



Bioinspirando: la biomímesis como interfaz educomunicativa en una escuela popular ambiental

- Bioinspiring: Biomimicry as an Educational Communication Interface in a Popular Environmental School
- Bioinspirando: a biomimética como interface educomunicativa em uma escola popular ambiental

Denís Toledo-Nieto*  

Forma de citar este artículo

Toledo-Nieto, D. (2026). Bioinspirando: la biomímesis como interfaz educomunicativa en una escuela popular ambiental. *Tecné Episteme y Didaxis*: TED, (60), e22806, <https://doi.org/10.17227/ted.num60-22806>

* Diseñadora Industrial, Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia. Magister en Comunicación-Educación, Facultad de ciencias y educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. datoledon@udistrital.edu.co

Resumen

Este artículo presenta el caso educativo *Bioinspirando*, taller desarrollado en noviembre de 2024 en una Escuela Popular Ambiental (EPA) en el Alto Fucha de Bogotá. Se construye articulando los campos del diseño y de la comunicación-educación para el desarrollo de mediadores didácticos en el contexto de la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación en espacios de ciencia comunitaria. Su propósito fue conectar los mundos naturales que trabaja la EPA y el mundo tecnológico como expresión de la ciencia aplicada, por lo cual la biomímesis como disciplina que toma lecciones de la naturaleza para llevarlas a la innovación tecnológica sostenible, fue identificada como interfaz ideal para hacer dicha conexión. El diseño con enfoque educomunicativo del taller, pone especial atención en las mediaciones que se espera emerjan en la interacción de niñas y niños con los mediadores didácticos diseñados, materializados en narrativas, acciones, espacios y recursos, en combinación con metodologías de educación popular. Se plantean tres sesiones para el aprendizaje secuencial y acumulativo de conceptos de Biomímesis en torno a contenidos abordados en la EPA, para cerrar con un ejercicio práctico de aplicación en su territorio. A partir de las evidencias y las lecciones aprendidas, se dan recomendaciones para educadores y diseñadores interesados en explorar la biomímesis como interfaz didáctica y en desarrollar mediadores creativos, responsables y coherentes con el contexto social y educativo.

Reporte de caso educativo

Fecha de recepción: 16/02/2025
Fecha de aprobación: 09/03/2026
Fecha de publicación: 01/07/2026



Palabras clave

educación comunitaria; gestión del conocimiento; mediación didáctica; biomimética; ciencia y tecnología; diseño didáctico

Abstract

This article presents the educational case study *Bioinspiring* (Bioinspirando), a workshop held in November 2024 at a Popular Environmental School (PES) in Alto Fucha, Bogotá. It combines the fields of design and communication-education to develop educational mediators in the context of the social use of science, technology, and innovation in community science spaces. It was meant to connect the natural world that the PES works with and the technological world as an expression of applied science. Biomimicry is a way of taking ideas from nature and using them to create new technology that does not harm the environment. It was seen as the perfect way to make this connection. The workshop's educommunicative approach places special emphasis on the mediations that are expected to emerge in the interaction between children and the educational mediators designed, in combination with popular education methodologies. Three sessions are proposed for the sequential and cumulative learning of biomimicry concepts based on content addressed in the PES, concluding with a practical exercise to show how the ideas can be used in people's territories. Based on evidence and lessons learned, recommendations are provided for educators and designers interested in exploring biomimicry as a teaching tool and developing responsible, context-appropriate creative mediators. These are for people who want to use biomimicry to help children learn, and for people who want to create creative tools that are in line with the context.

Keywords

community education; knowledge dissemination; learning mediations; biomimetics; science and technology; teaching design

Resumo

Este artigo apresenta o caso de educação *Bioinspirando*. Trata-se de um workshop que decorreu em novembro de 2024 numa Escola Popular Ambiental (EPA) em Alto Fucha, Bogotá. Foi construído ligando o design e a comunicação-educação para criar ferramentas que ajudam a ensinar ciência, tecnologia e inovação em espaços comunitários. O objetivo foi ligar os mundos naturais com que a EPA trabalha ao mundo tecnológico, que é a expressão da ciência aplicada. Para isso, a biomimética, que é a disciplina que aprende com a natureza para criar tecnologia inovadora e sustentável, foi identificada como a melhor forma de fazer essa ligação. O design do workshop, que se foca na educação, presta especial atenção às interações entre crianças e adultos. Estas interações são representadas através de histórias, ações, espaços e recursos, combinados com métodos de educação popular. O texto é sobre como fazer uma coisa. São propostas três sessões para aprender os conceitos de biomimética de forma sequencial e cumulativa. Os conceitos são apresentados à volta dos temas que têm sido trabalhados na EPA. No final, haverá um exercício prático para aplicar os conceitos no seu território. Depois de analisar os dados e aprender com os erros, são dadas recomendações para educadores e designers que queiram usar a biomimética para ensinar e criar métodos que sejam criativos, responsáveis e que tenham a ver com a realidade social e educativa.

Palavras-chave

educação comunitária; gestão do conhecimento; mediação didática; biomimética; ciência e tecnologia; design didático

Introducción

El taller Bioinspirando surge del interés académico en una Maestría en Comunicación-Educación y del interés profesional como diseñadora de recursos educativos por ampliar la comprensión de lo didáctico y de las implicaciones que abarca el desarrollo de mediadores, en el marco de la apropiación social del conocimiento.

En los años 1600, con su *Didáctica Magna*, Comenius sienta las bases de la educación moderna al reconocer el valor de los recursos didácticos en el ecosistema educativo como instrumental docente que permite superar las limitaciones de los métodos discursivos y teóricos en la enseñanza. Hoy, en la llamada sociedad de la información y del conocimiento, la transformación tecnológica derivada de la aplicación de los avances de las ciencias naturales en contextos productivos y dinámicas de mercado ha permeado la educación, lo que plantea nuevos retos para la didáctica y para la capacidad de respuesta de pedagogos y diseñadores de recursos educativos, quienes deben abordar la formación en tecnología como competencia esencial, siendo esta fin y medio a la vez.

En la intersección entre tecnología y educación se abren distintas rutas de exploración, como la denominada *tecnología educativa*, que se enfoca en el impacto del uso de estos dispositivos dentro y fuera del aula, o la que recorre este trabajo, donde se indaga por la enseñanza de la tecnología en espacios de educación alternativos, es decir, aquellos diferentes de la educación formal, como mecanismo de apropiación del conocimiento científico.

