</sup> y

Martha Ivonne Murillo Islas <sup>(2)</sup>

---

**Resumen:** El lenguaje informático, común a todas las experiencias mediadas por un ordenador, se expresa a través de distintos canales de salida, como textos, imágenes y sonidos. Otra de sus características es su maleabilidad, pues las diversas representaciones pueden traducirse entre ellas gracias a que, para el aparato, todo es código numérico. En este trabajo se comparten dos series experimentales que hacen uso de estas cualidades a través del libro de artista. En la primera, "Color cibernético", con piezas centradas en el rojo, el verde y el azul, mediante tablillas se invita al perceptor a descubrir y apreciar varias propiedades del despliegue cromático en pantalla. En la segunda serie, "Del canto de las aves", el centro es el sonido; en estas obras en forma de concertina, la percepción sonora se traduce a códigos visuales y acústicos (mediante QR). Se propicia una experiencia multisensorial en el lector y, así, su sensibilización y valoración de la naturaleza y los seres que la habitan. Con estos seis objetos se cuestionan las fronteras entre los medios y los códigos para expandir las experiencias sensoriales de las personas, con propósitos educativos y de divulgación.

**Palabras clave:** Transmedia - Transcodificación - Diseño - Arte - Color luz - Trinos - Experiencias expandidas - Educación en diseño - Divulgación de la ciencia

[Resúmenes en inglés y en portugués en las páginas 209-210]

---

<sup>(1)</sup> **María Itzel Sainz González** es Doctora en Diseño y Visualización de la Información (UAM-A), maestra en Comunicación y Tecnologías Educativas (ILCE) y maestra en Promoción de Lectura y Literatura Infantil (Universidad de Castilla-La Mancha); Diseñadora de la Comunicación Gráfica (UAM-A). Es profesora investigadora de tiempo completo en la UAM-A, División de cyad y jefa del área de investigación Diseño Disruptivo (Departamento de Investigación y Conocimiento). Forma parte del Comité de Estudios del Posgrado en Procesos Culturales para el Diseño y el Arte. Fue Jefa de la Sección de Actividades Culturales y Coordinadora de Extensión Universitaria. Es integrante del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1 y cuenta con reconocimiento al perfil prodep (sep México). Ha dirigido más de 25 trabajos de especialidad del Posgrado en Políticas Culturales y Gestión Cultural (UAM Iztapalapa) y colaborado como jurado en exámenes de grado con UAM Azcapotzalco, UAM Iztapalapa y la Universidad Veracruzana, para licenciatura, maestría y doctorado.

Proyectos de investigación vigentes: Transcodificación en el diseño y las artes; Diseño y cultura de la sostenibilidad. Líneas de investigación: Análisis del discurso visual; Cultura de la imagen; Diseño gráfico y procesos culturales; Educación y Tecnología. Obra publicada principal: *Visualización de información desde una experiencia intercultural* (Sainz,

Murillo, García, van Crutchen y Kloos) (UAM); *La comunicación universitaria en el espacio virtual* (2021); *Diseñar para e-leer por placer* (2018) (UAM); *Racrufi: arte de alta energía* (2019); y Jaime Ruelas: *ilustrando el high energy. Arte fantástico mexicano* (2015), *coediciones España/México* (Milenio/UAM) —estos dos en coautoría con Juan Rogelio Ramírez Paredes y Antonio Ramírez Pérez.

<sup>(2)</sup> **Martha Ivonne Murillo Islas** es Profesora investigadora de tiempo completo en UAM-A, División de cyad. Licenciada en Diseño de la Comunicación Gráfica (UAM); Maestra en Diseño y Dirección de Arte por la Universidad Metropolitana de Manchester, Reino Unido. Fue Coordinadora de Publicaciones de la División de cyad. Participa en la Comisión Dictaminadora Divisional. Cuenta con reconocimiento al perfil prodep (sep México). Directora de diseño y coordinadora de los departamentos de publicaciones infantiles y juveniles para Editorial Grijalbo. Socia fundadora de Libro Nuevo S.A. de C.V. donde desarrolló, en coautoría, la serie de seis cuadernos Fracciones, una enseñanza-aprendizaje con lógica, entre otros. Fundadora de imago, despacho de diseño y servicios editoriales. Artista e investigadora en el tema: Libro de artista, con 10 exposiciones en México, Francia, Estados Unidos, Portugal e Inglaterra. Ha publicado artículos relacionados con la enseñanza del diseño y sobre el libro de artista. Ha investigado sobre Eye Tracking y la lectura de periódicos en línea, así como la relación entre haiku y diseño. Obra publicada más reciente: *Visualización de información desde una experiencia intercultural* (Sainz, Murillo, García, van Crutchen y Kloos) (UAM); *Instantes suspendidos (florilegio de haikus)* (Murillo, Mugica [coords.], 2024); “Relación iconotextual entre el haiku, el haiga y el libro de artista” en *Diseños de lo intangible y lo tangible* (Murillo, 2022); *Antología de haijines Viento que florece* (Murillo, Maldonado, Martínez [coords.], 2020).

## Introducción

Palabras, imágenes, sonidos o movimientos en el mundo físico, cuando aparecen desplegados en un procesador electrónico, son todos datos para el ordenador que las procesa. Esta confluencia de manifestaciones en un mismo lenguaje informático las convierte en una sustancia maleable. Es posible intervenirlas: traducirlas, combinarlas, ampliarlas, multiplicarlas... Con esto, también es viable transparentar algunas de estas operaciones para propiciar que las personas aprecien ciertos aspectos, tanto de ese mundo digital con el que interactúan cotidianamente, como de la realidad que las circunda. En este escrito se comparten algunas experimentaciones que parten de estas posibilidades y transitan entre lo impalpable y lo corpóreo. Se reconvierte la expresión digital intangible a una existencia material tangible que invita al descubrimiento y al juego.

En un primer momento, dentro de la sección *Encuentros teóricos*, se exponen algunas bases sobre transcodificación, visualización de información y *data physicalization*<sup>1</sup> que subyacen en los resultados posteriores. Este recorrido es necesario para comprender el

objetivo que guía el trabajo: la sensibilización ante el color y el sonido como dos de los elementos fundamentales que se utilizan para interactuar con el entorno digital; uno más sería el texto, código que se exploró mediante el *haiku* en una primera etapa del trabajo.<sup>2</sup> En esta oportunidad, los recursos cromáticos y sonoros persiguen, a su vez, metas vinculadas a la educación y la divulgación.

Los diferentes ángulos del soporte conceptual implican el diseño de una metodología especial para los ensayos creativos, tema que se aborda en el segundo inciso: *Hoja de ruta*. Ahí se habla un poco del libro de artista como medio expresión e interacción posible para los elementos informáticos elegidos. Tras ese marco común, en la tercera sección, titulada *Derroteros*, se comparten dos series experimentales de transcodificación. La primera, *Color cibernético*, comprende un conjunto de tres libros de artista basados en varias características para definir y manipular este recurso en una pantalla. En la segunda, *Del canto de las aves*, se advierten y captan trinos de algunos pájaros para lograr su identificación tanto visual como auditiva. Se pasa a su expresión formal a través de diversos códigos que se concretan en una serie que inicia con tres libros de artista más. Quien lea este texto podrá disfrutar de manera más cercana estas materializaciones gracias a los códigos QR que se incluyen. Para finalizar la exposición, en la sección *Puerto de llegada* se presentan las conclusiones, donde se reflexiona acerca de cómo, gracias a la transcodificación, la naturaleza, la informática, el diseño y el arte difuminan sus fronteras al convertirse en experiencias multisensoriales.

## Encuentros teóricos

En las sociedades industrializadas, las personas suelen utilizar dispositivos electrónicos tanto para fines profesionales como personales. Textos, hojas de cálculo, imágenes fijas, videos, podcasts, llamadas y un largo etcétera se conjuntan en una misma tecnología, por lo que buena parte del tiempo diario transcurre en la interacción con este tipo de aparatos. Igarza (2009) lo expresa con claridad:

Esta Sociedad Digital, Hiperconectada y Entretenida representa una nueva etapa de la Sociedad de la Información, caracterizada por una sobreproducción y oferta de contenidos que impactan constantemente en todas las actividades humanas. [...] Todo lo que se intercambia y se recibe es reconocible como parte de un proceso comunicativo, aunque esta explosión de datos y símbolos no significa que el uso que se hace de ellos pueda redundar en más producción de significado (p. 41).

Los años transcurridos desde esta reflexión no la modifican, pues el uso de los dispositivos ha aumentado. *¿Cómo lograr una mayor producción de significado? ¿Cómo reconectar a los seres humanos con las experiencias sensibles que se pueden estar perdiendo debido a la hiperconexión?* Estas preguntas han propiciado la creación de los proyectos que se comparten aquí. Surge el primer pilar teórico del trabajo, pues no se pretende satanizar el uso de la

tecnología; simplemente, buscar que exista una mayor comprensión de su funcionamiento, sus características y cómo se relacionan con el mundo natural. El recurso básico para lograr esto es la transcodificación, es decir, la traducción entre los distintos códigos que se despliegan en los teléfonos inteligentes, tabletas u ordenadores.

Esta traducción es posible gracias a la naturaleza de la información en dichos dispositivos. Manovich (2014) la sintetiza al analizar la evolución en las tecnologías de reproducción de la información.

