



Piranga rubriceps
Primer ejemplar del Museo
1911

La Piranga

Boletín del Centro de Ciencia Museo de Ciencias Naturales de La Salle - ITM

Edición especial + **SEPARATA**



Da Vinci

**VI Encuentro de Apropiación
Social del Conocimiento 2024**

En el marco de los Semilleros de Investigación ITM

Boletín interactivo:
algunos textos e imágenes te llevan
a visualizar otros contenidos.

Identifícalos con este ícono



Portada
Imagen Da Vinci 2024
Frank Vélez P.
Diseñador Museo CNS

© Instituto Tecnológico Metropolitano

Rector
Alejandro Villa Gómez
Decano Facultad de Artes y Humanidades -FAH-
Carlos Andrés Caballero Parra
Director Museo CNS
Lázaro Mesa Montoya

Editora General
Danny Zurc, Museo CNS

Editor asociado
Frank Vélez Penagos, Museo CNS

Editor invitado
Adolfo Escobar Ordoñez
Jefe de Oficina Automedición y Control
Vicerrectoría de Investigación y Extensión

Imágenes no citadas:
Archivo fotográfico Museo CNS
Dibujos a lápiz:
Generados con IA (Gemini 2025), intervenidas con color
por el equipo de Diseño del Museo CNS
Diseño y diagramación:
Frank Vélez Penagos

Agradecimientos:
A todos los colaboradores e invitados
a participar en esta edición

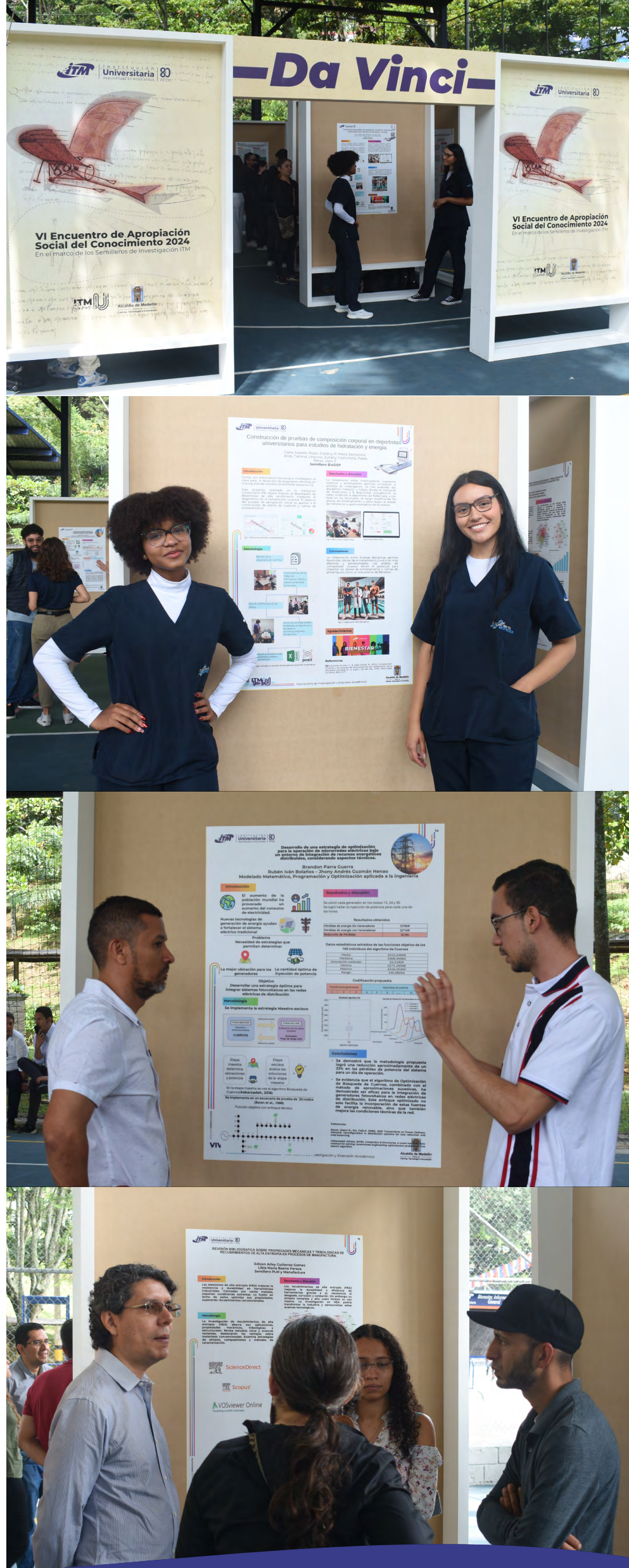
Docentes, investigadores, académicos, estudiantes

Ubicación MCNS:
Calle 54A #30-01
Bloque L-207 - Campus Fraternidad ITM
Contacto Museo: 460 0727 Ext. 5512 - 5571
Correo electrónico: museodecienciasnaturales@itm.edu.co
Página web: museo.itm.edu.co
Síguenos en redes: @MuseoITM



Medellín - Antioquia - Colombia
Todos los derechos reservados.

**Las opiniones expresadas en el presente texto no representan la posición oficial del ITM, por lo tanto, son responsabilidad de cada autor quien es igualmente responsable de las citaciones realizadas y de la originalidad de su obra. En consecuencia, el ITM no será responsable ante terceros por el contenido técnico o ideológico expresado en el texto, ni asume responsabilidad alguna por las infracciones a las normas de propiedad intelectual.*



Imágenes: DaVinci - VI Encuentro de Apropiación Social del Conocimiento 2024.
Cortesía Dirección de Comunicaciones ITM

Contenido

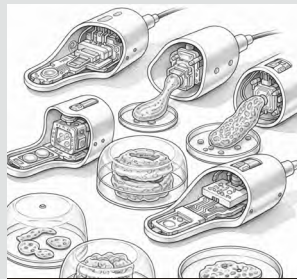
Puedes darle click a cada título, o leer de corrido,
¡Te gustará más!



Editorial P.5

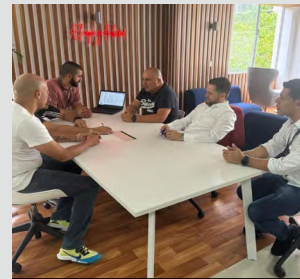


Tecnologías para la movilidad eléctrica en Colombia P.8

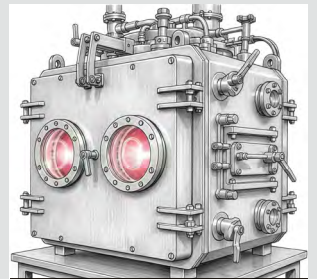


Soft sensores P.10

para la detección de cáncer



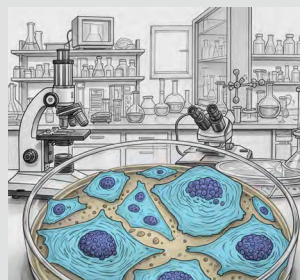
Construcción de pruebas de composición corporal en deportistas universitarios para estudios de hidratación y energía P.12



Evaluación electroquímica en recubrimientos de alta entropía de: (TiAlTaZrNb) y (TiAlTaZrNb) Cx P.14



Desempeño mecánico y ambiental en morteros con reemplazo parcial de cemento por escoria de carbón P.16



Modelo celular in vitro para comprender la quimiorresistencia P.18



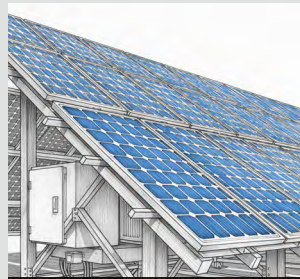
Sistema conversacional tipo chatbot para apoyo a la práctica clínica obstétrica P.20



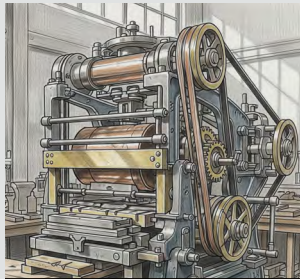
procesos de calidad de aire y su aplicación con análisis envolvente de datos P.22



Superficie instrumentada para presiones pélvicas con aplicaciones clínicas P.24



Estrategia de optimización para la operación de microrredes eléctricas P.26



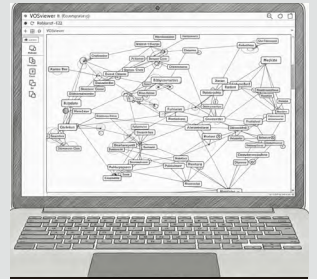
Optimización del proceso de recocido en la producción de flejes de cobre y latón P.28



órtesis canina para Dachshund P.30



Diseño de una prótesis transtibial P.32



Evaluación de propiedades anticorrosivas en aleaciones de alta entropía P.34



Propiedades mecánicas y tribológicas de recubrimientos de alta entropía P.36



Abejas sin aguijón Apidae: Meliponi P.38



Propuesta de recuperación del río Jobo en el municipio de Arboletes (Antioquia) P.40



Misión: energía limpia P.43



SE-PA-RATA P.47



La Piranga Invita

A que hagas parte de esta comunidad de escritores. Envía tus contribuciones al correo lapiranga@itm.edu.co, la recepción de manuscritos está siempre abierta.