La experiencia pedagógica alternativa “Escuela de Educación Popular Ambiental Currutús de la Montaña” (CdIM), del colectivo Endémico Andino en el Alto Fucha (Bogotá), ha trabajado por casi tres años con niñas y niños que participan voluntariamente. Su propuesta combina arte, ciencia y exploración del territorio para generar conocimiento mediante

dinámicas colaborativas que promueven nuevas formas de organización, aprendizaje y comunicación. A través del contacto con la naturaleza y el entorno fomenta el pensamiento científico, la sensibilidad estética y el sentido de comunidad y pertenencia, como una apuesta política de incidencia.

A partir de la comprensión del proyecto y del grupo, se desarrolla un taller con el propósito de introducir la tecnología como tema para la apropiación del conocimiento científico aplicado, con el fin de propiciar un acercamiento que permita percibirla como una herramienta para encontrar soluciones sostenibles y respetuosas con distintas formas de vida frente a problemáticas de su contexto.

Para construir un puente narrativo y conceptual entre el mundo tecnológico y las temáticas que desarrollan en CdIM, se identifica la *biomímesis* (bio/vida + mímesis/imitar) como un enfoque idóneo, pues es un campo que aplica lecciones de la naturaleza a la innovación tecnológica sostenible y se alinea con la biofilia y la tecnofilia propias de infantes y jóvenes.

Así surge Bioinspirando, producto de investigación-creación de maestría en Comunicación-Educación, como taller de educación popular a cargo de una diseñadora de mediadores didácticos asesorada por una bióloga experta en biomímesis. Su base teórica, componentes, implementación, resultados y conclusiones se detallan a continuación.

Fundamentación de la experiencia

Bioinspirando aborda la didáctica para la apropiación social del conocimiento, enfoque de la divulgación científica que busca aproximar el conocimiento experto a la sociedad en general para democratizarlo (Lozano, 2005). Para ello se articulan conceptos como didáctica para la educación popular, ciencia y tecnología en espacios comunitarios y diseño social a través de la *biomímesis*.

Respecto de la didáctica, a la luz del campo comunicación-educación, se observa que los recursos didácticos trascienden su alcance instrumental educativo al operar como dispositivos que, además de conocimiento, transmiten información y activan mediaciones de tipo cultural y político inmersas en el componente comunicativo de su producción y uso (Martín-Barbero, 1978). La *mediación* se entiende como el proceso mediante el cual las personas construyen, transforman e interpretan significados según diversos factores que inciden en cómo reciben, comprenden y producen información. Por ello, en este documento los recursos didácticos se denominan *mediadores didácticos*, con el fin de enfatizar el carácter comunicativo del proceso educativo.

Dichos mediadores facilitan la *mediación pedagógica*, que, según Alzate-Ortiz y Castañeda-Patiño (2020), “teje y construye puentes entre los estudiantes, los conocimientos y el contexto, y permite dotar de sentido a la práctica docente” (p. 4). Transmiten el *discurso didáctico*, entendido como el uso de estrategias lingüísticas y semióticas para estructurar el conocimiento y facilitar su comprensión por parte del aprendiz (Calsamiglia y Tusón, 2019). Este discurso abarca lenguajes verbales y no verbales que interactúan en distintos modos de comunicación —texto, imagen, sonido, movimiento—, lo que hoy se reconoce como multimodalidad (Kress, 2010; Jewitt et al., 2016).

Por lo tanto, al referirse a la *didáctica científica* se deben explorar opciones lingüísticas multimodales que atiendan los diversos modelos pedagógicos y estilos de aprendizaje que facilitan, parafraseando a Lemke (1997), *hablar ciencia*. El autor señala que esta didáctica debe enfocarse en comprender mejor el compromiso emocional e intelectual presente en el asombro que causan los fenómenos naturales en todas las edades, promover una actitud crítica frente a la producción y uso del conocimiento científico, interrelacionar los métodos científicos con otras formas de conocer e identificar posibilidades para que la educación científica aporte a la alfabetización multimedial y al desarrollo del pensamiento crítico.

En cuanto a la apropiación social de la ciencia (ASC), esta surge en los años sesenta, cuando la ciencia y su divulgación fueron cuestionadas a la luz de las teorías críticas por la instrumentalización del conocimiento al servicio del armamentismo y de la tecnificación industrial, con graves consecuencias sociales, ambientales y sanitarias. Existen dos enfoques de ASC diferenciados por su modelo comunicativo (Lozano, 2005): el deficitario, que, aunque acerca a la comunidad científica con la sociedad, mantiene la jerarquía entre saber experto y saber empírico en la llamada ciencia ciudadana; y el democrático, en el cual la ciencia dialoga y colabora con comunidades en la resolución de problemáticas territoriales. Este último será la base de la ciencia comunitaria como modelo adoptado en Bioinspirando.

Por la misma época, el modelo de educación popular (EP) surge en América Latina como reacción a un modelo educativo que se considera perpetúa desigualdades y limita la formación de personas y comunidades autónomas. Gracias

al aporte de distintas figuras, la EP es hoy un modelo consolidado en torno a dos grandes ideas-fuerza: la educación como proceso mediante el cual las personas reflexionan sobre su vida y su contexto, y la educación como medio para potenciar la construcción de otras realidades.

Para seguir desarrollando el pensamiento científico, creativo y crítico en la propuesta de taller con el modelo de la EPA, se revisan la *Pedagogía de la pregunta* (Freire et al., 2010), que prioriza el saber preguntar sobre aprender respuestas memorizadas, y la *Pedagogía de la esperanza* (Freire, 2002), que plantea que educar con conciencia de la realidad motiva el deseo y la acción transformadora.

En cuanto a la planeación metodológica con modelo EP, se toman los cuatro principios señalados por Jara (2017): a) la integración del trabajo manual con el trabajo intelectual; b) la reunión de personas que trabajan en torno a una tarea común; c) la transformación colectiva de una situación; y d) la creación colectiva de una nueva forma o producto. Las dinámicas en la EPA incorporan el contexto por ser un proceso colectivo en territorio y relacionan el saber de los mundos natural y tecnológico con acciones cotidianas que abordan problemáticas locales (Ithuralde, 2020). Así, la educación ambiental adquiere una concepción socioambiental emancipadora (Archanjo et al., 2022), en la que los temas generadores de las acciones didáctico-pedagógicas son las problemáticas propias para desarrollar una mirada crítica que comprenda sus causas, consecuencias y conexiones con los contextos local, regional, nacional y global.