Mientras que las tecnologías de reproducción anteriores —como la xilografía, la impresión con tipos móviles, el grabado, la litografía y la fotografía— conservaban la forma original de los medios, las tecnologías mediáticas de finales del siglo XIX la abandonaron en favor de una señal eléctrica. [...] En otras palabras, introdujeron la *codificación* como una forma de almacenar y transmitir medios. Simultáneamente, estas tecnologías también introdujeron una capa fundamentalmente nueva de los medios: la *interfaz*, es decir, las formas de representar (“formatear”) y controlar la señal. Y esto, a su vez, cambia el funcionamiento de los medios: sus “propiedades” ya no residían únicamente en los datos, sino que ahora también dependían de la interfaz proporcionada por los fabricantes de tecnología (p. 155).

Así pues, apunta Manovich (2014: 154) las personas reciben el código informático ya traducido a una representación análoga y comprensible a sus sentidos: los diversos lenguajes escritos, visuales y auditivos que despliega una interfaz. “[E]l nuevo modelo de codificación y acceso tiene otras ventajas importantes, ya que los datos pueden formatearse de diversas maneras. Este formato puede modificarse interactivamente; también puede almacenarse junto con los datos y recuperarse más tarde” (Manovich, 2014: 155).

El autor también explica que la diferencia entre “medios/contenido” y “datos/información/ conocimiento” no es tajante, sino una dimensión continua, como en una hoja de cálculo, cuyos números pueden traducirse a una gráfica. Este caso es una visualización de información que puede entrar en ambas categorías: siguen siendo datos, pero representados de una nueva manera; una que puede ayudar a su comprensión y, de ahí, llevar al conocimiento (Manovich, 2014: 30).

Surge el encuentro con un segundo campo teórico: el diseño de información y su visualización. Varios autores aportan definiciones con distinciones sutiles sobre ambos conceptos. Más que señalar sus diferencias, interesan sus puntos de cruce.

Parte fundamental del diseño de información es la **visualización**. La literatura académica relacionada con la informática y las ciencias de la computación la describe como “the use of computer-supported, interactive, visual representations of data to amplify cognition”. Sin embargo, aquí propongo una definición más simple y laxa, que no implica el uso ni de ordenadores ni de herramientas interactivas: la visualización consiste en el uso de representaciones gráficas para ampliar la cognición; de esa forma, los términos *visualización* e *infografía* dan nombre a una única disciplina (Cairo, 2011: 33).

Se resalta en el propósito de la visualización, y se encuentra coincidencia con el que indica el International Institute for Information Design (2022, párr. 5): “El diseño de información revela lo que significan los datos y explica cómo funcionan los sistemas complejos”. Ledesma (en Rico y Gómez, 2011: 13) añade aspectos importantes: “encuentra su razón de ser en tres valores generales: *acceso al conocimiento, usabilidad y belleza persuasiva*”. Mazza (2009: 10), además, recupera la tesis de Robert Spence, quien subraya que el proceso de visualizar los datos es una actividad cognitiva mediante la cual las personas construyen modelos mentales de los datos, o más bien, una representación interna del mundo que les rodea. El énfasis en el desarrollo de una operación intelectual amplía la posible conceptualización de visualización a un proceso que involucra otros sentidos para complementarla o hasta sustituirla. De este modo, la “imagen” mental puede funcionar mejor para interpretar fenómenos de variada índole u otras maneras de percibir la realidad.<sup>3</sup> Esto acerca la exploración a un campo derivado, en inglés denominado *data physicalization*:

[E]s un área de investigación amplia y diversa que estudia el uso de artefactos físicos para transmitir datos. Se superpone con varias áreas de investigación, como la visualización de información, la visualización científica, la analítica visual, las interfaces de usuario tangibles, las interfaces de forma cambiante y las interfaces de fabricación personal, así como con el diseño gráfico, la arquitectura y el arte (Dragicevic *et al.*, 2021: 1).

Históricamente, este campo ha existido desde hace mucho tiempo. Jansen *et al.* (2015: 2) reconocen las fichas de los sumerios de hace más de 7000 años, o los quipus de los incas (sistema de registro de información a partir de cordeles anudados). Señalan que “las representaciones físicas de datos pueden apoyar la cognición, la comunicación, el aprendizaje, la resolución de problemas y la toma de decisiones” (p. 5).

Dragicevic *et al.* (2021) identifican cinco usos de la *data physicalization*: la ciencia y la ingeniería; la comunicación y la educación; la accesibilidad de usuarios ciegos y con discapacidad visual; la autorreflexión y autoexpresión; y, finalmente, el disfrute y la construcción de significado (p. 5). Explican que, para la comunicación y la educación, se parte de datos ya analizados para derivar conocimientos específicos; las codificaciones deben ser claras y combinarse con elementos narrativos que guían a la audiencia hacia el descubrimiento y el conocimiento. Señalan que, frente a los fines pragmáticos que suele seguir la *data physicalization* dentro del campo de la visualización de información, existen conceptualizaciones más amplias, como la visualización estética, artística o casual, donde se registran representaciones más lúdicas y placenteras realmente valiosas y potencialmente complementarias a los fines originales, pues consiguen involucrar más a las personas; en concordancia, invitan a considerar esta perspectiva múltiple (pp. 9, 21-22).

Como puede observarse, el campo de la *data physicalization* está aún en construcción. El encuentro teórico entre esta disciplina emergente y el foco del proyecto de investigación, la transcodificación, constituye un punto de partida para las propuestas que se exponen más adelante. En su tipología, coincidirían con el campo del disfrute y la construcción del significado a través de visualizaciones estéticas y artísticas, aunque las autoras que las suscriben no desean sujetarse a clasificaciones rígidas que impidan la libertad creativa.

## Hoja de ruta: el libro de artista como agente provocador

Los objetos de este proyecto encuentran, en su materialización, al libro de artista como una metodología y forma expresiva idónea para alcanzar el objetivo de encuentro con el lector a través de códigos de significación, interpretación y apropiación de los distintos recursos visuales y auditivos (multimodales o trasmedia) que integran las propuestas, en donde lo fundamental es la experiencia lectora.

A mayor abundamiento, es claro que el libro ha sufrido innumerables cambios tanto en su forma como en su contenido desde hace milenios. Medios como la tablilla de arcilla o el rollo de papiro hasta llegar al códice, hablan de una constante transformación. Los libros manuscritos, los impresos y, más recientemente, los formatos digitales, en distintos momentos de la historia han variado sus materiales, tamaños, características formales, contenidos, y sistemas de producción, distribución y comercialización. (Borsuck, 2020).

La reproducción mecánica tanto de los textos como del objeto libro en la era industrial y en el comienzo del siglo XX ayudó a consolidar el códice como un objeto eficiente, portátil y comercializable, que podía ser adquirido en tapa dura o en rústica y ser distribuido a través de redes de librerías, en bibliotecas y en ferias de libros alrededor del mundo (p. 118).

Dentro de este marco, hubo un momento en el que algunos artistas del siglo xx replantearon el libro como una alternativa de creación, experimentación y distribución independiente, de cara a la creciente industria editorial del siglo XIX en la Inglaterra victoriana. Surge así el libro de artista que Johanna Drucker define como “la expresión de arte del siglo XX por excelencia”, fundamentalmente porque cuestiona la forma de producción y comercialización del libro, introduce la práctica colaborativa, plantea la desmaterialización de la obra de arte y propone formas alternativas de distribución. El libro deja de ser el soporte material del contenido para convertirse en un todo articulado que genera sentido y que exige un lector curioso y activo dispuesto a descodificar nuevas y provocadoras propuestas; en breve, plantea nuevas formas de interacción y de lectura (Borsuck, 2020: 119). En esta constante evolución, el surgimiento de la web reconfiguró la forma de lectura e incorporó en los dispositivos digitales plataformas en donde “[L]a literatura electrónica en forma de sitios web con hipervínculos extendió estas estructuras posmodernas al ciberespacio.” De este modo, Borsuck (2020: 237) plantea, que al igual que los libros de artista, la literatura electrónica también considera las estructuras formales de las que se vale para el despliegue de contenidos en pantalla como son los múltiples códigos (capa informática) y desde luego la interfaz (capa cultural) como parte de su contenido, generando un todo integrado.

Los libros de artista que se proponen en esta investigación reúnen e hibridan características analógicas y digitales; se inspiran en el códice o concertina que permite una lectura secuenciada, así como en las tablillas, que al no estar encuadradas brindan al lector la libertad de intercambiar el orden y, con ello, distintos niveles de lectura y construcción lúdica del sentido.

La selección de los recursos cromáticos y auditivos materia de esta investigación, se encuentra en plataformas web o aplicaciones para dispositivos móviles con sus propios sistemas de codificación y transcodificación. A través de la intermedialidad y la interactividad, propuestas por Krieger-Olinto (2003: 183) se transita entre la materialización de los libros a partir del uso de recursos digitales adaptados a los medios de producción artesanal. Se transita de lo digital al material impreso o analógico y, a veces, de vuelta a lo digital.

En el recorrido conceptual y metodológico que cada serie plantea, se advierte un común denominador: el libro de artista como vehículo de construcción de significado y comunicación con el lector, particularmente por considerarlas obras intermedia como apunta Higgins (en Borsuk, 2020).

[I]mplican “una fusión conceptual” de los elementos que las constituyen. Para Higgins, el libro de artista tiene características de intermedia porque su “diseño y formato reflejan el contenido: se inter-fusionan, interpenetran. [...] La experiencia de leerlo, mirarlo, enmarcarlo, eso es lo que el artista subraya al hacer el libro” (p. 246).