Conoce los términos y condiciones para sus contribuciones haciendo CLIC AQUÍ:

Instrucciones para contribuciones.pdf



Museo CNS

Museo de Ciencias Naturales de La Salle – Medellín
Centro de Ciencia / Un proyecto Cultural del Instituto
Tecnológico Metropolitano ITM



Imágene: DaVinci - VI Encuentro de Apropiación Social del Conocimiento 2024.
Cortesía Dirección de Comunicaciones ITM

Apropiación social del conocimiento: lazo de conexión de lo ideal con lo real

Edilson Delgado-Trejos

Profesor titular (I), Instituto Tecnológico Metropolitano
ITM, 050034, Medellín, Colombia

edilsondelgado@itm.edu.co

La Apropiación Social del Conocimiento (ASC) se sitúa en el conjunto de procesos que contribuyen a la democratización del conocimiento; y al intercambio del pensamiento tradicional, cultural y ancestral, entre otros. Por tanto, se requiere de acciones estratégicas que permeen las prácticas científicas con el diálogo de saberes entre diversos tipos de público¹.

El fomento de la ASC en los procesos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), que sirvan de lazo de conexión entre lo ideal de los resultados científicos con el escenario real de los territorios que ambicionan paz, salud y progreso, exige que los ejercicios científicos involucren contextos de realidad mediante 4 enfoques alineados con las primeras 4 líneas estratégicas de la *Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la CTel de Colombia*.

Enfoque 1 —Procesos. Este enfoque trata sobre la necesidad de involucrar las comunidades sociales y productivas, y ciudadanía en general, en el diseño

de iniciativas, propuestas y proyectos de CTel, de manera que el conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías tengan un enlace natural entre la comunidad científica y la comunidad en general. En este sentido, los procesos de CTel serán cada vez más pertinentes y con cuna en las necesidades de comunidades locales para un progreso con visión de realidad en el territorio.

Enfoque 2 —Espacios de gestión. Este enfoque tiene como propósito fomentar escenarios para el reconocimiento de la diversidad cultural, económica y social de las comunidades, impulsando el acceso democrático a la información y al conocimiento. En general, se debe favorecer la participación y articulación de diversos actores en prácticas de CTel desde la didáctica, el arte, la comunicación pública de la ciencia y la reflexión contextualizada del papel de la CTel en la vida cotidiana, además de aportar al desarrollo de capacidades regionales. Este enfoque exige que los procesos de CTel promuevan escenarios de participación ciudadana y empresarial, como también el reconocimiento de comunidades en condiciones de vulnerabilidad. Un primer

1. Política Pública de Apropiación Social del Conocimiento en el marco de la CTel. MinCiencias, marzo de 2021, Bogotá D.C.

acercamiento natural es a través de los semilleros de investigación, con quienes se logra aumentar el alcance de la participación de públicos.

Enfoque 3 —Capacidades. Este enfoque propende por crear capacidades en gestión, producción y aplicación de la CTel mediante estrategias de tipo pedagógico y didáctico con enfoque diferencial e incluyente; asimismo, fortalecer capacidades tanto para el diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de procesos de ASC como gestión y consolidación de redes. En este enfoque, la constitución de redes exige la movilidad de investigadores y estudiantes de semillero a eventos de comunicación del conocimiento, donde se inquieten sectores académicos, industriales y sociales sobre avances tecnológicos y resultados con algún factor de novedad en CTel. A su vez, se requiere la creación de material y demás estrategias de tipo pedagógico y didáctico con enfoque diferencial e incluyente, como periódicos, boletines, programas de televisión y radio, redes sociales y generación de contenido multimedia, a fin de informar al público general sobre los avances en CTel. Con el *Centro de Ciencia “Museo de Ciencias Naturales de La Salle”* del ITM, siempre es posible la exploración de posibilidades interactivas de ASC, haciendo uso de estrategias modernas de contenido.

Enfoque 4 —Investigación con enfoque de ASC. Este enfoque busca que la comunidad científica integre la ASC a procesos de investigación como medio o como fin, a partir de herramientas y metodologías de desarrollo teórico y práctico. 1) *La investigación de la ASC entendida como objeto de investigación:* Aquí se estimula la generación de conocimiento frente a los principios, modelos, instrumentos, actores y metodologías de participación que constituyen el proceso de ASC. Asimismo, se generan diagnósticos, herramientas y metodologías para la sistematización y diseño de indicadores de seguimiento y monitoreo de procesos y prácticas, y registro de impactos. Esta componente exige la segmentación de la comunidad en general del territorio, según el interés en las áreas experimentales, para recolectar datos de percepción y comportamiento frente a los ejercicios en CTel, a fin de lograr modelos de representación, estratificación y pronóstico, acorde a procesos de CTel en la vida cotidiana. 2) *Integración de la ASC en los procesos de investigación:* Esta integración surge en la definición del problema de investigación, según la indagación y recolección de datos, donde la investigación se enriquece con la apropiación, al promover la contribución de múltiples actores en el impacto de los resultados según la realidad de los territorios.

En esta edición se presenta una colección de trabajos de ASC sobre investigaciones desarrolladas en el ITM en el marco del VI Encuentro de Apropiación Social del Conocimiento DA VINCI.







Reconocimiento de factores relacionados a la adopción de

tecnologías para la movilidad eléctrica en Colombia

Estudiantes participantes:

Sebastián Corena Romero, Daniel Eduardo Zapata Londoño

Docente responsable:

Vanessa García Pineda

Semillero de investigación:

Semillero de Movilidad eléctrica sostenible - SIMES

Líneas de investigación:

Smart Grids y Movilidad eléctrica sostenible y Visión Artificial y Fotónica

Grupos de investigación:

Sistemas de Control y Robótica (GSCR) y, Automática, Electrónica y Ciencias Computacionales