De las corrientes críticas emergen también nuevos enfoques como el diseño social y el biodiseño que, conscientes del daño causado por la sobreproducción de bienes (Papanek, 1971), priorizan el cuidado de la vida y se orientan hacia transiciones sostenibles y pluriversales (Escobar, 2016). Dentro de la línea del biodiseño se encuentra la *biomímesis*,

área emergente que aborda problemas de la sociedad a partir de la observación y emulación de estrategias presentes en la naturaleza, resultado de millones de años de evolución, para desarrollar tecnologías innovadoras y sostenibles (Martínez Toledo, 2021).

Como antecedentes del uso de la biomímesis en procesos educativos se encuentran *Biodiseño en colegios* (Turano et al., 2020) y *Biomímesis en colegios*, del grupo Atarraya STEM de la Universidad de los Andes (2021), que combinan el pensamiento de diseño con el pensamiento científico para que docentes y estudiantes de educación básica y media identifiquen lecciones de diseño presentes en las especies de su territorio e ideen soluciones a sus problemáticas ambientales.

Para diseñar se debe partir siempre de la comprensión del contexto de intervención. La EPA Currucutús de la Montaña está integrada por quince niñas y niños entre siete y catorce años y tres adultos coordinadores, quienes desde 2023 crean productos que sensibilizan y enseñan sobre el cuidado de las especies del Alto Fucha en Bogotá. De su exploración artística surge la obra de teatro *Del llano a la montaña: memorias de una tingua*, creación colectiva en la que la tingua, el currucutú (búho), la mirla de agua, el chimbilá (murciélago) y la camaleona andina, junto con otras especies, narran la migración de la tingua desde los Llanos Orientales hasta los humedales de la Sabana, combinando ecología con reflexiones sobre el cuidado, la urbanización y la convivencia entre especies. Por lo tanto, la obra será el punto de articulación narrativa con el taller propuesto.

Descripción de la experiencia

El taller Bioinspirando se desarrolla en el salón La Casa de la Lluvia [de ideas] y en un bosque de reserva forestal, espacios significativos del territorio por ser de autogestión y defensa comunitaria. Para darle continuidad al proceso,

sigue las dinámicas de tiempos y acuerdos de la EPA y se conecta con el hilo narrativo de la obra de teatro al tomar a los cinco protagonistas como sujetos de estudio biomimético. Para construir conocimiento de manera colectiva, secuencial y acumulativa, se definen tres sesiones.

Sesión 1. Observar: introducción a la biomímesis

Objetivo: a partir de una nueva mirada a los animales protagonistas, identificar conceptos relativos a la *biomímesis*.

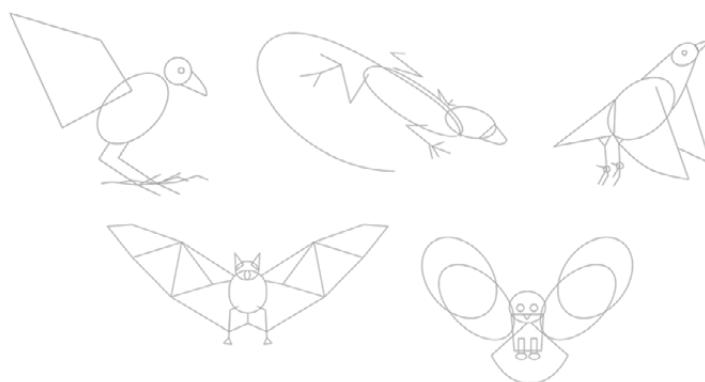
Momentos:

1. Introducción del taller al grupo.
2. Banco de preguntas de activación.
3. Geometría y naturaleza: dibujo sobre plantillas esquematizadas de las anatomías (Figura 1).
4. Concepto *forma-función* a través de preguntas provocadoras para activar hipótesis que relacionen funciones con variaciones formales.
5. Conceptos *evolución, adaptación y biodiversidad*, con la actividad *Los tatatataranietos del tetrápodo ancestral* (Figura 2).
6. Introducción al concepto de *biomímesis* con diapositivas y preguntas para inferir colectivamente su definición.
7. Discusión y comentarios finales.

Mediadores didácticos desarrollados:

Figura 1.

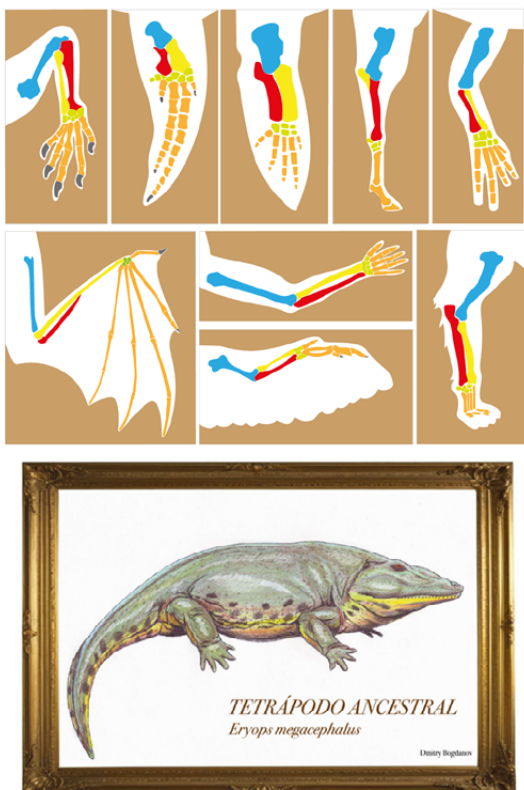
Plantillas de anatomías esquemáticas para identificar la geometría como estructura de la naturaleza y el arte



Fuente: elaboración propia.

Figura 2.

Los tatatataranietos del tetrápodo ancestral, compuesto por 9 tableros con los huesos de la extremidad superior de distintos animales (león, caballo, ballena, murciélago, paloma, delfín, cocodrilo, rana y humano), divididos en cinco secciones por color. Cada grupo trabaja con 3 tableros. Cada persona moldea los correspondientes al mismo color de plastilina. Identifican coincidencias y diferencias, descubren el animal con ayuda de siluetas negativas. La causa de la similitud puede ser un ancestro común: el tetrápodo ancestral (*Eryops megacephalus*), cuyo proceso evolutivo explica la biodiversidad actual



Fuente: elaboración propia.

Sesión 2. Ingeniar: del mecanismo biológico al tecnológico

Objetivo: identificar lecciones funcionales de los animales que pueden convertirse en prototipo mecánico.