Se parte de entender al libro de artista como una interfaz que ayuda, tanto en su elaboración como en su lectura, a descodificar, a interpretar y a construir sentido a partir de los contenidos propuestos, ya sea en el terreno didáctico, o de difusión y divulgación.

Una vez que las autoras determinaron el libro de artista como la salida idónea para la transcodificación del color y el sonido, se trazaron dos puntos de partida comunes para su planteamiento. En primer término, la selección de elementos mínimos y autosuficientes que posibilitaran la transmisión del mensaje mediante obras de corto aliento. En segundo lugar, el juego con los distintos medios, digitales y analógicos, siempre con resultados físicamente palpables. De tal modo, conseguir que las personas tengan la oportunidad de interactuar con los objetos para acortar la distancia entre las representaciones del par de fenómenos en los dispositivos electrónicos y el mundo natural que les dio origen. De ahí los caminos se bifurcan: la visión y el oído encuentran su propia ruta; en ambos casos propician la construcción de imágenes mentales mediante experiencias táctiles y multisensoriales.

## Derroteros

A lo largo de este apartado se exponen las dos series de libros de artista mencionadas, “Color cibernético”, dedicada a la visualización cromática en el entorno digital, y “Del canto de las aves”, donde se transcodifica el sonido como base para la experiencia multimedial.

### a. Color cibernético

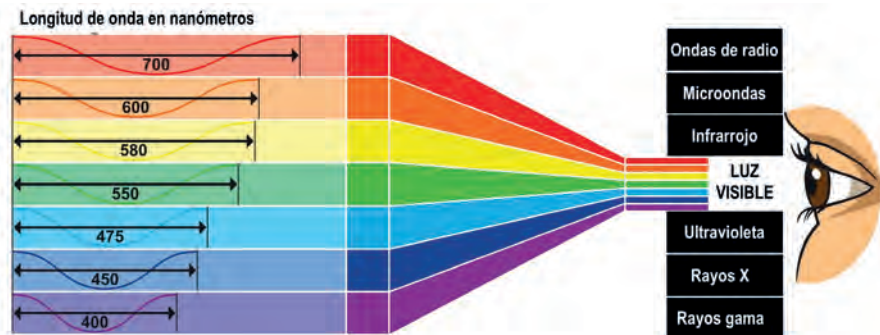
Para la primera serie se empieza con el color como suceso natural y representación digital. La vista es uno de los sentidos que más ocupa el ser humano promedio para percibir

el mundo; constituye también un recurso fundamental para el diseño y el arte. En las pantallas electrónicas, bidimensionales y lisas, es el primer modo de interacción para la transmisión de un mensaje, pues incluso cuando los dispositivos tienen sensores táctiles, el contraste suele ser el elemento que permite acceder a la información.

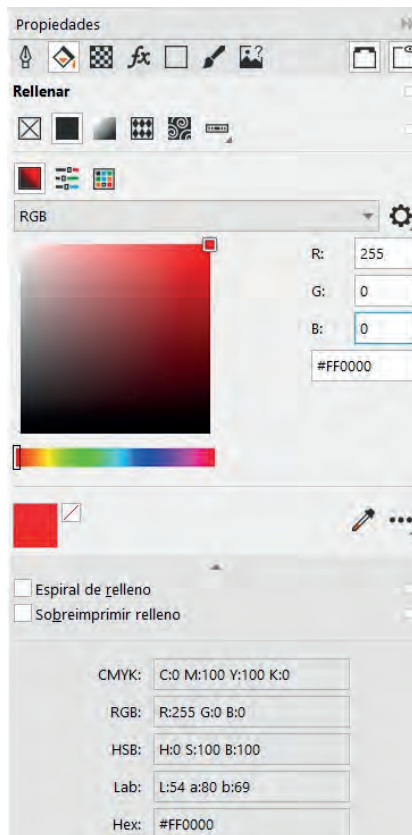
Con el fin de comprender la propuesta creativa, conviene recordar algunos fundamentos de la teoría del color. Su acepción como fenómeno físico es la “Propiedad de la luz transmitida, reflejada o emitida por un objeto, que depende de su longitud de onda” (RAE-ASALE, 2024, s.p.). Es decir, se trata de una onda continua de energía electromagnética; el ser humano puede captar aproximadamente 10 millones de tonos diferentes (Mukamal, 2017), ubicados en el rango denominado espectro visible, que abarca después del infrarrojo y antes del ultravioleta (*Ver Figura 1*). A cada color se le asigna una traducción numérica (en nanómetros), que permite a la ciencia esquematizarla con precisión. El color en la pantalla de un dispositivo electrónico es la representación de un fragmento del espectro visible. Los tonos primarios son el rojo, el verde y el azul —llamados aditivos porque cuando se suman llegan a la luz blanca— parten de su ausencia, desde el negro en el fondo (*Ver Figura 2*).

La unidad de medida del color cambia al pasar a los dispositivos electrónicos. Para el ordenador, donde toda información se compone de datos numéricos, el color no es la excepción; bajo el tono observable, existen capas cuyo nivel inferior, el más cercano a los impulsos eléctricos, es el código binario (0 o 1). La representación numérica o visual de los datos es manipulable desde diferentes modelos: CMYK (*cyan, magenta, yellow, black*) —primarios sustractivos que se utilizan para impresión en medios físicos—; RGB (*red, green, blue*) —primarios aditivos—; HSB (*hue, saturation, brightness*) —tono, saturación y brillo—; Lab, usa los colores que ve una persona con capacidad normal de visión—luminosidad y variaciones en los ejes verde-rojo y azul-amarillo—; y el hexadecimal —sistema numérico de base 16— (Adobe, 2023) (*Ver Figura 3*)<sup>4</sup>.

Para la serie *Color cibernético*, en las transcodificaciones se toman en cuenta tres modelos: el RGB, con una obra para cada tono básico; además, el modelo HSB y el código binario. En cada una se materializa una característica diferente del color digital a partir de sus posibilidades de manipulación numérica, que se traducen en representaciones cromáticas. El tercio de obras comparte una estructura física que emula la lectura de tabletas: sobre un soporte rígido se insertan ocho piezas que forman parte del mismo conjunto.<sup>5</sup> Este número no es arbitrario, remite a una lógica informática pues las medidas básicas de almacenamiento de información —de datos— son múltiplos de ese número: un *byte* se compone de ocho *bits*. En los tres libros de artista se utilizaron fotografías de reproducción libre impresas sobre acetato a color, que demanda utilizar la luz para apreciar las imágenes. El objetivo es múltiple: una persona puede jugar con las piezas y reacomodarlas a voluntad, en un proceso de sensibilización y decodificación propio, a la vez intuitivo y cognitivo. Se acompañan, además, de breves textos externos que ayudan a sintetizar claramente la información para que se convierta en conocimiento. Las audiencias de las piezas son variadas, dependiendo de su grado de especialización; para el público en general, serán obras de divulgación, para estudiantes de diseño y de arte, se convierten también en material didáctico.



1



3



2

**Figura 1.** Espectro de luz visible (Fuente: Dreamstime.com, en Fundación CIENTEC, 2025).

**Figura 2.** Colores primarios aditivos (rojo, verde y azul), con sus tonos secundarios (amarillo, cian y magenta); el blanco al centro como la suma de sus componentes; el negro al fondo, ausencia de luz. (Fuente: Microsoft Learn (2025). Recuperada el 30 de noviembre de 2025 de: <https://learn.microsoft.com/es-es/windows/win32/wcs/additive-primary-colors>).

**Figura 3.** Captura de pantalla para definir el color rojo puro en sus diferentes códigos (Fuente: Corel Draw 2025).

• **Rojo en las fronteras (Sainz, 2025)**

El rojo es el centro del primer libro de artista, desde el modelo RGB. Se seleccionó una fotografía de chiles de árbol.<sup>6</sup> En el conjunto se trabaja con su manipulación digital a partir de la profundidad del color y distintos parámetros de conversión de los tonos gracias a sus valores numéricos.

La profundidad del color significa la cantidad de colores que puede mostrar una imagen; las de formato jpg o png son de ocho bits para cada color primario aditivo, llamado también canal (Universidad Complutense Madrid, 2020, s.p.). En ellas, “los tres canales [RGB] se convierten en 24 (8 bits x 3 canales) bits de información del color por pixel. [...] pueden reproducir hasta 16.7 millones de colores por pixel” (Adobe, 2023, s.p.). Esto se denomina *el espacio de color* (Adobe, 2022b). Los valores de intensidad van de 0 (negro) a 256 para cada componente. Si los tres tienen ese máximo, el resultado es un blanco puro. Sin embargo, al pasar a una impresión, la gama disminuye dependiendo del dispositivo que se utilice. La pantalla para visualizarlos también interviene: teléfonos móviles antiguos o de bajo costo pueden mostrar un rango reducido, con 256 colores como lo más bajo de la escala.