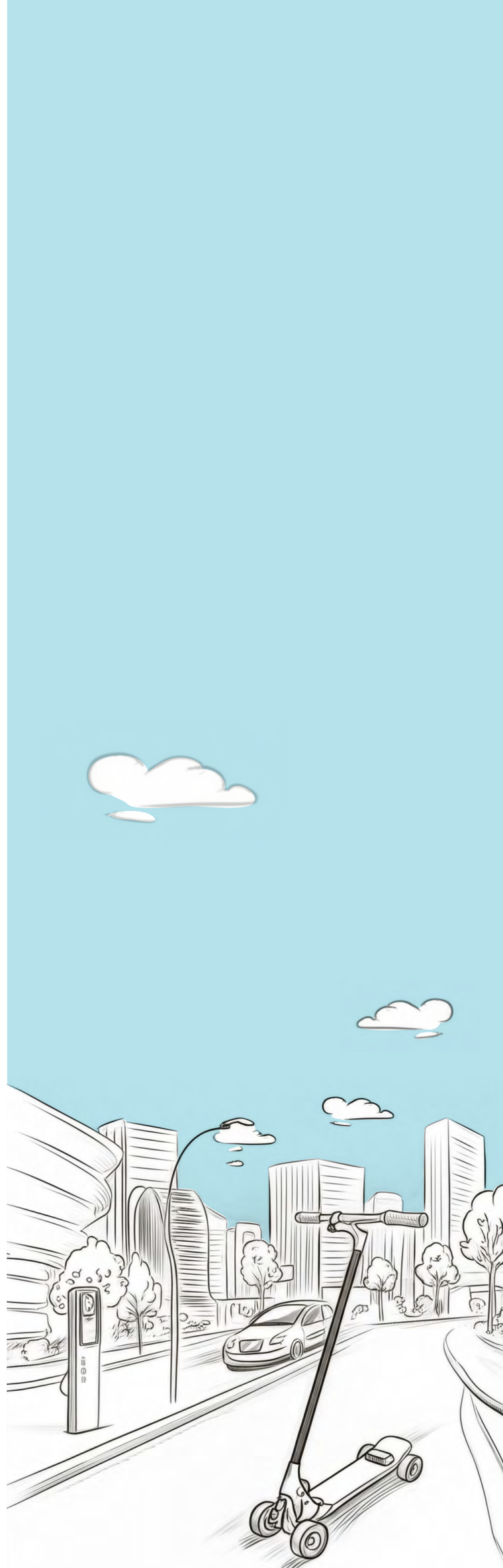
Resumen

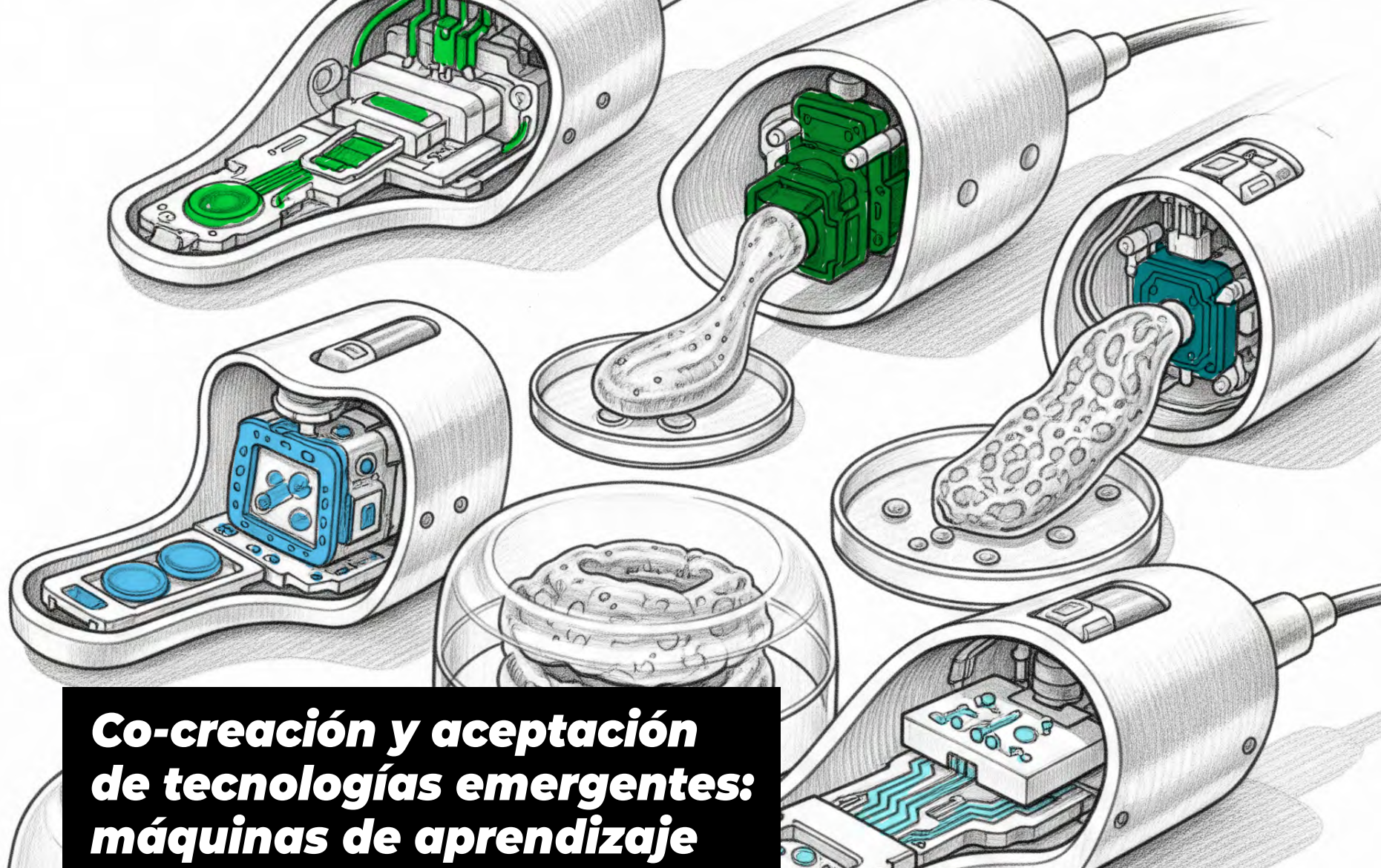
La crisis ambiental y climática actual ha generado inquietudes profundas en la sociedad, particularmente en relación con el agotamiento de recursos naturales, la calidad del aire y el cambio climático. Estas preocupaciones han impulsado a instituciones públicas y privadas a desarrollar estrategias que mitiguen los impactos negativos derivados del uso intensivo de recursos y del avance económico y tecnológico. Una de estas estrategias se centra en la movilidad sostenible, donde la movilidad eléctrica se destaca como una alternativa clave. Este tipo de transporte, promovido por la industria automotriz y gobiernos, es esencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar hacia ciudades inteligentes. No obstante, la adopción de la movilidad eléctrica en países en desarrollo, como Colombia, ha sido lenta debido a barreras económicas, de infraestructura, sociales y políticas. Entender los factores que influyen en la adopción de estas tecnologías es crucial para fomentar su aceptación.

Esta investigación tiene como objetivo identificar y analizar las características que afectan la adopción de tecnologías para la movilidad eléctrica en Colombia. Para ello, se llevará a cabo una investigación en dos fases: primero, una revisión documental para evaluar la penetración actual de los vehículos eléctricos y las variables asociadas; y segundo, una revisión sistemática de la literatura basado la metodología PRISMA 2020 para profundizar en los factores relacionados con la adopción de estas tecnologías.

Entre los resultados encontrados hasta el momento, destacan algunos estudios sobre la adopción creciente de vehículos eléctricos (VE) en Brasil, Estados Unidos y China, y su penetración incipiente en Colombia. En Brasil, un análisis FODA muestra que la transición hacia vehículos LDEV y CaaS es impulsada por incentivos financieros, aunque enfrenta barreras socioeconómicas. En Estados Unidos, se examina el comportamiento de conducción ecológica en usuarios de VE, especialmente en vehículos híbridos enchufables (PHEV). En China, se aborda la reutilización sostenible de baterías de ion-litio, resaltando la necesidad de infraestructura para carga rápida y mejoras en la autonomía de hasta 300 km. En Colombia, la penetración de VE es aún limitada: se vendieron 18491 patinetas, 440000 bicicletas, 1211 motos y 6527 carros eléctricos. En contraste, los vehículos tradicionales siguen dominando, con 6827834 carros y 11052441 motos en circulación. Medellín ha avanzado con sistemas de transporte como el metro y taxis eléctricos, reduciendo emisiones a cero en comparación con las 20670 toneladas de CO₂ anuales del metro y 0.070402 toneladas de taxis tradicionales. Estos datos resaltan la necesidad urgente de políticas e infraestructura que promuevan la adopción masiva de VE en Colombia, alineándose con las tendencias globales en movilidad sostenible.

Como conclusión parcial, es posible afirmar que, aunque hay un avance notable en la adopción de vehículos eléctricos (VE) en países como Brasil, Estados Unidos y China, Colombia aún enfrenta desafíos significativos en este proceso. Los estudios analizados destacan la importancia de políticas de incentivos, desarrollo de infraestructura y cambios socioeconómicos para facilitar la transición hacia una movilidad más sostenible. En Colombia, la penetración de VE es aún limitada en comparación con la prevalencia de vehículos tradicionales. Sin embargo, el crecimiento en la adopción de sistemas de transporte más ecológicos, como el metro y los taxis eléctricos en Medellín, sugiere un camino viable hacia la reducción de emisiones. Es crucial continuar investigando y desarrollando estrategias adaptadas al contexto local que puedan acelerar la adopción de VE en el país, alineándose con las tendencias globales y contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental.