Momentos:

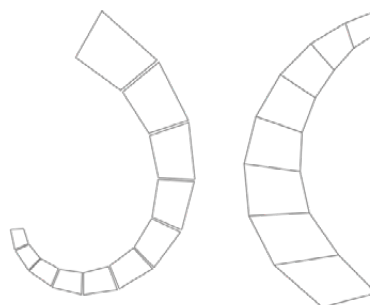
1. Mecanismo biológico: explicación, con imágenes y videos, de la bio-mecánica de la pata de la tinguia, el ala del murciélago y la cola de la camaleona.
2. Elaboración de prototipos mecánicos con materiales comunes, en tres grupos por edades para distintos niveles de complejidad: cola de camaleona = inicial (Figura 3a), ala de murciélago = intermedio (Figura 3b) y pata de tinguia = avanzado (Figura 3c).
3. Exposición y explicación de los resultados al grupo.
4. Semillas voladoras: construcción y manipulación de hélices de papel (Figura 4) como ejemplo de la simplicidad y eficiencia energética de la naturaleza.
5. Reflexión final.

Mediadores didácticos desarrollados:

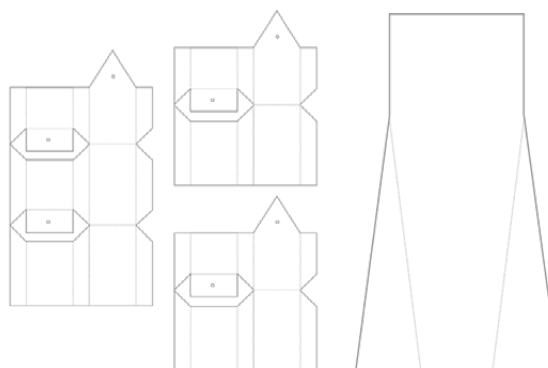
Figura 3.

Planimetrías de prototipos elaborados en materiales comunes, como cajas de cartón, para construir mecanismos tecnológicos que replican el biológico, como base de experimentación y creación

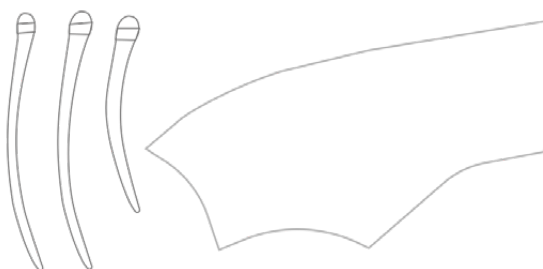
(a)



(b)



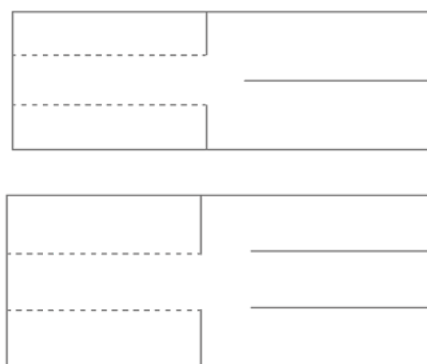
(c)



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.

Plantilla de hélices de papel de 2 y 3 aspas



Fuente: elaboración propia.

Sesión 3. Apropiar: soluciones tecnológicas bioinspiradas para mi territorio

Objetivo: conectar problemáticas del territorio con la ideación de soluciones bioinspiradas.

Momentos:

1. Representación gráfica de los mecanismos biológico y tecnológico para retomar el concepto forma-función y explorar principios de dibujo técnico y bocetación que permitan comunicar iconográficamente su funcionamiento (uso de flechas, símbolos, notas, etc.).
2. Pregunta provocadora para activación proyectiva.
3. Invitación a usar la creatividad como herramienta para construir futuros deseados y presentación del *Natural Robotics Contest* [Concurso de Robótica Natural] de la Universidad de Surrey, en el Reino Unido, que a nivel mundial convoca propuestas de robots inspirados en la naturaleza para alcanzar las metas de la COP15, versión entonces vigente.
4. Identificación de problemáticas mediante tarjetas que aluden a las existentes en el Alto Fucha (Figura 5).
5. Lluvia de ideas de posibles soluciones con robots que repliquen estrategias naturales.
6. Diseño e ilustración de las ideas según los parámetros del concurso (nombre del robot, especie que lo bioinspiró, problemática abordada y explicación).
7. Exposición de las propuestas al grupo para retroalimentación y formulación de nuevas preguntas provocadoras que permitan obtener evidencia de apropiación del conocimiento.
8. Entrega de mediador didáctico digital (Figura 6).
9. Diálogo de cierre y reflexión sobre Bioinspirando.

Mediadores didácticos desarrollados:

Figura 5.

Tarjetas de problemáticas COP15 con algunas previamente identificadas en el territorio



Bioinspirando: la biomimesis como interfaz comunicativa en una escuela popular ambiental
Denís Toledo-Nieto

TED

Fuente: elaboración propia.

Figura 6.

Página principal del repositorio digital con recursos en línea sobre los temas y actividades trabajadas en el taller presencial, con el propósito de que la “mirada biomimética” evolucione orgánicamente al continuar el proceso



Fuente: elaboración propia

Sistematización y análisis de la experiencia

Sesión 1

Duración: 3,5 horas. Grupo participante: quince integrantes de la EPA y dos facilitadoras.

Lugar: Casa de la Lluvia [de ideas].

Tabla 1.
Sesión 1

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Encuentro con el grupo	Integrarse al grupo. Establecer una relación horizontal reconociendo saberes mutuos.	Actividad rompehielo.	N/A	“Venimos a hablar con los CdIM porque vivimos cerca de un humedal donde llegan tinguas y en la obra aprendimos sobre su migración; queremos intercambiar saberes”	Generar confianza entre las y los participantes.
Banco de preguntas de investigación	Activar la curiosidad y el diálogo abierto, e identificar intereses.	Lluvia de preguntas en torno a los personajes de la obra.	Tarjetas y lápices.	¿Qué más quisieran saber de las especies de la montaña?	Se recogieron 21 preguntas registradas en tarjetas. Ejemplo: ¿Cómo nacen los murciélagos?