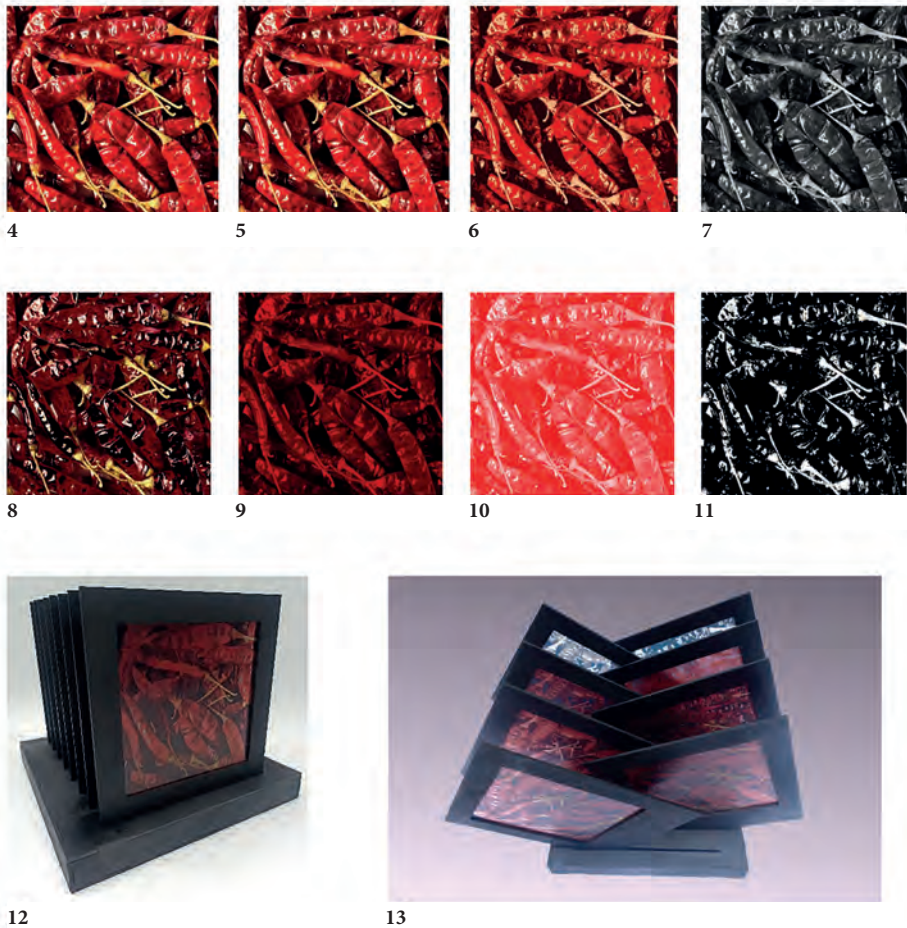
La pregunta disparadora para esta materialización del color es *¿cómo incentivar que quienes la vean se percaten de la diferencia que puede significar en una imagen la variación en la profundidad del color, desde los tres canales básicos y de sus límites como conjunto?* El juego ofrece las siguientes tablillas, a partir de trabajar el espacio de color y tonos límite: rojo, negro y blanco, a eso responde el nombre de la obra *Rojo en las fronteras (Ver Figuras 4 a 13)*.

El texto de invitación al juego dice:

*Rojo en las fronteras*

*¿Sabías que algunas computadoras pueden desplegar hasta 16.7 millones de colores? Para lograrlo, traduce los tonos a números que tú puedes manipular. Te invitamos a jugar con las tablillas de esta obra para distinguir cómo va disminuyendo el número de colores en las imágenes y cómo se ve cuando eliminas el rojo, el blanco o el negro. ¿En cuáles notas más o menos tonos? ¿En qué orden acomodarías las piezas?*

El código a través del cual se definen, despliegan e imprimen las imágenes, probó ser un material flexible. Las tres primeras revelan algunos límites de la visión humana, pues un ojo no entrenado puede encontrar difícil distinguir entre esas tablillas (*Ver Figuras 4 a 6*). Propiciarán el diálogo a partir de las pistas del texto de invitación.



**Figuras 4 a 13:** (4) Impresión láser de la imagen original de 24 bits (16,777,216 colores); se reduce a aproximadamente diez millones (Fuente: Mobile Photography, 2021); (5) Imagen a 256 colores en pantalla (Fuente: manipulación propia de la original); (6) Imagen a 4 colores (Fuente: manipulación propia); (7) Conversión a escala de grises, 16 bits (65,536 tonos en pantalla) (Fuente: manipulación propia); (8) Conversión de los píxeles en rojo puro a negro, 24 bits (Fuente: manipulación propia); (9) Conversión de los píxeles en blanco a rojo puro (Fuente: manipulación propia); (10) Conversión de los píxeles en negro a rojo puro (Fuente: manipulación propia); (11) Conversión de la imagen a blanco y negro, 1 bit (Fuente: manipulación propia); (12) “Rojo en las fronteras”, libro *cerrado*, con las tablas en paralelo (Fuente: elaboración propia); (13) “Rojo en las fronteras”, libro *abierto*, con las tablas alternadas (Fuente: elaboración propia).

• **La revelación del verde (Sainz y Torres, 2025)**

El color verde es el centro de la segunda pieza de la serie. La propiedad que se trabaja en el ordenador es el valor numérico del tono; el recurso para evidenciarlo es la resolución de una imagen. En síntesis, esta se refiere a cuántos píxeles individuales se despliegan en una pulgada dentro de una imagen digital, es decir, píxeles por pulgada (*pixels per inch* o PPI en inglés). Una imagen con menor resolución tiene menos píxeles y, si estos son demasiado grandes, se hacen visibles. Al pasar a la versión impresa, la medida cambia a puntos por pulgada, dpi por sus siglas en inglés (*dots per inch*)<sup>7</sup> (Pettigrew, 2025, s.p.).

En este caso, la pregunta catalizadora para el diseño del libro de artista es *¿cómo evidenciar que, para una computadora, los colores son valores numéricos?* Para propiciar el análisis de quien lo manipula, las tablillas parten, en la primera imagen, de un mosaico de 6 x 6 fotografías donde se aprecia con facilidad la gama del verde; cada paso se reduce 16% la resolución, buscando pixelarla cada vez más. En este proceso, los píxeles resultantes van promediando los colores de cada cuadro previo. Al finalizar, se obtiene *la revelación del verde*: el promedio de todos los tonos iniciales. Al no ser el color puro, incluye los tres primarios aditivos. El tamaño de cada fotografía del mosaico es de 2x2 cm, suficiente para distinguir el contenido, se alcanza a representar una amplia variedad de objetos (*Ver Figuras 14 a 22*).

La leyenda de invitación al perceptor apunta:

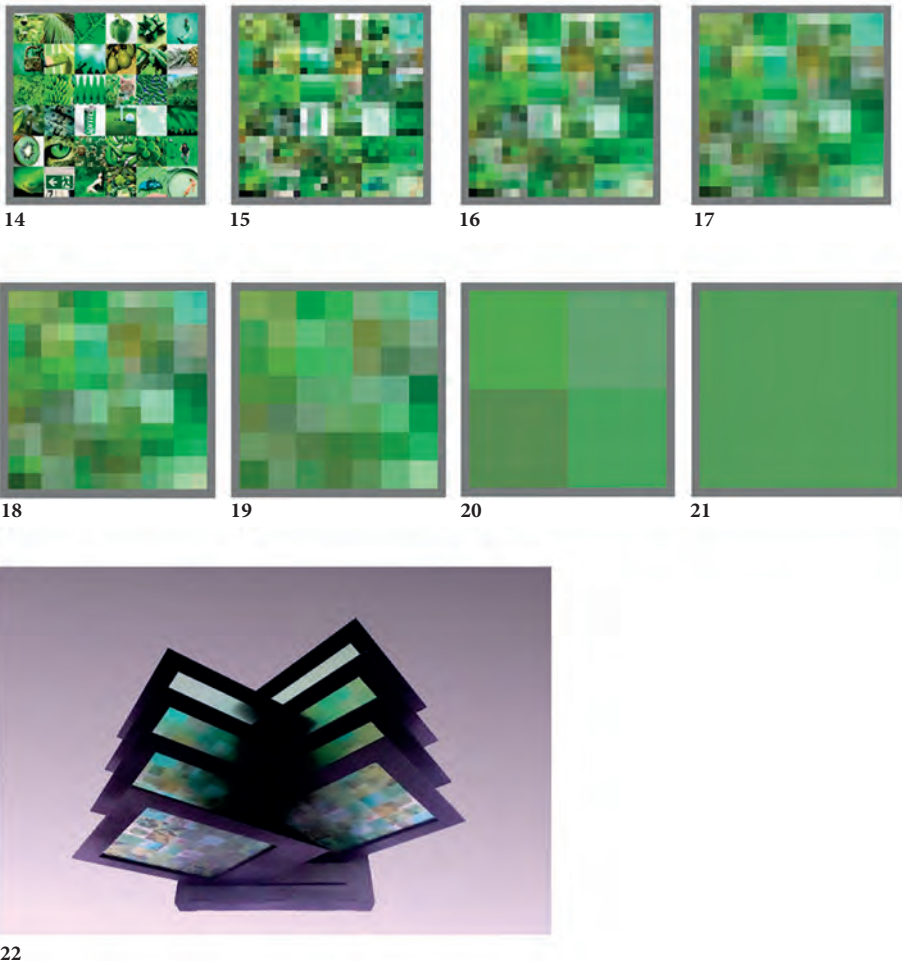
*La revelación del verde*

Si los colores son números para la computadora, *¿podemos promediarlos como en cualquier otra operación aritmética? ¿Qué es lo que se promedia?* Aunque veamos que domina un tono, para la computadora cada pixel puede tener los tres colores básicos en luz: rojo, verde y azul; esto es lo que se toma en cuenta al promediar el color. Juega con las tablillas para descubrir el verde que esconde a todos los otros colores de las fotografías. *¿Cómo se ven dos tablillas encimadas?*

En este caso, la pista que aportan las dimensiones de los píxeles es clara; la apariencia del pixelado remite a una representación común de una imagen digital. Quien manipula las tablillas puede decidir el acomodo definitivo: primero las imágenes para revelar el tono final, o al revés, del verde promedio a descubrir las fotografías originales. La invitación a jugar con la transparencia favorece un mayor involucramiento personal con las *páginas de este libro*.