Co-creación y aceptación de tecnologías emergentes: máquinas de aprendizaje

y soft sensores de tipo nariz y lengua electrónica para la detección de cáncer

Estudiante participante:

Laura Manuela García

Docentes responsables:

Edilson Delgado-Trejos y Marcela Vallejo

Semillero de investigación:

Metrología científica

Línea de investigación:

Metrología

Grupo de investigación:

Calidad, Metrología y Producción (CM&P)

Proyecto de investigación:

Detección de cáncer colorrectal usando matrices de microelectrodos inteligentes e identificación de Biomarcadores (Financiado por MinCiencias con código 1121-89082391)

Resumen

Este proyecto aborda una problemática significativa de salud mediante el uso de tecnologías emergentes. Busca desarrollar una herramienta novedosa para el apoyo al diagnóstico del cáncer en etapas tempranas basada en el uso de soft sensores de tipo nariz electrónica para analizar muestras biológicas. Adicionalmente, se pretende asegurar la aceptación y aplicación efectiva en la práctica clínica de esta tecnología, considerando que puede ofrecer una alternativa mínimamente invasiva y de bajo costo.

En este trabajo, se presenta el proceso de apropiación social del conocimiento en relación al uso de narices electrónicas para la detección del cáncer, consistente en evaluar la aceptación de estos sistemas por parte de diversos actores, incluyendo estudiantes, personal técnico, médicos y la comunidad en general, y determinar las

mejores estrategias para socializar esta tecnología, asegurando su integración efectiva y receptividad en los entornos donde se espera implementar.

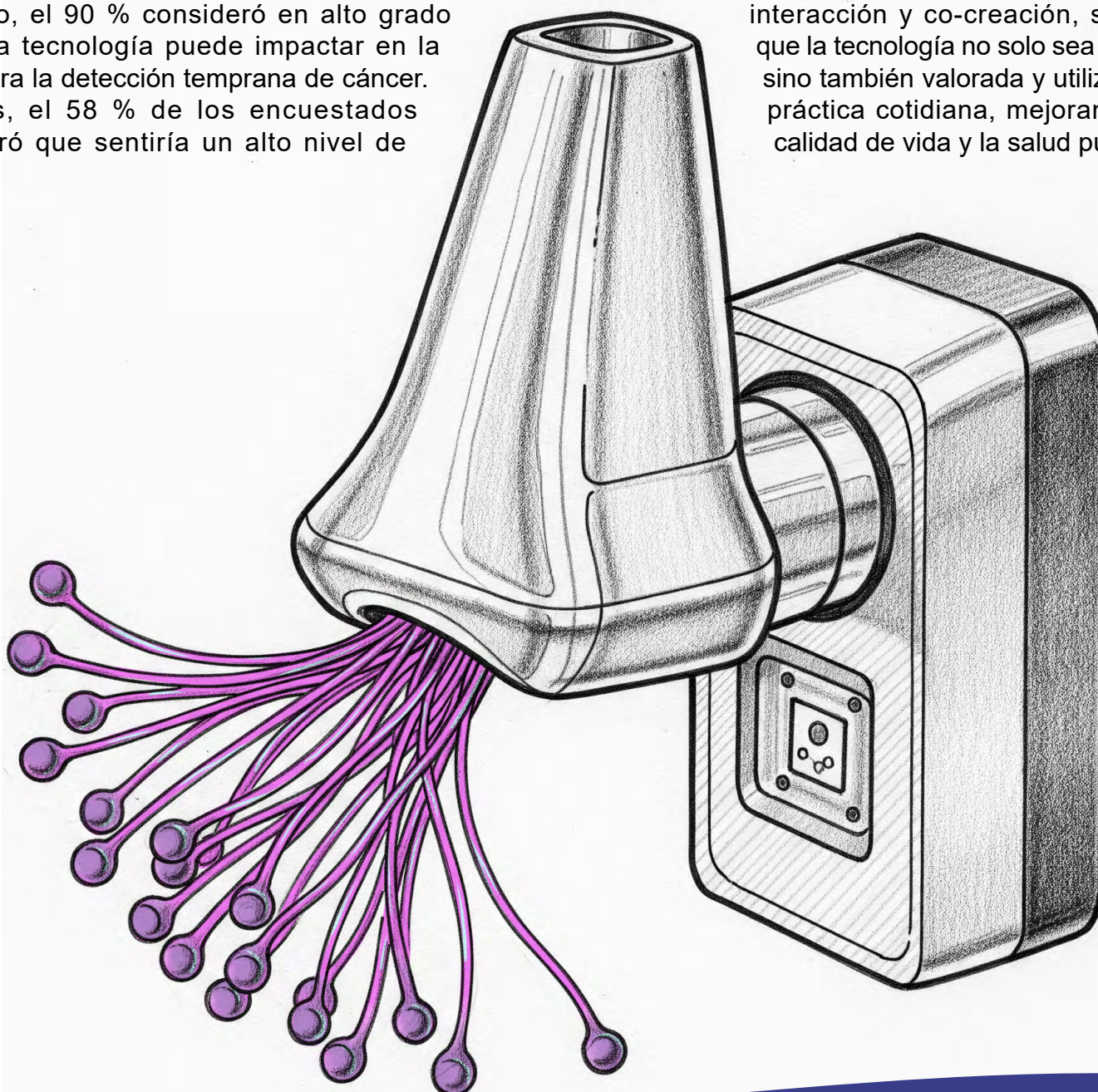
El proceso incluyó la participación de diferentes estamentos del ITM, quienes representan un microcosmos de los potenciales usuarios y facilitadores de la tecnología. Se realizaron actividades de socialización, donde se practicaron encuestas, y se colectaron datos sobre la percepción, aceptación y posibles barreras frente a la adopción de las narices electrónicas.

Se realizaron un total de 5 reuniones de socialización con diversos actores de la institución, donde se explicó el funcionamiento y los beneficios de las narices electrónicas para la detección de cáncer. Las sesiones fomentaron la interacción mediante discusiones abiertas para recoger opiniones y sugerencias de los participantes. Además, se aplicó una encuesta para evaluar la claridad de la información proporcionada y medir el nivel de aceptación de la tecnología, permitiendo ajustar las estrategias de comunicación.

Los resultados indicaron que la mayoría de los participantes no conocían esta tecnología. Sin embargo, el 90 % consideró en alto grado que esta tecnología puede impactar en la salud para la detección temprana de cáncer. Además, el 58 % de los encuestados consideró que sentiría un alto nivel de

confianza sobre este tipo de tecnología y un 39 % un nivel de confianza moderado. Sin embargo, se identificaron preocupaciones sobre la precisión y la validación clínica de la tecnología. Las encuestas reflejaron una buena receptividad hacia las charlas, pues el 100 % consideró que la información de la charla fue útil y contribuyó a su conocimiento en el tema. También señalaron interés por mayor conocimiento sobre el funcionamiento de los sensores y los algoritmos de análisis de información. También se resalta que dentro de la comunidad de estudiantes el tema despertó el interés por participar en procesos de investigación alrededor de las narices electrónicas. Los estudiantes interesados serán convocados para participar en el semillero de investigación.

El proceso de apropiación social del conocimiento ha sido fundamental para comprender la percepción de la tecnología por parte de diferentes grupos y ajustar las estrategias de comunicación y socialización en consecuencia. Este enfoque no solo apoya la implementación efectiva de las narices electrónicas, sino que también fortalece la relación entre la ciencia y la sociedad, promoviendo la adopción de innovaciones tecnológicas que responden a necesidades reales. A través de la interacción y co-creación, se espera que la tecnología no solo sea aceptada, sino también valorada y utilizada en la práctica cotidiana, mejorando así la calidad de vida y la salud pública.