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Geometría, arte y naturaleza.	El dibujo como técnica de observación y análisis de la naturaleza. Identificación de la geometría como estructura de la naturaleza.	Dibujo libre sobre las plantillas.	Plantillas diseñadas (Figura 1). Lápices y colores.	Agradecer las preguntas hechas. Vamos a ver a los animales de otra manera. ¿Qué figuras geométricas reconocen?	Diversidad de estéticas y niveles de detalle. Identificación de figuras básicas y otras más complejas. (Figura 7).
Conceptos forma-función	Formulación de hipótesis. Activar la curiosidad y abordar a los animales desde otra mirada.	Preguntas provocadoras: ¿para qué sirve cada parte de su cuerpo?, ¿por qué tendrán esas formas? Invitarlos a hacer comparaciones y suposiciones.	Dibujos realizados. Marcadores y lápices.	¿Se han preguntado para qué sirve cada parte de su cuerpo? ¿Por qué tendrá esa forma? Escriban frente a cada parte lo que creen; si no saben, marquen con interrogación.	Deducciones y formulación de hipótesis. Relación forma-función (principios de fisiología y anatomía). Ej.: identifican funciones básicas como comer o volar y otras más complejas como geolocalización o camuflaje.
Concepto de evolución, adaptación y supervivencia	Introducir la biodiversidad como producto de adaptaciones para sobrevivir en distintos entornos y condiciones. Como resultado hay biodiversidad.	Juego de moldeo comparativo de miembros superiores de animales. Identificar cambios entre especies e inferir causas en relación con el ecosistema que habitan.	"Los tatatatarietios del tetrápodo ancestral" (Figura 2) Plastilinas	Muy interesantes respuestas, ¿pero por qué habrá tantas formas diferentes en la naturaleza? ¿Por qué será que el pico del currucutú es diferente del de la tingua? (...) A ver si con plastilina lo averiguamos (instrucciones). ¿Terminaron? ¿Qué les llama la atención de lo que ven?	Inferencia de similitudes (grupos de huesos), variaciones del mismo color en distintos tableros y deducción de a qué animal pertenecen. La revelación del posible ancestro común sorprende al grupo y, entre los comentarios, se destaca: "no me imaginé que todos fuéramos primos" (Figura 8).
Reflexión como EPA	Avances en la bitácora del proceso. Reflexiones sobre las lecciones de la naturaleza.	Dialogar sobre la relación de los humanos con los animales y sobre qué nos enseña la biodiversidad. Alimentar bitácoras personales de forma libre.	Bitácoras CdlM. Lápices y marcadores.	Tomemos unos minutos para pensar: ¿qué nos enseña la biodiversidad y la adaptación? Registremoslo en las bitácoras.	Cada persona es diferente y tiene sus propios talentos; todos aportamos y somos importantes. Adaptarse nos ayuda a vivir. Todo en la naturaleza tiene un propósito.
Descanso	Refrigerio				

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Introducción a la biomímesis	Presentar la biomímesis como una forma de desarrollar tecnología para el cuidado de la naturaleza inspirada en la naturaleza.	Exposición de la bióloga sobre ejemplos reales de invención basados en la naturaleza. Referentes destacados como Da Vinci.	Presentación de biomímesis. Juego de adivinanzas: a partir de un invento, intuir la especie que lo inspiró y viceversa.	¿Sabían que hay muchas cosas a nuestro alrededor y en el mundo que se han inventado aprendiendo de la naturaleza? Miremos estos ejemplos y pensemos en qué creen que se inspiraron.	La biomímesis como mecanismo de adaptación del ser humano. Observación y analogías de ejemplos concretos. Revisión de saberes previos. Hipótesis.
Relación tecnología y naturaleza	Identificar percepciones sobre la tecnología y las invenciones a partir de una escena de la obra de teatro.	Pregunta provocadora para el grupo de respuesta libre.	Foto de la escena en que aparece la lengua junto a buses y una máquina retroexcavadora.	Nos llamó la atención que en la obra las máquinas le hacían daño a la naturaleza. ¿Qué piensan de eso?, ¿para qué se inventan las máquinas?, ¿quién las hace?	Responden que “las máquinas han dañado humedales para construir encima” y que “los buses y las fábricas contaminan”, enfocándose en los efectos negativos.
Cierre	Balance de logros y elementos llamativos de la sesión para el grupo.	Pregunta abierta.	N/A	¿Qué les gustó de hoy?, ¿cómo se sintieron?, ¿qué esperan para la otra semana?	Llamó la atención el gusto por la actividad de moldear con plastilina, la información científica que fluyó en la conversación y ejemplos puntuales de máquinas que copian a la naturaleza.

Fuente: elaboración propia.

Figura 7.

Dibujo sobre plantillas para identificar geometrías



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 8.

Moldeo y armado en “Los tatatatarietitos del Tetrápodo ancestral”



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Sesión 2

Duración: 3,5 horas. Grupo participante: quince integrantes de la EPA y dos facilitadoras.

Lugar: Casa de la lluvia [de ideas].

Tabla 2.

Sesión 2

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Saludo con el grupo.	Activación y bienvenida.	Actividad lúdica para de activación.	N/A	Saludo e invitación a seguir bioinspirándose.	Motivación y activación.
Concepto de función y tipologías	Identificar funciones por tipologías.	Retomar los dibujos hechos con las funciones identificadas para ponerles stickers según crean que corresponde a la tipología de función.	Stickers impresos: Movimiento Almacenamiento Captación-filtro Protección Señales	Instrucciones de la actividad y reflexión en torno a las funciones en los seres vivos.	La actividad resulta un poco difícil para realizarla individualmente o en grupos pequeños, por lo que se desarrolla de forma colectiva.
Respuestas al banco de preguntas	Retomar el interés en lo que se quiere saber de los animales.	La bióloga agrupa por temas las preguntas del banco construido y las responde.	Tarjetas con preguntas.	Hicieron preguntas muy interesantes; vamos a resolver algunas.	Datos curiosos y analogías con los seres humanos que llaman la atención. Ejemplo: las hembras murciélago tienen parteras que las asisten.
Mecanismos biológicos	Identificación de la biomecánica de la lengua, el murciélago y la camaleona.	Explicación de los mecanismos biológicos de la cola de la camaleona, las alas del murciélago y la pata de la lengua (Figura 9).	Presentación de imágenes y videos.	Vamos a ver cómo hace la lengua para agarrarse de los pastos, el chimbilá para volar y la camaleona para recoger su cola.	Identificación de los principios mecánicos de las tres partes explicadas sobre la anatomía.