• **Azul hacia el abismo (Sainz, 2025)**

La tercera pieza de Color cibernético se basa en el azul. La propiedad del color seleccionada para este caso es su luminosidad, es decir, la cantidad de luz en la escala HSB, su tercer parámetro: *brightness*. Para convocar al juego, se hace un paralelismo con la disminución del espectro visible conforme aumenta la profundidad en el océano. Este efecto se produce porque el agua absorbe con mayor facilidad las longitudes de onda de la luz roja visible, mientras que longitudes de onda más cortas, como las del azul, logran penetrar más profundamente.



**Figuras 14 a 22:** (14) Resolución: 100%. Mosaico impreso a 300 dpi. (Fuente: Selección Creative Commons de Sainz y Torres, 2025); (15) Resolución: 84% se aprecia el promedio de tonos en los píxeles resultantes (Fuente: elaboración propia); (16) Resolución: 69%, un promedio del promedio previo (Fuente: elaboración propia); (17) Resolución: 53% (Fuente: elaboración propia); (18) Resolución: 38%; en el proceso matemático se han perdido los tonos puros, como el blanco y el negro (Fuente: elaboración propia); (19) Resolución: 22% (Fuente: elaboración propia); (20) Resolución: 6% (Fuente: elaboración propia); (21) “Verde”. El código numérico RGB revela los valores de rojo 111, verde 153 y azul 87 (Fuente: elaboración propia); (22) “La revelación del verde”, libro abierto; se evidencia el cambio gradual en la resolución (Fuente: elaboración propia).

Cerca del ecuador, a 40 m bajo el agua salada, el mar ya ha absorbido casi todo el color rojo, solo alrededor del 1% de la luz visible penetra hasta los 100 m, principalmente del rango azul. No solo se afectan los colores, también la cantidad o intensidad de luz; la atenuación es gradual, hasta llegar a una zona en la que ya no hay luz solar visible. (University of Hawai'i, 2016).

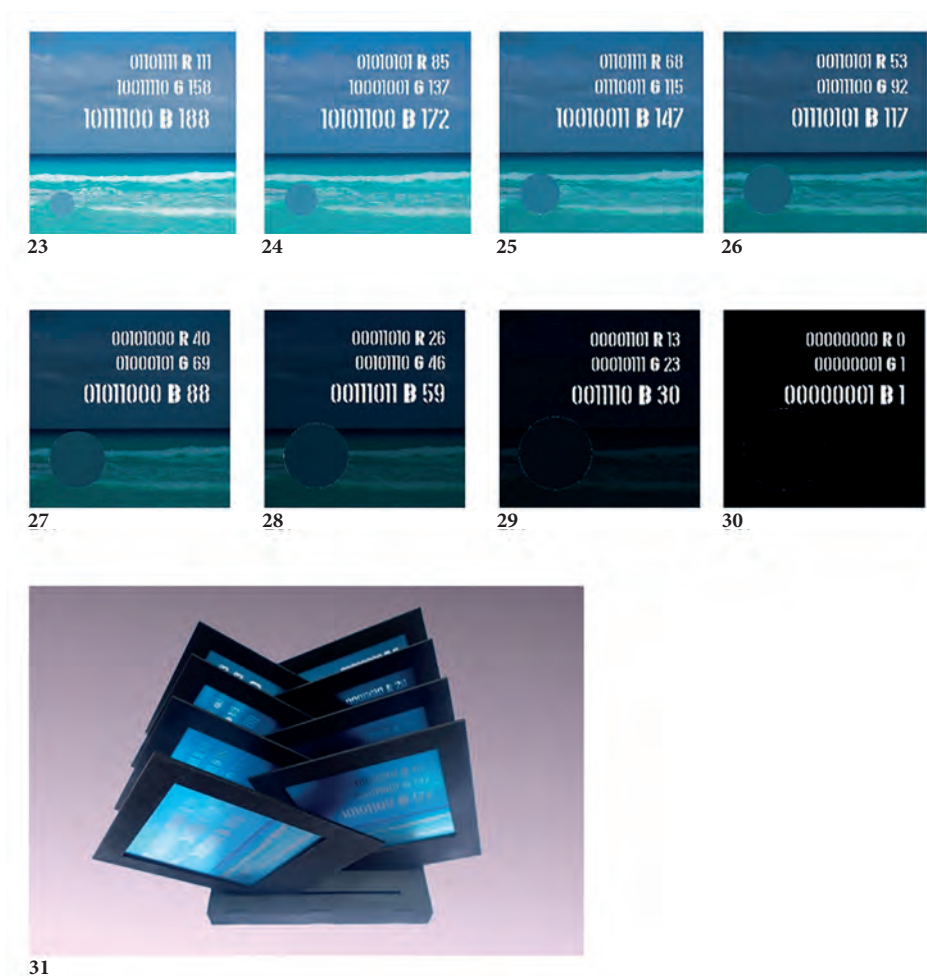
La pregunta para propiciar la reflexión con este libro de artista es: *¿cómo materializar el brillo de una imagen digital y su efecto para el perceptor?* La propuesta se concreta en ocho tablillas; la primera muestra una fotografía del mar caribe mexicano, con una sección de cielo (PxHere, 2017).<sup>8</sup> En las piezas subsecuentes se disminuye gradualmente su luminosidad hasta llegar a un valor mínimo (-14% en cada paso). El color promedio de la imagen se concentra en una sección en la esquina inferior izquierda, que sirve como anclaje para evidenciar los dos códigos numéricos anotados: los valores RGB y su expresión binaria —se le da mayor jerarquía al azul dominante—. Aparte de ser una conexión con *La revelación del verde*, con este recurso es notorio el movimiento de los 00 y 11 hacia la derecha en la cifra binaria (Ver Figuras 23 a 31).

Esta pieza se acompaña de la siguiente narrativa:

*Azul hacia el abismo*

Si el color es luz, *¿qué pasa cuando esta disminuye?* *¿Cómo se nota su falta en los diferentes códigos que utiliza la computadora para expresarlos?* En estas tablillas puedes apreciar el efecto de cuatro maneras: visualmente, con el paisaje que parece anochecer; también con el tono promedio de la imagen que aparece en el círculo de la esquina inferior izquierda. *¿Cuál de los colores promedio identificas como "azul marino"?* El color dominante se traduce a dos códigos más: el binario —que con 0 y 1 es el nivel más simple que utiliza el ordenador—, además de los valores en rgb (rojo, verde y azul). *¿Sabías que cuando te sumerges en el mar, también se van perdiendo los colores que ves en el exterior?*

Quienes manejen la pieza cuentan con varias pistas para su decodificación: el color general del paisaje, el tamaño del círculo con el tono promedio —aumenta su diámetro conforme "el abismo" es más profundo—, y los dos códigos numéricos. De nueva cuenta es posible apreciar que, aunque domina el azul, también aparecen valores de rojo y verde. Dejar un mínimo de luz para que en el último paso no sean cero es un guiño al perceptor, quien a simple vista no podrá distinguir su presencia.



**Figuras 23 a 31:** (23) Fotografía original. El pequeño círculo con el promedio evidencia la pérdida de intensidad que pueden tener los tonos más saturados de la imagen, la S del modelo HSB (Fuente de la imagen original: PxHere, 2017); (24) Disminución: 85.7% de luminosidad. El cielo parece más nublado (Fuente: manipulación propia de la imagen original); (25) Disminución: 71.4% de luminosidad (Fuente: manipulación propia); (26) Disminución: 57.1% de luminosidad. Desaparecen los 1 en el extremo izquierdo de valores binarios en los tres canales (Fuente: manipulación propia); (27) Disminución: 42.8% de luminosidad. Parece una escena nocturna (Fuente: manipulación propia); (28) Disminución: 28.6% de luminosidad. Los valores binarios en 1 se movieron una posición más hacia la derecha (Fuente: manipulación propia); (29) Disminución: 14.3% de luminosidad. Las formas originales son casi imperceptibles (Fuente: manipulación propia); (30) Disminución: 0.04% de luminosidad. El rojo, como en un mar profundo, ha desaparecido por completo; solo queda un punto para el verde y el azul en ambos códigos (Fuente: manipulación propia); (31) "Azul hacia el abismo" libro abierto (Fuente: elaboración propia).

## b. Del canto de las aves (Murillo, 2025)

El punto de partida para la serie “Del canto de las aves”, fue el asombro al escuchar con conciencia y atención el trino de los pájaros en un espacio definido y geolocalizado en la zona sur de la Ciudad de México y el simple disfrute de grabar, con una aplicación del teléfono celular, sus cantos a distintas horas del día. Esta práctica cotidiana, con el tiempo, arrojó las siguientes interrogantes: *¿Cómo identificar la diversidad de sonidos?, ¿cómo identificar las aves que emiten dichos trinos?, ¿por qué en el transcurso de las semanas y meses aparecen nuevos trinos?, ¿cuál es el nombre del pájaro?, ¿a qué especie pertenece?*, entre otras.