Construcción de pruebas de composición corporal en deportistas universitarios

para estudios de hidratación y energía

Imagen 1.
Reunión con área de
Bienestar Institucional ITM

Estudiantes participantes:

Isabela Cano Estrada, Eriedny Rojas Medina, Benjamín Rodríguez Meza, Tatiana Arias Arboleda, Zuliany Urquina Castaño, Pablo Castañeda Arboleda

Docentes responsables:

Jairo J. Pérez, Cristian Rojo Restrepo, Andrés Amaya, Hernán Arroyave

Semillero de investigación:

Semillero de Bioelectrónica y Procesamiento Digital de Señales Biomédicas

Línea de investigación:

Ciencias ingenieriles biomédicas

Grupo de investigación:

Grupo de Investigación e Innovación Biomédicas (GI2B)

Proyecto de investigación:

Evaluación de carga de fuerza en deportistas de alto rendimiento del ITM mediante análisis de Bioimpedancia

Resumen

Según Retamales Muñoz y Valle Parodi (2015), contar con información funcional y morfológica es clave para el desarrollo de programas efectivos en la búsqueda del máximo rendimiento deportivo. El proyecto busca aportar al mejoramiento del desempeño de deportistas de alto rendimiento mediante un diagnóstico del estado de hidratación y consumo de energía. Esto es posible gracias al análisis de composición corporal, donde se utiliza un equipo de evaluación eléctrica que permite medir agua corporal, gasto energético y otros componentes relevantes para la salud. Este estudio, realizado en el Instituto Tecnológico Metropolitano, proporciona una base científica para tomar decisiones relativas a la práctica de entrenamiento y la nutrición en deportistas de alto rendimiento.

En este contexto, el objetivo del proceso de apropiación social es construir un plan de pruebas de composición corporal en deportistas de alto rendimiento del Instituto Tecnológico Metropolitano para formular planes de nutrición y rutinas de entrenamiento. Por otro lado, el alcance se centra en aportar al desempeño de deportistas a través de la alimentación y prácticas de entrenamiento.

En cuanto a la metodología y ejecución, se realizó una revisión en la documentación científica para conocer las problemáticas asociadas al desempeño deportivo, así como los últimos avances en composición corporal y el impacto que ha tenido en deportistas de alto rendimiento. Posteriormente, en colaboración con el área de Bienestar Institucional ITM, se seleccionaron las disciplinas deportivas participantes y el plan de acción (Imagen 1). Se contactó a los entrenadores de cada disciplina para presentarles los objetivos del proyecto, solicitar su apoyo en el reclutamiento de deportistas y construir los protocolos de prueba. Luego, se realizó una reunión informativa con los atletas interesados para explicarles el propósito y los beneficios del estudio, y posteriormente, se llevaron a cabo las pruebas de composición corporal utilizando el equipo de evaluación eléctrica (Imagen 2). Finalmente, los datos obtenidos de los deportistas fueron analizados desde la perspectiva de la ingeniería biomédica, para que los entrenadores y nutricionistas puedan mejorar las rutinas de los deportistas (Imagen 3).

Los resultados más importantes indican que la cooperación entre investigadores, jugadores, médicos y entrenadores permitió enriquecer el proceso de investigación. Se seleccionaron cuatro disciplinas deportivas, y actualmente se han evaluado dos (natación y fútbol). Se construyó un plan de acción (protocolo de investigación) de las pruebas, y se han realizado cuatro ciclos de encuentros con los entrenadores, donde se ha refinado el diseño de experimento. También, se han realizado 96 mediciones a ocho deportistas que han permitido ajustar los tiempos de medida. Actualmente, se están realizando mediciones a cuatro deportistas de fútbol sala. Adicionalmente, se están formulando ajustes sobre los planes de entrenamiento y modificaciones de la dieta en los deportistas, basados en los estados de hidratación y gasto energético.

La contribución del proceso es proporcionar a entrenadores y deportistas información detallada sobre las condiciones y características de la composición corporal de cada atleta, con el fin de optimizar los planes de entrenamiento y alimentación de manera personalizada. Asimismo, es posible realizar proyecciones o estimaciones de los cambios que puedan ocurrir al aplicar algún tipo de tratamiento, dieta o práctica. Por lo anterior, a través de características como el nivel de hidratación y el gasto energético, se contribuye al desarrollo del rendimiento y el bienestar.

En conclusión, el proceso de co-creación multidisciplinar enriquece el subproceso de investigación. La cooperación entre investigadores, jugadores, médicos y entrenadores permite ajustar planes de acción y facilita el entendimiento los protocolos de investigación.

Los análisis de composición corporal tienen el potencial para impactar los planes de entrenamiento y rutinas de alimentación como un mecanismo de Bienestar. Por lo tanto, proporcionar información detallada de las características corporales de los deportistas de alto rendimiento del ITM permite tomar decisiones frente a la preparación (carga y duración) para competencias.



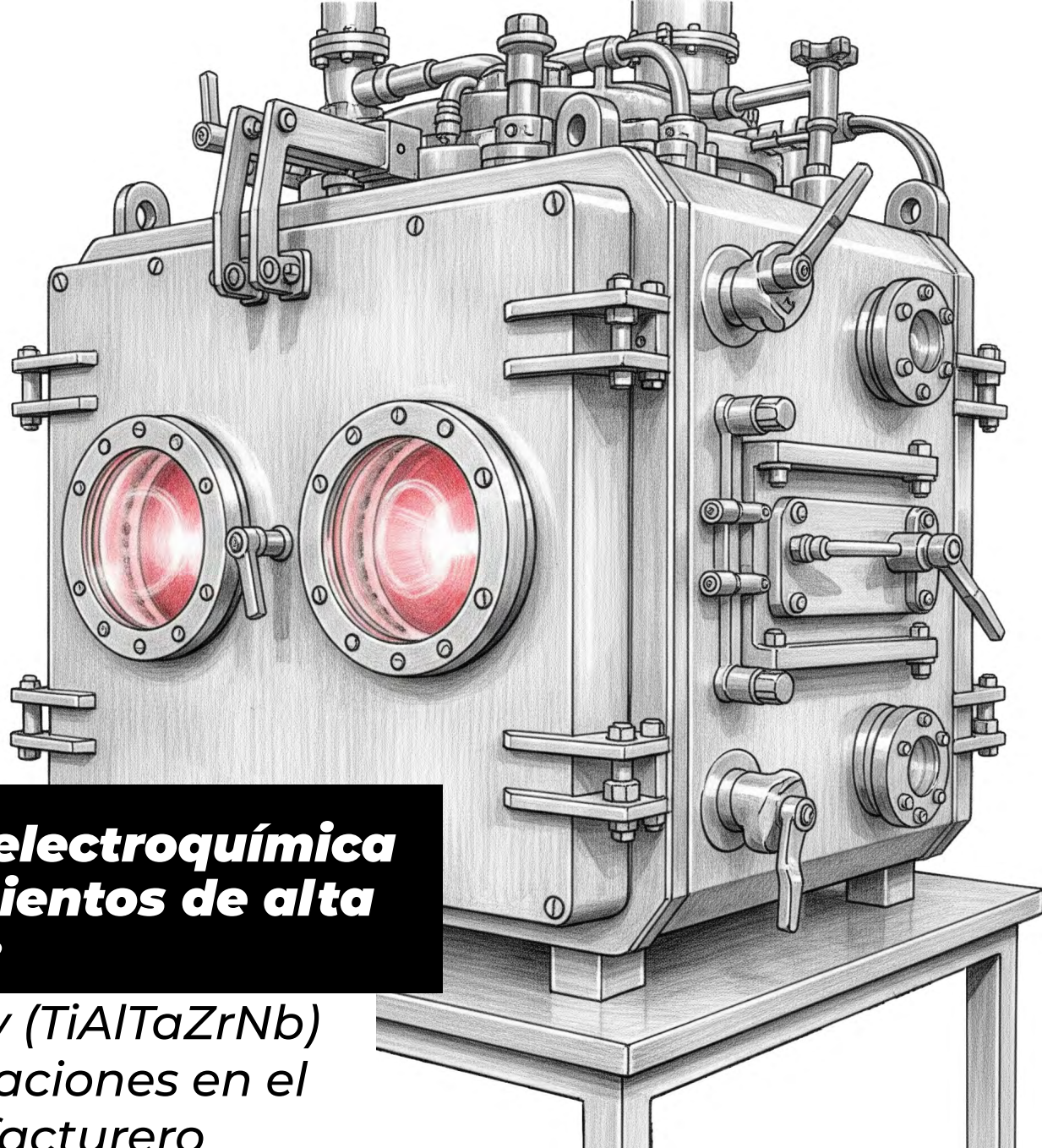
Imagen 2.
Pruebas de Composición corporal con deportista



Imagen 3.
Reunión de socialización de datos obtenidos con deportistas

Referencias

Retamales Muñoz, F., y Valle Parodi, R. (2015). Composición corporal y somatotipo de deportistas de alto rendimiento de la disciplina canotaje en la región del Bio Bio, Chile. *Motricidad Humana*, 16(2), 61-71.