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Prototipos funcionales	Analogía entre partes anatómicas y mecanismos simples. Uso de materiales cotidianos para acercar la tecnología como algo factible mediante la creatividad.	Por grupos de edad, construir los modelos mecánicos que replican el modelo biológico. Libertad en la organización y uso de los recursos.	Modelos prediseñados de los mecanismos (Figura 3). Utensilios de trabajo.	¿Cómo podemos imitar las soluciones que existen en nuestros animales de la montaña? Invitación a armar por equipos los modelos.	Los más pequeños trabajan en equipo y arman la cola de camaleón rápidamente, lo que da paso a decorarla y jugar (Figura 10). Los más grandes resuelven el mecanismo de la lengua con cuerdas y visten al actor de la obra (Figura 11). Aunque el ala del murciélago era el más simple, no tener las piezas hechas limitó la autonomía del grupo (Figura 12).
Presentación de prototipos	Exposición de los productos, métodos y lecciones aprendidas.	Socialización al grupo del proceso y el resultado a cargo de los actores.	Modelos hechos por el grupo.	¿Qué armaste y cómo lo resolviste? ¿Cómo se relaciona con la forma en que lo hace el animal? Narración de procesos, productos y conclusiones.	Representantes de cada grupo exponen el prototipo puesto en el cuerpo de quienes lo representan. Posteriormente observan los de los otros grupos, con conversaciones interesantes entre ellos y juego simbólico (Figura 13 a, b, c).
Descanso	Refrigerio				
Conceptos de eficiencia, simplicidad y sostenibilidad	Experimentar con un modelo para comprender la eficiencia energética y la sencillez formal.	Elaboración de un modelo simple de hélices de papel como analogía de algunas semillas voladoras. Activación por caída esperando la reacción y reflexiones del grupo (Figura 14).	Plantillas impresas de las hélices (Figura 4) Tijeras Pegante	Máquinas voladoras que transforman energía. Instrucciones de armado. ¿Conocen algo en la naturaleza que funcione así? ¿Ven cómo la naturaleza busca lo más simple para adaptarse?	Identifican las semillas que caen de los árboles de esa manera. Se resalta la sostenibilidad en la naturaleza, que con uso eficiente de recursos y bajo consumo de energía soluciona necesidades sin impactar el ambiente ni generar basura.
Cierre	Concientización de aprendizajes.	Escritura de aprendizajes y registro en la bitácora del proyecto.	Diálogo Bitácora	Se han construido muchas cosas hoy. Escribamos en las bitácoras eso que aprendimos bioinspirados.	Reflexiones personales sobre lo elaborado. Algunos prefieren hablarlo en lugar de escribirlo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 9.

Mecanismos biológicos explicados por la bióloga con imágenes y videos



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 10.

Prototipo cola de camaleona: a. Niños de 7 a 9 años arman la cola de camaleona: descubren su mecanismo, se sorprenden al ver cómo se enrosca, organizan tareas para armar dos modelos, los unen en una “supercola” y, orgullosos de ser los primeros en terminar, juegan recreando distintas formas



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 11.

Prototipo pata de tigua: Con piezas de cartón precortadas y cuerdas, los participantes arman dedos articulados que simulan tendones, ajustan las medidas con el actor-modelo y los ensamblan en una lámina sujeta al antebrazo



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 12.

Prototipo ala de murciélago: Aunque tenía pocas piezas, el modelo fue más difícil porque debía replicarse a partir de plantillas en cartón grueso, por lo que el corte lo hicieron los adultos. El grupo asumió tareas simples, aportó ideas para los ensambles y, con el actor del Chimbilá como modelo, integró su cuerpo al prototipo



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 13.
Presentación de prototipos
(a)



(b)



(c)



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 14.
Elaboración y vuelo de hélices de papel que, al ser lanzadas, causan asombro y despiertan la curiosidad por encontrar nuevas formas de hacerlas volar y de decorarlas



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Sesión 3: apropiar

Duración: 3,5 horas. Grupo participante: trece integrantes de la EPA y dos facilitadoras.

Lugar: bosque de reserva forestal.

Tabla 3.

Sesión 3

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Saludo con el grupo	Activación y bienvenida.	Actividad lúdica de memoria del lugar de la sesión.	N/A	Resaltar que ese bosque fue defendido por la comunidad frente a un proyecto de construcción y que es importante habitarlo y cuidarlo.	Sensibilización por el territorio y por los procesos sociales que lo caracterizan.
Representación gráfica de los mecanismos	Exploración de formas de representación gráfica y de expresión iconográfica del funcionamiento. Bases de bocetación y dibujo técnico.	Dibujar los mecanismos biológicos y tecnológicos trabajados para comunicar la forma y la función.	Hojas de papel Modelos armados	Vamos a dibujar los mecanismos para que quien los vea pueda entender, mediante símbolos, cómo funcionan (Figura 15).	Dibujos de bocetos para comunicar ideas y mecanismos con información técnica. Esquemas visuales. Relacionar visualmente los mecanismos biológico y mecánico.
Explicación oral	Exposición de los recursos gráficos aplicados.	Todo el grupo explica qué dibujó y qué significan los símbolos que utilizó (Figura 16).	Dibujos realizados	Cuéntanos cómo representaste los mecanismos y cómo explicas su funcionamiento.	Se evidencian distintos niveles de abstracción mediante el uso de términos técnicos como <i>fase, tensor, módulo, palanca y estructura</i> , así como símbolos como flechas, íconos y etapas de procesos numerados.
Imaginación de futuros	Creación y definición de futuros posibles.	Pregunta provocadora al grupo y comentarios a las ideas.	Diálogo libre con participación voluntaria.	¿Cómo se imaginan que será el Alto Fucha en diez años?	En general no aparece una idea positiva del futuro y se evidencia sensibilidad frente a la naturaleza: "Si se va el bosque se irán los animalitos, los hongos y los pájaros".
Presentación del reto	Ejercitar el pensamiento biomimético mediante la creación de soluciones bioinspiradas para problemáticas del territorio que mejoren el futuro. Reconocer que existen escenarios reales para que niñas y niños aporten sus ideas y piensen en impacto global actuando localmente.	Presentación del concurso <i>Natural Robotics Contest</i> .	N/A	¿Recuerdan que nos preguntamos cómo hacer máquinas que cuiden la naturaleza? Resulta que una universidad en Inglaterra invita a niñas y niños del mundo a imaginar robots inspirados en la naturaleza para ayudar al medio ambiente. Ese es el reto de hoy. ¿Se animan?	El grupo se motiva al escuchar la propuesta y menciona que va a inventar <i>robots buenos</i> .