Debido a la continua inmersión en los dispositivos digitales y sus aplicaciones de entretenimiento, las personas pueden perder de vista cuanto los rodea, como la presencia de las aves y su canto en los entornos urbanos. Se soslaya o se ignora la importancia de estas especies en los procesos de polinización, dispersión de semillas y control de plagas, además de que ayudan a mantener el equilibrio de los ecosistemas. Adicionalmente, el estudio de White *et al.* (2023: 7) revela la importancia de la observación y alimentación de los pájaros en entornos urbanos como una práctica que provoca alegría y bienestar a quienes la practican, disminuyendo la ansiedad y el estrés.

Las áreas urbanas están creciendo aceleradamente, por lo que es crucial encontrar formas de proteger la biodiversidad que aún conservan. Para lograr esto, el primer paso es identificar las especies presentes en dichas áreas. En este sentido, la ciencia ciudadana ha probado ser una herramienta muy útil, sobre todo, para obtener listados de aves en ambientes urbanos. McCaffrey (en Bata Benitez *et al.*, 2025: 28).

En respuesta a este llamado, la serie tiene el propósito de sensibilizar a los lectores sobre la importancia de la detección de aves en entornos urbanos específicos y hacer uso de la tecnología, entendida como una valiosa herramienta de aprendizaje, para contribuir a través de la ciencia ciudadana a la participación y al intercambio de conocimiento. En cada uno de los libros, la hibridación de recursos impresos y digitales propone nuevas formas de interactividad, lectura y escucha de contenidos.

### • *Del desarrollo del proyecto*

Para desarrollar el proyecto se consideró la necesidad y pertinencia de colaborar, como una observadora más, en el proyecto *Birds of the World* (BOW) (Cornell Lab of Ornithology, 2025) que, en su plataforma de acceso abierto reúne información científica multimedia que se enriquece cotidianamente gracias a la participación ciudadana sobre 11,145 especies de aves en el planeta. La misión de esta iniciativa es “crear y mantener una base de conocimientos global y exhaustiva sobre la historia natural de las aves y recursos de datos avanzados para apoyar la investigación científica y la conservación” (Cornell Lab of Ornithology, 2025, s.p.).

### • ***De la audición a la visualización del sonido***

En la materialización de los tres libros de artista que se presentan, para la transcodificación se tomaron en consideración el registro auditivo humano, el proceso de grabación digital, y la representación del sonido por medio de dos tipos de espectrogramas: el primero de la aplicación de acceso abierto Merlin (en Cornell Lab of Ornithology, 2025) y el segundo de Crome Music Lab (Google, 2016)<sup>9</sup> que generó una visualización tridimensional del patrón del trino de cada ave con un espectro de color amplio; este se redujo a nueve colores expresados en código binario, en valores RGB y en código hexadecimal.

Si bien no se abundará sobre los aspectos que intervienen en la transmisión del sonido, el proceso de audición del ser humano, los sistemas de grabación de audio de los celulares y su conversión a sistemas digitales o la representación gráfica del sonido por medio de un espectrograma, es importante mencionar que en todos ellos se llevan a cabo distintos tipos y niveles de codificación, decodificación y transcodificación.

### • ***Del oído, la vista y la localización***

La experiencia consistió en la detección auditiva (ondas sonoras) de los trinos de diversas aves en un entorno boscoso y preciso de la zona sur de la Ciudad de México. Para el común de las personas resulta difícil la identificación de los pájaros y de sus trinos; los escuchan y los ven en conjunto (capa cultural comprensible).

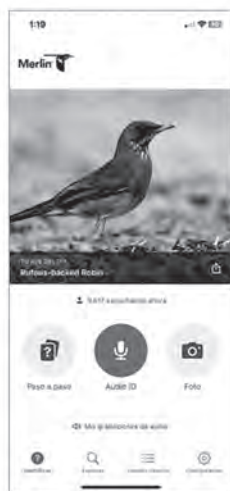
### • ***De la participación en el proyecto BOW y el procesamiento digital***

Se recurrió al uso de la aplicación Merlin, un identificador de sonidos para teléfonos celulares que utiliza la geolocalización del dispositivo para identificar la región y proporcionar información precisa sobre las aves que se encuentran en el área detectada a una hora y fecha específicas. Merlin consigue hibridar múltiples elementos en el mismo dispositivo como soporte de lectura, generando una experiencia interactiva y multimedia (Borsuk, 2020: 204) al fusionar las capas culturales e informáticas.

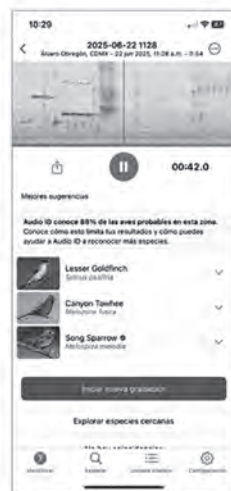
La pantalla inicial muestra un instructivo, un botón de grabación y otro que da acceso a la cámara del aparato para vincular imagen y audio a la base de datos. Asimismo, muestra el número de ciudadanos que escuchan el canto de las aves en tiempo real. Al comenzar la grabación, el micrófono del dispositivo inicia el proceso de codificación de las ondas sonoras al convertirlas en señales eléctricas y procesarlas de manera digital para almacenarlas como archivos de audio en formato WAV<sup>10</sup>.

De manera simultánea, la interfaz muestra un espectrograma<sup>11</sup> que transcodifica el sonido; se registran su frecuencia e intensidad en un período específico de tiempo junto con las imágenes de los pájaros que se encuentran en el entorno, de acuerdo con la base de datos. El sistema diferencia los trinos del ruido ambiental e identifica a cada especie por el patrón de su canto. Las grabaciones del ciudadano se almacenan en un listado vitalicio, organizadas por fecha y hora, el lugar preciso y su duración. La interfaz permite el acceso a otras páginas con información detallada de las especies sugeridas con registros depurados de sus diversos patrones de canto o llamadas. Para registrar los hallazgos en la base de datos del sistema, el ciudadano requiere confirmar la correspondencia entre el ave detectada y la sugerida (*Ver Figuras 32 a 35*).

Para la serie de libros de artista, del listado vitalicio se seleccionó el registro del 2025/06/22 11:28 con una duración de grabación de 0:54 s en la Ciudad de México, cuando se documentaron los cantos de tres aves cuyos nombres en español y latín son: jilguero menor, *spinus psaltria*; gorrión cantor, *melospiza melodia* y toqui pardo, *meozone fusca*. Los criterios editoriales que se establecieron en torno a la materialización de cada obra exigían la diferenciación del patrón de canto de cada ave. Como se aprecia en la Figura 33, en la grabación original o de usuario el espectrograma de Merlin refleja las frecuencias de los trinos y los ruidos del entorno en una visualización conjunta, con un registro visual bidimensional en blanco y negro. Si bien la aplicación también incorpora el registro espectrográfico del patrón del canto de cada ave de la grabación depurada, se estimó que esta visualización no era del todo adecuada, puesto que la intencionalidad de cada pieza no solamente era divulgar información sobre la especie o facilitar la usabilidad del libro; se buscaba evidenciar la belleza persuasiva del espectrograma, como apunta Ledesma (en Rico y Gómez, 2011: 13). Por tal motivo, se decidió migrar a otro tipo de representación visual, una que generara una gráfica tridimensional con gradaciones cromáticas para reflejar la energía del contenido frecuencial de la señal en un lapso específico, a la par de resaltar el atractivo gráfico del patrón de canto.



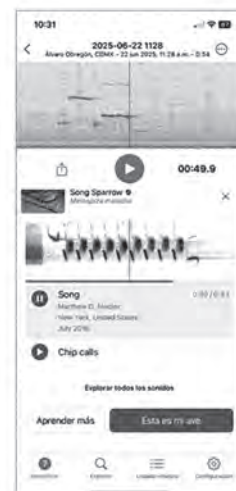
32



33



34



35

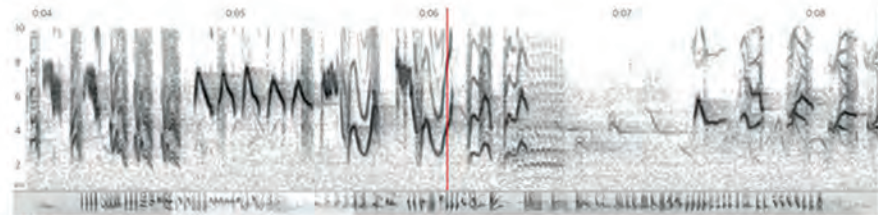
**Figuras 32 a 35:** (32) Página de inicio de app Merlin (Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla); (33) Página de grabación que muestra el espectrograma y las aves detectadas (Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla); (34) Página de listado vitalicio. Selección de sesión (Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla); (35) Espectrograma de la grabación depurada de la base de datos (Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla).

• **De las formas de visualización de los espectrogramas**

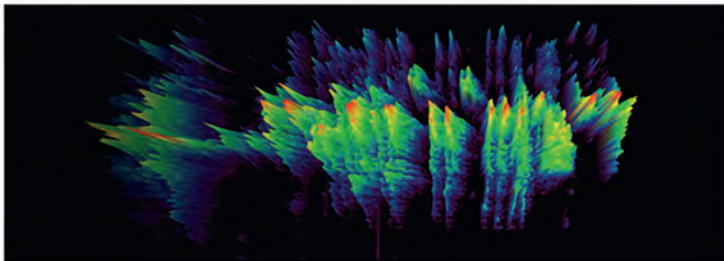
Se utilizó el espectrograma de Chrome Music Lab para generar la imagen tridimensional deseada a partir de cada una de las grabaciones de las aves seleccionadas desde la app Merlin. En el entendido de que el registro espectrográfico muestra los patrones en movimiento (Ver Figura 38), se tomaron las capturas de pantalla respectivas para disponer la imagen en cada uno de los libros. En las Figuras 36 y 37 se muestran las dos formas de representación gráfico-acústica del canto del jilguero menor.