Evaluación electroquímica en recubrimientos de alta entropía de:

(TiAlTaZrNb) y (TiAlTaZrNb) Cx para aplicaciones en el sector manufacturero

Estudiante participante:

Mariana Duarte Rodríguez

Docentes responsables:

Libia Baena y Alejandro Vásquez

Semillero de investigación:

Manufactura y PLM

Línea de investigación:

Manufactura y Gestión de Ciclo de Vida del Producto - PLM

Grupo de investigación:

Calidad Metrología y Producción (CM&P)

Proyecto de investigación:

Desarrollo de recubrimientos de alta entropía de (TiAlTaZrNb) y (TiAlTaZrNb)Cx para aplicaciones industriales

Resumen

El proyecto de investigación busca contribuir al desarrollo de materiales innovadores para la industria. El objetivo principal es mejorar la resistencia a la corrosión del acero H13 mediante la creación de recubrimientos de alta entropía. Esta investigación es fundamental para la industria, ya que la corrosión es un problema importante que puede causar daños significativos a los materiales y equipos. Se realizaron pruebas electroquímicas en muestras de acero H13 con recubrimientos de alta entropía y diferentes adiciones de carbono, sumergidas en una solución salina al 3,5 % en peso de NaCl a 20°C. Los resultados mostraron que el recubrimiento de alta entropía mejora la resistencia a la corrosión del acero H13. La metodología utilizada fue realizar pruebas electroquímicas, incluyendo medidas de potencial de circuito abierto, espectroscopia de impedancia electroquímica y polarización potenciodinámica, para analizar los parámetros que definen la resistencia del recubrimiento, velocidad de corrosión y estabilidad

en ambientes de cloruros. Los resultados más importantes fueron la mejora en la resistencia a la corrosión y la reducción de la velocidad de corrosión. Además, se observó que la adición de carbono en el recubrimiento afecta la resistencia a la transferencia de carga y la resistencia de la capa pasiva.

En conclusión, el proyecto demostró que los recubrimientos de alta entropía son una solución innovadora para mejorar la resistencia a la corrosión del acero H13 en soluciones salinas. Esta investigación puede ser aplicada en diversas industrias, como la petrolera, la química y la manufacturera, donde la corrosión es un problema importante. Además, se espera que este proyecto pueda ser el punto de partida para futuras investigaciones en el campo de los recubrimientos de alta entropía y su aplicación en la industria.

Termocuplas

Ventanas de supervisión

Magnetron

Parámetros:

Bias= -90 V

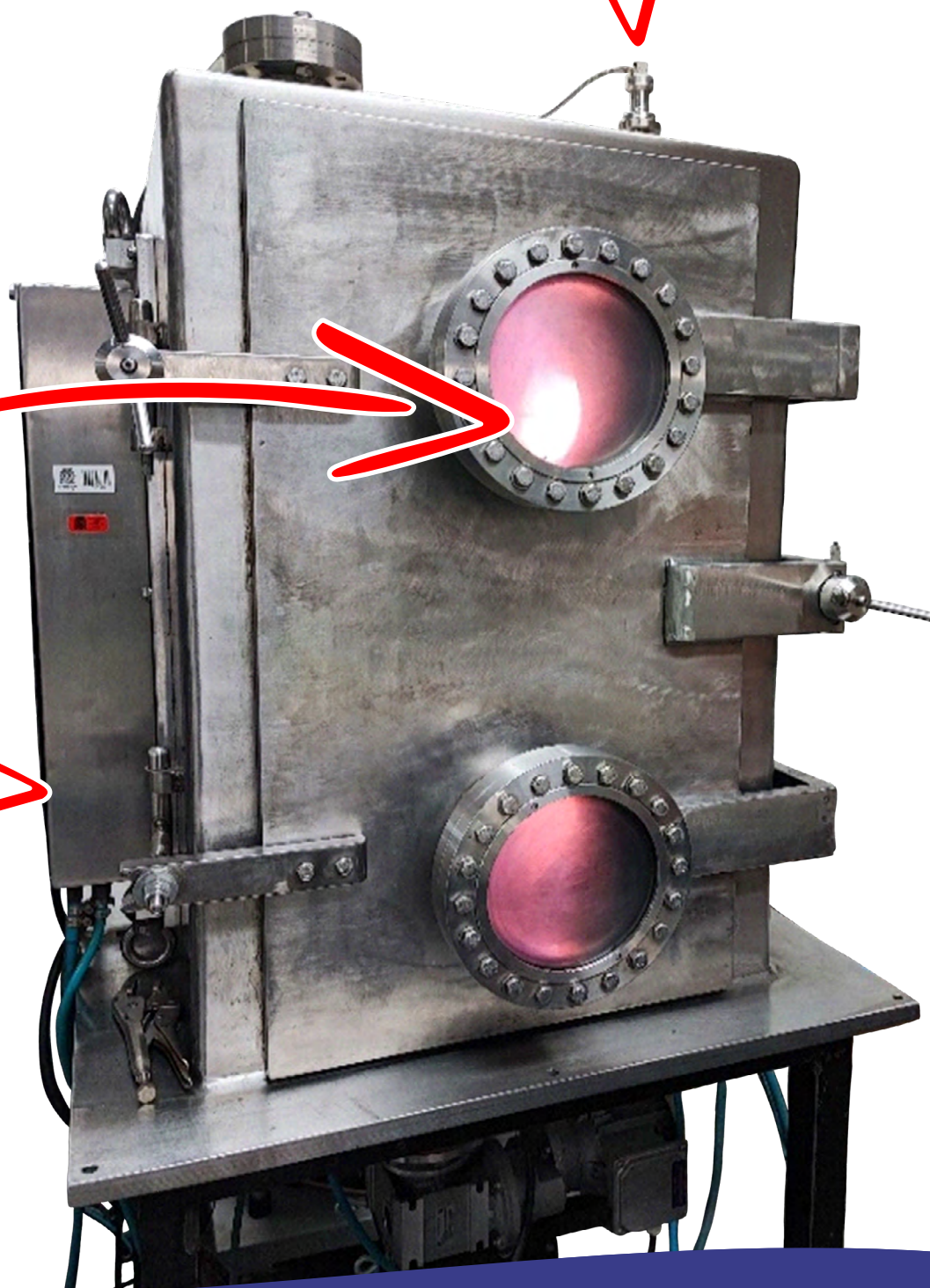
Temperatura= 180 °C

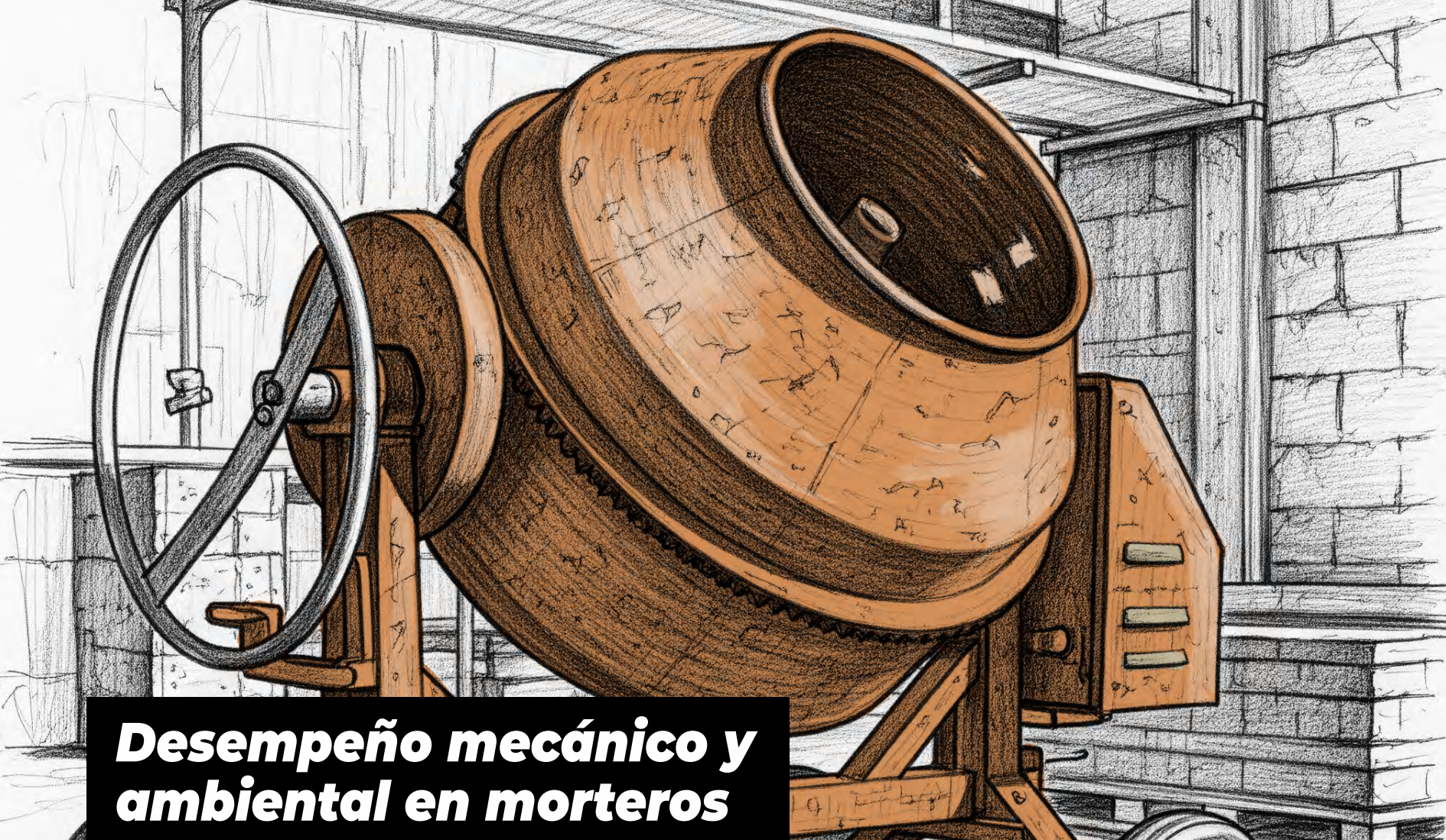
Presión= 0.45 Pa

Flujo Ar= 65 sccm

Potencia Blanco= 1700 W

Flujo Metano= 0, 6, 9, 12 sccm





Desempeño mecánico y ambiental en morteros

con reemplazo parcial de cemento por escoria de carbón producida localmente

Estudiantes participantes:

Jesús Santiago Arango Arroyave, Santiago Andrés Lujan, Daniela López Rugeles, Sebastián Giraldo Salazar, Jhoao Ardila Correa, José Manuel Londoño, Juan Esteban Bertel Peinado

Docentes responsables:

Harlem Acevedo Agudelo, Juan Fernando Gómez Pérez

Semillero de investigación:

Materiales para la construcción sana

Línea de investigación:

MYTEC (Materiales y Tecnología de la Construcción)

Grupo de investigación:

Química Básica, Aplicada y Ambiente. Alquimia

Resumen

La industria del cemento enfrenta un importante reto ambiental debido a las altas emisiones de dióxido de carbono durante su proceso de fabricación. Ante esta situación, es crucial desarrollar nuevas soluciones que reduzcan su impacto ambiental negativo y cumplan con los estándares técnicos y de resistencia requeridos. Por su parte, la escoria de carbón, un subproducto de la industria puede ser utilizado como adición en el cemento, contribuyendo a reducir su riesgo ambiental que se puede llevar a cabo por disposición inapropiada que conlleva a la liberación de metales pesados y otros contaminantes en el suelo y el agua, lo que afecta negativamente a los ecosistemas circundantes y a la salud humana.

Esta investigación tiene como objetivo analizar el desempeño mecánico y ambiental en morteros con reemplazo parcial de cemento por escoria de carbón producida localmente. Este estudio se centra en evaluar tanto los aspectos mecánicos como ambientales de sustituir parte del cemento por escoria de carbón en un mortero tipo S, según la clasificación de la norma sismorresistente de Colombia (NSR-10). Se analizó la resistencia a la compresión de las muestras de mortero para estudiar las propiedades mecánicas, así como la variación en

las emisiones de CO₂ en las mezclas, utilizando diferentes porcentajes de reemplazo del cemento: 5 %, 10 %, 15 %, 30 % y 45 %.

Se establecieron cuatro fases para llevar a cabo la investigación. Inicialmente, la caracterización y el tratamiento de la materia prima donde definió el tipo de arena a emplear y se estableció el tamaño máximo de la escoria de carbón a utilizar (0,075 mm). Posteriormente, el diseño de las mezclas con la cual se realizó el mortero. Para ello, se tomó como base el diseño de un mortero tipo S de acuerdo con la Norma Sismo Resistente del año 2010 (NSR-10) del capítulo D. Seguidamente, se definió la relación agua-cemento de acuerdo con el porcentaje solicitado de fluidez entre 110 % y 120 % para el tipo de mortero seleccionado. Finalmente, la realización de ensayos con respecto a la elaboración y el fallado de cubos de mortero con la NTC 220. Para el análisis del cálculo de las emisiones de carbono se usó la cantidad de cemento presente en un metro cúbico de mortero y se multiplicó por el factor de emisión reportado en un estudio local de la industria de la construcción validado por la UPME.

Como resultados se observó que la tendencia de los valores de las resistencias a la compresión para los 28 días se mantuvo para cada una de las muestras. Si bien se detalla una disminución de las resistencias a la compresión con respecto al incremento de los porcentajes de reemplazo de cemento, los valores de resistencia para los 28 días más bajos que se presentaron fueron para el 45 % de sustitución y correspondió a 22,65 MPa, un valor muy encima de lo estipulado para el mortero tipo S de diseño que es de 12,50 MPa, e incluso cumpliendo en el mínimo exigido del mortero tipo H de 22,50 MPa, que es el mortero de mayor resistencia clasificado para morteros de pega según la NSR10. Desde la perspectiva ambiental, en los resultados de emisiones de CO₂ en las mezclas de estudio se encuentra claramente una correspondencia de disminución de los kgCO₂ de 5 %, 10 %, 15 %, 30 % y 45 %. Adicionalmente, hay un aspecto importante a mencionar sobre el costo económico asociado por cada m³ de mortero que se podría utilizar, donde se detallan ahorros desde el 2,8 % del costo de fabricación para el 5 % de reemplazo hasta el 25,6 % para el 45 % de sustitución.

El estudio permitió evaluar el potencial de la escoria de carbón como material alternativo para el reemplazo parcial del cemento en la producción de morteros. Sus resultados de la evaluación mecánica permiten identificar su resistencia a la compresión con la cual se podrían plantear posibilidades de aplicación en la industria de la construcción. Asimismo, se espera con la realización de más estudios mecánicos y de caracterización del material de reemplazo de cemento confirmar el buen desempeño que se está presentando en el momento con respecto al desempeño mecánico

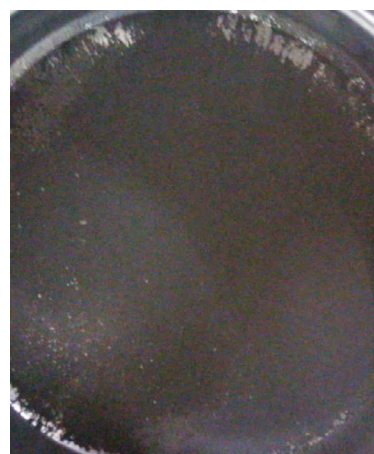
de los morteros con cemento estándar convencional. Además, se espera también que el uso de escoria de carbón reduzca enormemente las emisiones de CO₂ y el alto consumo de energía presentado en su fabricación.