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Identificación de problemáticas	Reconocer problemáticas ambientales del Alto Fucha que coinciden con las priorizadas en la COP15 según las indicaciones del concurso.	En círculo, observar fichas para dialogar sobre problemáticas ambientales del territorio.	Seis tarjetas con imágenes conectadas con problemáticas previamente detectadas en el territorio (Figura 5).	¿Saben qué fue la COP16? Este concurso retoma los temas clave de la COP15 para trabajar. ¿Cuáles de estos creen que pasan aquí en el Alto Fucha?	Están familiarizados con la COP16, por lo que la dinámica se entiende con facilidad. Identifican problemáticas ambientales (por ejemplo, el retamo espinoso) a partir de sus experiencias.
Lluvia de ideas	Activar colectivamente la creatividad para solucionar las problemáticas.	Preguntas provocadoras Lluvia de ideas	Tarjetas	Pregunta provocadora: si pudieran inventar un robot que ayudara a solucionar estos problemas, ¿cómo sería?	Surgen robots anfibios, voladores y constructores para dispersar semillas, similares a aves, abejas u hongos; sembrar árboles; arrancar retamo como hormigas; recoger y transformar plástico; limpiar ríos como peces o recoger basura con brazos mecánicos. Reflexionan que la “basura” es una creación humana, pues en la naturaleza todo se recicla.
Elaboración de propuestas	Crear robots bioinspirados que atiendan una problemática identificada.	Dibujar en la matriz la propuesta con todos los elementos necesarios para comprender la idea y el funcionamiento. Diligenciar los datos del concurso (Figura 16).	Matriz impresa Papel, lápices de colores, borrador	Vamos a pasar sus ideas al papel y a comunicar a los jurados cómo funcionan sus robots bioinspirados.	Se dispersan en el bosque y trabajan en grupos o individualmente con apoyo de los adultos. Emergen ideas con energías limpias, como la solar, usos alternos de residuos y otros principios de tecnología verde, combinados con funciones de animales y plantas.
Exposición de propuestas	Presentación de las ideas.	Cada integrante expone su idea de solución al resto del grupo (Figura 17).	Diálogo Argumentación Escucha Empatía Creatividad	Conocer las ideas y comentarlas. Si se les ocurre algo que pueda mejorar la idea, pueden contarla.	Se resalta el uso de términos técnicos de la cultura popular y la integración con especies naturales que cumplen esa función (por ejemplo, polinizar).
Conclusión	Fotos del grupo con las obras hechas.	Registro de los aprendizajes y resultados.	Diálogo	Vamos a enviar las propuestas al concurso. Sin importar el resultado, han demostrado que pueden crear soluciones, bioinspirarse y tener grandes ideas para transformar el mundo. Felicitaciones a todas y todos.	Apropiación de conceptos de biomímesis y de la tecnología como parte de la solución a problemas del territorio. Fortalecimiento del sentido de agencia sobre su territorio local y global.

Momento	Objetivo	Actividad	Mediador	Narrativa	Saldo pedagógico
Presentación de recursos en línea	Invitar a continuar trabajando el tema de forma individual y colectiva mediante recursos digitales.	Entrega de llave de acceso digital a repositorio diseñado para continuar el proceso.	Postal impresa con códigos QR. Recurso didáctico en línea con acceso a sitios web recomendados organizados por temas (Figura 6).	Invitación a investigar, ser curiosos y seguir inspirándose en la naturaleza para cuidarla. Descubrir nuevos talentos y continuar como grupo divulgando (polinizando) conocimiento.	Motivación para continuar el proceso y aplicar lo aprendido.
Despedida	Refrigerio y conversación final.	Reflexiones y conclusiones.	Diálogo libre	Y entonces, ¿creen que el Alto Fucha puede estar mejor en diez años? Agradecimiento por la participación.	La respuesta es afirmativa, lo que evidencia un cambio en la percepción de futuro.
Después de las sesiones, las facilitadoras traducen al inglés los gráficos (Figura 18) y las descripciones escritas y orales de todas las propuestas y las inscriben en el concurso (Tabla 1).					

Fuente: elaboración propia.

Figura 15.

Dibujo de mecanismos biológicos y tecnológicos



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 16.

Presentación de dibujos técnicos: Se resalta el uso de términos como “paneles solares”, “controles inalámbricos”, “poleas”, “antenas”, “compuestas”, “rayos x”, “pinzas”, “turbinas”, “batería de reserva”, “dron”, entre otros, combinándolos con elementos de la naturaleza



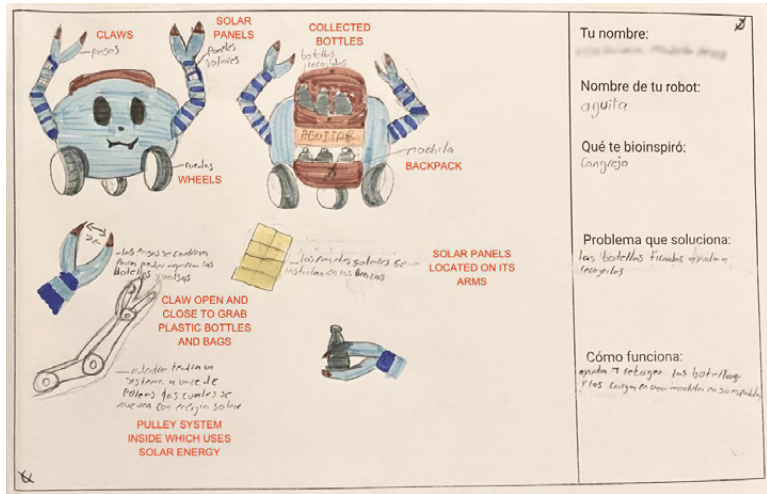
Fuente: elaboración propia.

Figura 17.
Presentación de propuestas bioinspiradas para solucionar problemáticas del Alto Fucha



Fuente: archivo fotográfico de los autores.

Figura 18.
Ejemplo de propuesta traducida



Fuente: Participante del taller, femenino, 13 años.

Tabla 4.
Traducción de la explicación de una de las propuestas enviadas al concurso

Title of your Entry	What problem is your robot designed to solve?	What inspiration has your design taken from nature?
Aguita / Little water	(COP 15: Bring pollution to levels that do not harm ecosystems) Help pick up discarded bottles	This robot is inspired by a crab. It has wheels for transportation and claws for collecting garbage, which it keeps in a backpack on its back. The claw open and close to grab plastic bottles and bags in the environment, and these claws have a pulley system inside which allows the claws to open and close, helping to pick up the bottles with movement and contraction. Additionally, it uses solar panels located on its arms to charge itself with energy.

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones finales

Bioinspirando sirvió como piloto de aplicación de la *biomímesis* como interfaz educomunicativa para introducir temas de tecnología e innovación sostenible en contextos de educación popular ambiental, de lo cual se resaltan algunas conclusiones.