• **De lo digital a lo impreso, de lo impreso a lo digital**

Los criterios editoriales para la migración y adaptación de la información digital al libro de artista establecieron el uso de códex o concertina para disponer los datos más significativos del ave seleccionada, a saber: a) mapa de distribución de la especie en la región; b) la imagen del ave; c) su nombre común en español y el nombre científico en latín; d) el espectrograma dispuesto en una doble página central; e) el esquema explicativo del espectrograma y de su codificación de color reduciendo la gama cromática a nueve colores, cada uno de los cuales incorpora los códigos hexadecimales, RGB y binario; f) la ficha descriptiva del ave; g) el código QR del proyecto *Birds of the World*; h) el código QR del audio del canto. Se dispusieron los elementos en tres dobles páginas pegadas entre sí para generar el códex, con el espectrograma en la parte central (Ver Figuras 39 y 40).<sup>12</sup>



36

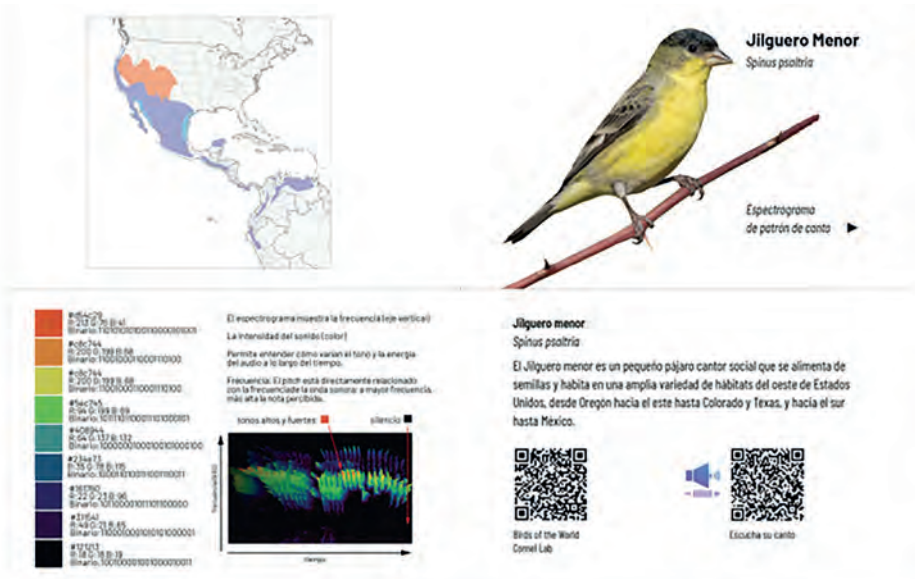


37

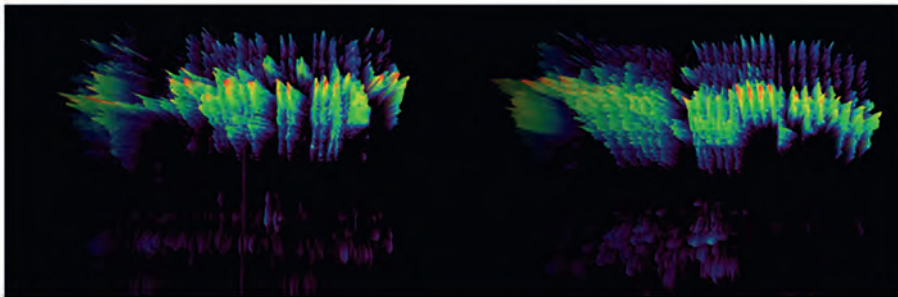


38

**Figuras 36 y 37.** (36) Imagen fija del espectrograma del registro de canto del jilguero de la app Merlin (Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla); (37) Imagen fija del espectrograma del registro de canto del jilguero en la app Chrome Music Lab (Fuente: Elaboración propia, captura de pantalla). **Figura 38.** Código QR para escuchar y ver el registro gráfico-acústico del canto del jilguero en dos espectrógrafos: el primero de la app Merlin, bidimensional en blanco y negro y el segundo de la app Chrome Music Lab tridimensional en color.



39



40

**Figuras 39 y 40.** (39) Archivos de impresión de las páginas del libro “Jilguero menor”. (Fuente: Elaboración propia); (40) Archivo de impresión de las páginas centrales (espectrograma) del libro “Jilguero menor” (Fuente: Elaboración propia).

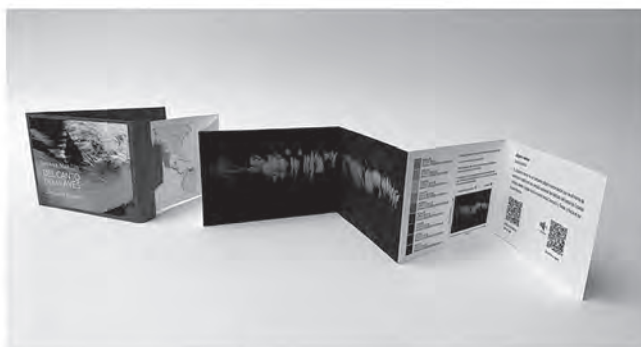
El concepto para la selección de las imágenes de portada fue un acercamiento al plumaje distintivo de cada ave, sobre el cual se dispusieron el nombre de la especie, la colección y el nombre de la artista. Para la encuadernación se elaboró una cartera con una paleta de colores acorde a la gama (Ver Figuras 41 a 45).<sup>13</sup>



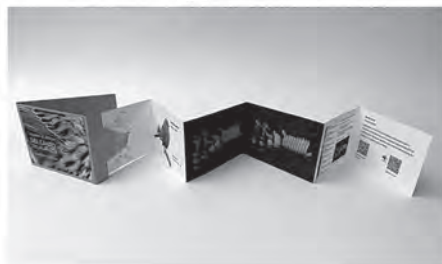
41



42



43



44



45

**Figuras 41 a 45.** (41 y 42). La colección “Del canto de las aves”. Los libros refinados miden 13x8.5 cm (Fuente: Elaboración propia); (43) Concertina desplegada del libro “Jilguero menor”. La concertina extendida mide 78 cm (Fuente: Elaboración propia); (44) Concertina desplegada del libro “Gorrión cantor” (Fuente: Elaboración propia); (45) Concertina desplegada del libro “Toqui pardo” (Fuente: Elaboración propia).

### • *De la visualización del sonido*

De la vasta y creciente información desplegada en los medios digitales del Proyecto BOW, como se señaló, para las exploraciones se decidió destacar la belleza de los patrones de canto de las aves en una visualización de información gráfico-acústica tridimensional. Gracias a esto se busca generar en el lector una experiencia perceptiva en la que la vista y el oído se vinculan para escuchar y “aprender a ver el sonido”. Como señala Borsuk (2020):

[E]l libro [...] puede adquirir muchísimas formas físicas, según las necesidades en términos de contenido y de lectores, o según los deseos del autor. En esencia, es una interfaz a través de la cual nos encontramos con las ideas (p. 193).

El proceso de concreción de una idea que partió del simple gusto por escuchar el trino de las aves, no solo despertó asombro y curiosidad, sino que trazó un camino de exploración abriendo las puertas a múltiples conocimientos, experimentaciones, procesos de creación y colaboración no imaginados.

## Puerto de llegada

Después de las seis veredas creativas de colores y sonidos digitales, conviene preguntarse si se logró el objetivo de sensibilizar y aumentar la comprensión sobre estos recursos en quienes interactúan con los libros de artista. Desde el punto de vista de las autoras, la generación de imágenes mentales sobre los diferentes medios de salida de la informática sí que puede construirse mejor gracias a la *data physicalization* desde una perspectiva lúdica y estética.

La transcodificación como práctica creativa para la divulgación y la educación, en estos casos involucró piezas que convocan al tacto, al movimiento y al descubrimiento en ambas series. En la primera, el color como experiencia cotidiana se transforma en una invitación para hacer una decodificación propia de cada una de las características cromáticas que se exploran. En la segunda, el canto de las aves, también como una vivencia habitual, se convierte en una revelación visual de patrones y arcos dinámicos, a la vez consistentes y únicos. En todas las piezas, el dato se convierte en código; la interfaz en su representación; las visualizaciones en libros de artista. Con ellos se busca despertar la curiosidad y activar la mente a través de una lectura diferente, con formas físicas en las que se trasciende la información numérica para llegar a experiencias sensibles y significativas. Cada lector, cada lectora, podrá observar, examinar, reconocer y dialogar a partir de ellas.

## Notas

1. Se conserva la terminología en inglés debido a la confusión que puede llevar su traducción al castellano. La palabra “fiscalización” no existe en el idioma; la más cercana

sería materialización, sin embargo, en el ámbito informático, la materialización de datos “es el concepto de almacenar datos procesados en un soporte físico, como un disco duro” Fuente: Databricks (2024). Recuperado el 27 de noviembre de 2025 de [databricks.com/glossary/materialized-views](https://databricks.com/glossary/materialized-views)

2. Los resultados que se exponen aquí forman parte del proyecto de investigación “Transcodificación en el diseño y las artes” que se realiza en la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Azcapotzalco, México. Las primeras experimentaciones se compartieron en otro número de esta revista: Sainz González, M. I. y Murillo Islas, M. I. (2025). Códigos mutantes. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación* (259). <https://doi.org/10.18682/cdc.vi259.12407>

3. Por ejemplo, para distintos estilos de aprendizaje o la inclusión de personas con alguna discapacidad, aunque estos factores salen del foco de este escrito.

4. Salvo la versión binaria, el resto se ofrecen como posibilidades de manejo cromático en los programas profesionales de edición de imagen e ilustración. Se incluye la captura de pantalla de la caja de diálogo del programa Corel Draw 2025 por tener las opciones visibles, aunque la suite de Adobe también ofrece estos modos de color.

5. Para llegar a los objetos físicos se utilizó MDF y corte con *router* cnc en las bases y marcos, mientras que el contenido se produjo mediante impresiones láser a 300 dpi (dpi, acrónimo en inglés por *dots per inch*; en la sección de *La revelación del verde* se habla más al respecto).

6. Especie *Capsicum annum*. Fuente de la imagen original: Mobile Photography (2021). <https://www.pexels.com/es-es/foto/chile-picante-seco-secado-6902055>

7. Para evitar la confusión entre ppp (píxeles por pulgada), unidad de medida para despliegue en pantalla, y ppp (puntos por pulgada), unidad de medida en medios impresos, se conservan las siglas en inglés: ppi y dpi.

8. PxHere (2017). [pxhere.com/es/photo/647595](https://pxhere.com/es/photo/647595)

9. Sitio web con tecnología de libre acceso que facilita el aprendizaje de la música a través de experimentos prácticos, como Web Audio API, WebMIDI, Tone.js y otras. Estas herramientas facilitan a los programadores la creación de nuevas experiencias musicales interactivas. (Google, 2016).

10. El formato WAV (Waveform Audio File) archivo de audio de forma de onda, conserva los datos originales, por lo que es ideal para profesionales de ingeniería de sonido. “Ofrece la mejor calidad posible. Puede tener [una profundidad de] 24 o 32 bits y una velocidad de ejemplificación de hasta 192 kHz, e incluso superior en la actualidad”. (Adobe, 2022a).

11. Es resultado de calcular el espectro de frecuencias de una señal analógica por las ventanas de tiempo de la misma. Resulta una gráfica tridimensional que representa la energía del contenido frecuencial de la señal según varía a lo largo del tiempo. “Es la representación de las variaciones de la frecuencia en la ordenada (eje vertical: abajo-arriba) y de la señal sonora a lo largo del tiempo en la abscisa (eje horizontal: izquierda-derecha).” (Byron, 2012, p. 2)

12. Se prepararon los archivos digitales en Indesign de Adobe y se exportaron a formato pdf para la impresión en inyección de tinta sobre papel sensibilizado (*double weight*).

13. Para la portada se adhirió una etiqueta impresa en inyección de tinta a la cartulina Murillo seleccionada para la cubierta.

## Referencias bibliográficas

- Adobe. (2022a, marzo 30). *Mejores tipos de formatos de audio*. <https://www.adobe.com/mx/creativecloud/video/discover/best-audio-format.html>
- Adobe. (2022b, diciembre 28). *Información general sobre el color en Illustrator*. <https://helpx.adobe.com/mx/illustrator/using/color.html>
- Adobe. (2023, mayo 24). *Conceptos de modos de color en Photoshop*. <https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/color-modes.html>
- Bata Benitez, R., Meneses Paredes, A., Krzysztof Janczur, M., y Guerrero, J. (2025). Listando las aves en un conjunto urbano mediante ciencia ciudadana. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, 142, 27–34. <https://contactos.izt.uam.mx/index.php/contactos/article/view/565>
- Borsuk, A. (2020). *El libro expandido. Variaciones, materialidad y experimentos* (L. Cordone, Trad.; 1a ed.). Ampersand. <https://www.edicionesampersand.com/product-page/el-libro-expandido-amaranth-borsuk>
- Byron, J. A. (2012). Análisis espectral. En *Academia.edu*. [https://www.academia.edu/5270098/An%C3%A1lisis\\_espectral](https://www.academia.edu/5270098/An%C3%A1lisis_espectral)
- Cairo, A. (2011). *El arte funcional, infografía y visualización de la información* (1a ed.). Alamut Ediciones.
- Cornell Lab of Ornithology. (2025, septiembre 12). *Birds of the World*. Cornell University. <https://birdsoftheworld.org/bow/home>
- Dragicevic, P., Jansen, Y., y Vande Moere, A. (2021). Data Physicalization. En *Handbook of Human Computer Interaction* (pp. 1–51). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27648-9\\_94-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27648-9_94-1)
- Google. (2016, marzo 8). *Chrome Music Lab*. <https://musiclab.chromeexperiments.com/>
- Igarza, R. (2009). *Burbujas de ocio* (1a ed.). La Crujía.
- International Institute for Information Design. (2022, octubre 18). *Information Design*. <https://www.iiid.net/about/information-design/>
- Jansen, Y., Dragicevic, P., Isenberg, P., Alexander, J., Karnik, A., Kildal, J., Subramanian, S., y Hornbæk, K. (2015). Opportunities and challenges for data physicalization. En *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* (Vols. 2015–April, pp. 3227–3236). Association for Computing Machinery. [https://doi.org/10.1145/2702123.2702180/SUPPL\\_FILE/P3227-JANSEN.MP4](https://doi.org/10.1145/2702123.2702180/SUPPL_FILE/P3227-JANSEN.MP4)
- Manovich, L. (2014). *Software Takes Command*. Bloomsbury Academic. <https://doi.org/10.5040/9781472544988>
- Mazza, Riccardo. (2009). *Introduction to information visualization* (1a ed.). Springer. <https://doi.org/978-1-84800-219-7>
- Mukamal, R. (2017, agosto 11). *Cómo ven los humanos en color*. American Academy of Ophthalmology. <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/como-ven-los-humanos-en-color>
- Pettigrew, R. (2025, septiembre 8). *All About Images: What is Resolution?* <https://guides.lib.umich.edu/c.php?g=282942&p=1885350>
- RAE - ASALE. (2024). Color | Definición. En *Diccionario de la lengua española*. Real Academia Española. <https://dle.rae.es/color>

- Rico, E. J., y Gómez, M. G. (2011). *Estudios críticos sobre diseño de información* (1a ed.). Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Buenos Aires. [https://www.academia.edu/38663502/Estudios\\_críticos\\_sobre\\_diseño\\_de\\_información](https://www.academia.edu/38663502/Estudios_críticos_sobre_diseño_de_información)
- University of Hawai'i. (2016, marzo 8). *Light in the Ocean*. <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/ocean-depths/light-ocean>
- White, M. E., Hamlin, I., Butler, C. W., y Richardson, M. (2023). The Joy of birds: the effect of rating for joy or counting garden bird species on wellbeing, anxiety, and nature connection. *Urban Ecosystems* 26:3, 26(3), 755–765. <https://doi.org/10.1007/S11252-023-01334-Y>

**Abstract:** Computational language, which underpins all experiences mediated by a computer, is expressed through different output channels such as text, images and sound. Another defining characteristic is its malleability, as these diverse representations can be translated into one another because, for the machine, everything is numerical code. This article presents two experimental series that exploit these qualities through the medium of the artist's book.

The first series, *Cybernetic Colour*, consists of works focused on red, green and blue; through the use of tablets, viewers are invited to discover and appreciate various properties of chromatic display on screen. The second series, *Of Birds' Song*, centres on sound; in these concertina-format works, auditory perception is translated into visual and acoustic codes (via QR codes). Together, the works foster a multisensory experience for the reader, encouraging heightened sensitivity to and appreciation of nature and the beings that inhabit it.

Through these six objects, the boundaries between media and codes are questioned in order to expand sensory experiences, with educational and science communication purposes.

**Keywords:** Transmedia - Transcoding - Design - Art - Light colour - Birdsong - Expanded experiences - Design education - Science communication

**Resumo:** A linguagem computacional, comum a todas as experiências mediadas por computador, manifesta-se por meio de diferentes canais de saída, como textos, imagens e sons. Outra de suas características fundamentais é a maleabilidade, uma vez que as diversas representações podem ser traduzidas entre si, pois, para o dispositivo, tudo se reduz a código numérico. Este trabalho apresenta duas séries experimentais que exploram essas qualidades por meio do livro de artista.

Na primeira série, *Cor Cibernética*, com peças centradas no vermelho, no verde e no azul, o uso de tablets convida o observador a descobrir e apreciar diferentes propriedades do desdobramento cromático na tela. Na segunda série, *Do canto das aves*, o foco recai sobre o som; nessas obras em formato de concertina, a percepção sonora é traduzida em códigos visuais e acústicos (por meio de QR codes). Promove-se, assim, uma experiência

multissensorial no leitor, estimulando sua sensibilização e valorização da natureza e dos seres que a habitam.

Por meio desses seis objetos, questionam-se as fronteiras entre os meios e os códigos com o objetivo de expandir as experiências sensoriais das pessoas, com propósitos educativos e de divulgação científica.

**Palavras-chave:** Transmídia - Transcodificação - Design - Arte - Cor-luz - Trinos - Experiências expandidas - Educação em design - Divulgação científica

---