Del taller Bioinspirando

- Las interacciones del grupo y sus propuestas de robots *bioinspirados* evidencian un nivel significativo de apropiación de conceptos de *biomímesis* al lograr relacionar ideas tecnológicas con su saber de la naturaleza y con las problemáticas del territorio. Aunque fue un ejercicio imaginativo, propusieron soluciones creativas a problemas reales, lo que evidenció, como saldo adicional, una actitud más positiva y cercana hacia la tecnología al comparar las respuestas del inicio y del final de la sesión 3.
- Haber conectado la narrativa del taller con la de la obra de teatro dio continuidad al proceso de la EPA, al rescatar la sensibilidad y los conocimientos existentes en el grupo para introducir lo tecnocientífico de forma significativa, en diálogo con la naturaleza que ya conocen. De este modo, se mostraron cercanos conceptos técnicos al identificarlos en los animales que personifican y en las condiciones del territorio. Asimismo, se refuerza el mensaje de la obra sobre el cuidado y el respeto por las formas de vida, la intervención humana y la convivencia, al mostrar que la tecnología puede utilizarse con esos mismos fines y con visión de futuro.
- El proceso podría continuar en etapas posteriores mediante la creación de prototipos funcionales más complejos, aplicando principios de tecnología de bajo

costo que atiendan necesidades reales de una comunidad.

- Se requiere mayor duración para profundizar en los conceptos y registrar el proceso progresivo de apropiación del conocimiento tecnocientífico, tarea compleja por su dimensión psicológica y emocional, pero que podría medirse mediante las conexiones entre problemáticas y acciones creadoras de futuros mejores para las comunidades en el territorio.

De la EP como modelo educativo para la ciencia y la tecnología

- La EP es un modelo pedagógico que se fundamenta en el diálogo y en la pregunta constante. Invita a la construcción colectiva de conocimiento con participación individual activa y estimula la argumentación y el pensamiento crítico, por lo cual desarrolla de manera orgánica habilidades y competencias imprescindibles para la ciencia.
- La enseñanza del saber tecnocientífico desde la EP incorpora un enfoque crítico que cuestiona lo público y lo privado, la supuesta neutralidad de la tecnología, la producción y el uso del conocimiento y la autonomía de las comunidades. Con ello se busca que las tecnologías sean apropiadas para mejorar la calidad de vida de todas las personas, recuperando el sentido social de la ciencia y de su enseñanza.

Diseñar mediadores didácticos para EP

- Diseñar ambientes y mediadores didácticos para EP implica un rigor especial tanto en los contenidos como en la construcción de las dinámicas y de los mediadores didácticos que se desarrollan, atendiendo la

horizontalidad de los procesos comunicativos y educativos y el respeto por los intereses individuales y colectivos. El hecho de que sea un modelo de educación no formal no debe entenderse como improvisación, sino como flexibilidad dentro de un escenario diseñado para que emerjan, desde la construcción colectiva, apropiaciones individuales de conocimiento.

- Trabajar con comunidades exige sensibilidad para comprender y respetar sus procesos, así como sólidas habilidades comunicativas y emocionales para motivar la cocreación. La horizontalidad en la interacción facilita el aprendizaje cooperativo y permite preguntas y respuestas inesperadas que enriquecen los procesos y los resultados individuales y colectivos en un efectivo diálogo de saberes.
- Diseñar mediadores didácticos con enfoque educomunicativo exige considerar su impacto comunicativo y la carga cultural inherente. Implica observar qué incluye y qué queda por fuera en los mensajes verbales y no verbales que se transmiten y definir su función según los objetivos de aprendizaje, dejando grietas por donde puedan fluir la curiosidad, la creatividad y el conocimiento.
- La didáctica es multimodal. Explorar diferentes técnicas plásticas y agregar narrativas a los mediadores incorpora nuevos lenguajes para la adquisición y producción de conocimiento, respetando los estilos de aprendizaje particulares dentro de una misma estrategia educomunicativa.

De la biomímesis como interfaz educomunicativa

- Es evidente el potencial didáctico de la *biomímesis* para desarrollar un pensamiento de innovación tecnológica sostenible y responsable en distintos contextos de formación. Constituye un potente recurso narrativo en el que los ejemplos de desarrollos tecnológicos inspirados en la naturaleza operan como microrrelatos similares a la ciencia ficción, activan la curiosidad y el interés y conectan creatividad con conceptos teóricos en modelos prácticos. Además, fomenta la empatía y la responsabilidad ambiental en línea con la biofilia y la tecnofilia innatas de infantes y jóvenes, al reconocer la inteligencia natural presente en las estrategias de adaptación de cada especie.

Referencias

- Alzate-Ortiz, F. A. y Castañeda-Patiño, J. C. (2020). Mediación pedagógica: clave de una educación humanizante y transformadora. Una mirada desde la estética y la comunicación. *Revista Electrónica Educare*, 24(1), 1-14. <https://doi.org/10.15359/ree.24-1.21>
- Archanjo, J. M. y Gehlen, G. S. (2022). A tecnologia social no contexto da educação socioambiental crítica: uma ação educativa societária. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 51, 317-335. <https://doi.org/10.17227/ted.nu.m51-12829>
- Atrarraya STEM Uniandes. (2021). *Biomímesis en colegios*. Atrarraya Universidad de los Andes. <https://atrarraya.uniandes.edu.co>
- Calsamiglia, H. y Tusón, A. (2019). *Las cosas del decir: Manual de análisis del discurso* (4.ª ed.). Ariel.
- Escobar, A. (2016). *Autonomía y diseño: la realización de lo comunal*. Universidad del Cauca.
- Freire, P. (2002). *Pedagogía de la esperanza*. Siglo XXI.
- Freire, P., Faundez, A. y Revert, C. B. (2010). *Por una pedagogía de la pregunta: crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes*. Siglo XXI.
- Ithuralde, R. E. (2020). Thinking About a Popular Education in Sciences? *Cadernos de Pesquisa*, 50(175), 186-208. <https://doi.org/10.1590/198053146644>
- Jara, O. (2017). *La concepción metodológica dialéctica, los métodos y las técnicas participativas en la educación popular*. Centro Alforja.
- Jewitt, C., Bezemer, J. y O'Halloran, K. (2016). *Introducing Multimodality*. Routledge.
- Kress, G. (2010). *Multimodality: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication*. Routledge.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Paidós.
- Lozano, M. (2005). *Programas y experiencias en popularización de la ciencia y la tecnología*. Convenio Andrés Bello.
- Martín-Barbero, J. (1978). *Comunicación educativa y didáctica audiovisual: elementos teóricos-metodológicos para la producción de ayudas audiovisuales didácticas*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Martínez Toledo, A. (2021). *Biodiseño para el desarrollo: una aproximación biomimética a las estrategias del Caribe colombiano* (tesis de maestría, Universidad de los Andes). <https://hdl.handle.net/1992/54008>
- Papanek, V. (1971). *Diseñar para el mundo real: ecología humana y cambio social*. Polen y El Tinter.