Máquina de triturado de escoria de carbón



Caracterización de la arena



Escoria de carbón tamizada por tamiz #200



Mezclado de morteros



Prueba de fluidez de morteros



Muestras de morteros en fraguado



Prueba de fluidez de morteros



Prueba de resistencia a la compresión



Impulsando la investigación en cáncer de mama:

desarrollo de un modelo celular in vitro para comprender la quimiorresistencia

Estudiante participante:

Ana María Sepúlveda

Docente responsable:

Gloria Angélica Santa González

Semillero de investigación:

Ciencias Biomédicas

Línea de investigación:

Ciencias Biomédica

Grupo de investigación:

Grupo de Investigación e Innovación Biomédica

Proyecto de investigación:

Establecimiento de una línea celular quimio-resistente mediante selección adaptativa

Resumen

El cáncer de mama es una de las principales preocupaciones de salud pública en Colombia debido a su alta incidencia y mortalidad. En 2022 se reportaron 17018 casos y 4752 muertes, siendo la neoplasia más prevalente y letal entre las mujeres del país. A pesar de los avances en tratamientos como cirugía, quimioterapia, radiación e inmunoterapia, estos presentan limitaciones significativas, entre ellas, efectos secundarios adversos, altos costos y el desarrollo de resistencia a las terapias. Esto subraya la necesidad de alternativas terapéuticas más efectivas, destacando la importancia de investigaciones que puedan contribuir a reducir la mortalidad y mejorar la calidad de vida de las pacientes. El desarrollo de resistencia a los tratamientos es uno de los desafíos más críticos en el tratamiento del cáncer de mama. La quimiorresistencia dificulta que las pacientes respondan favorablemente a la quimioterapia convencional, lo que incrementa la tasa de recaída y disminuye la eficacia de los tratamientos, en última instancia afectando la

supervivencia de las pacientes. Ante esta realidad, la búsqueda de estrategias para superar la resistencia a los tratamientos quimioterapéuticos cobra especial relevancia en la investigación biomédica actual.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un modelo celular *in vitro* que permita estudiar la quimiorresistencia en cáncer de mama. Este modelo servirá para investigar estrategias que contrarresten la resistencia a los tratamientos convencionales, con el fin de identificar compuestos naturales que puedan mejorar la eficacia terapéutica, beneficiando así a las pacientes. Además, el modelo permitirá avanzar en la comprensión de los mecanismos biológicos detrás de la resistencia, proporcionando una plataforma para futuras investigaciones.

El proyecto se centra en la creación y caracterización de una línea celular tumoral que desarrolle resistencia a la quimioterapia. La investigación se llevará a cabo en el Grupo de Investigación e Innovación Biomédica (GI2B), dentro de la línea de Ciencias Biomédicas. A diferencia de otros laboratorios que ya cuentan con células quimioresistentes, en nuestro laboratorio esta capacidad es aún inexistente, y su desarrollo sería de gran utilidad para la investigación. El establecimiento de este modelo permitirá no solo explorar nuevos tratamientos que potencialmente podrían mejorar la calidad de vida de las mujeres afectadas por esta enfermedad, sino también contribuir al desarrollo de estrategias terapéuticas más accesibles y menos tóxicas, con miras a que los resultados beneficien tanto a la comunidad científica como a las pacientes en el ámbito social y clínico.

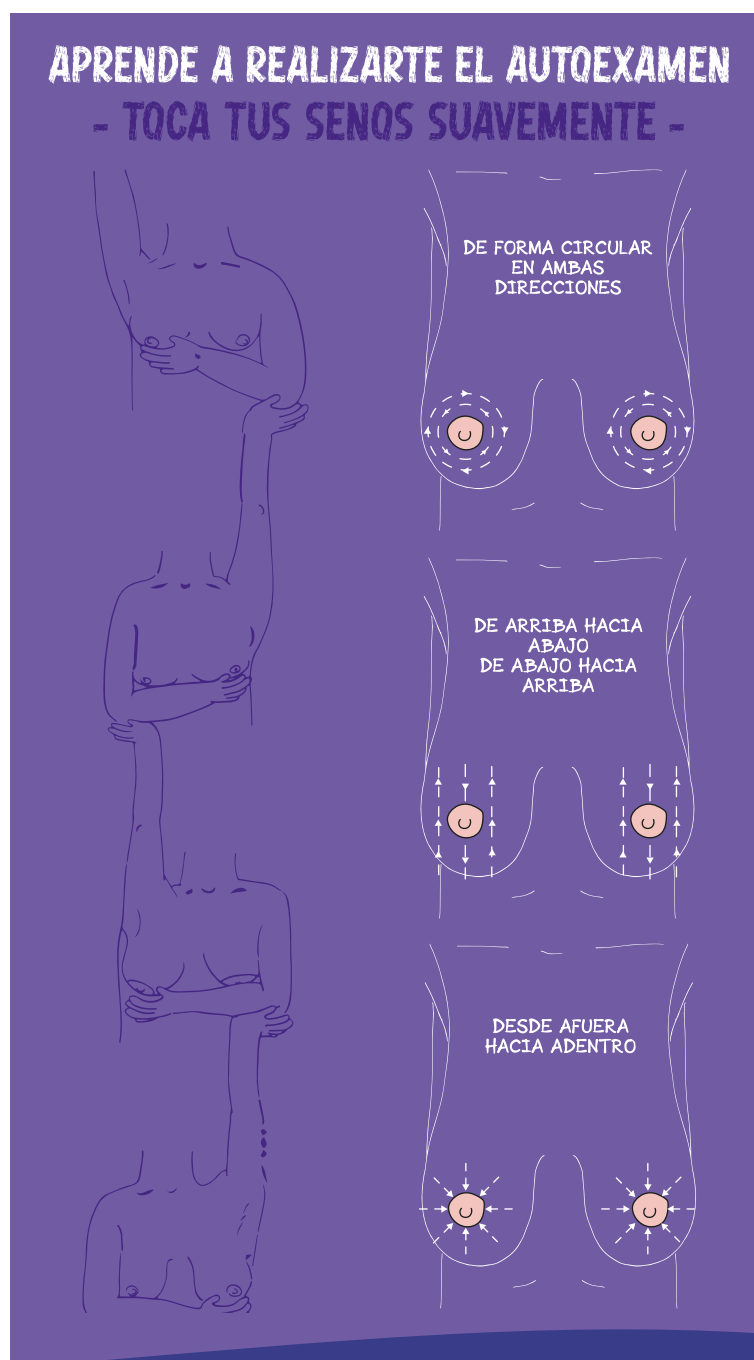
El proyecto se llevará a cabo utilizando cultivos celulares de líneas tumorales de cáncer de mama para inducir la quimiorresistencia a través de la exposición a fármacos específicos. Se emplearán ensayos de viabilidad celular, como el ensayo de MTT, para evaluar la resistencia desarrollada en las células tratadas en comparación con las no tratadas. Las células sensibles y resistentes serán comparadas en términos de viabilidad y respuesta a los fármacos.

Aunque el proyecto aún se encuentra en sus etapas iniciales, se anticipa que el desarrollo del modelo celular *in vitro* permitirá evaluar de manera efectiva la quimiorresistencia. Los resultados esperados incluyen la confirmación de la resistencia a los fármacos quimioterapéuticos mediante la reducción significativa de la sensibilidad de las células tratadas en comparación con las no tratadas. Además, se espera la creación de una herramienta robusta para futuras investigaciones que puedan explorar tratamientos alternativos y más efectivos para contrarrestar la resistencia. La validación de este modelo no solo facilitará la investigación de nuevos compuestos que puedan mejorar los tratamientos actuales, sino que también abrirá la puerta a estudios que aborden

los mecanismos moleculares subyacentes de la quimiorresistencia. Estos avances contribuirán a la búsqueda de terapias personalizadas que reduzcan la toxicidad y mejoren la calidad de vida de las pacientes.

El desarrollo de este modelo celular *in vitro* proporcionará una plataforma para futuras investigaciones sobre los mecanismos de resistencia y la identificación de nuevos compuestos terapéuticos. Asimismo, contribuirá al fortalecimiento de la investigación biomédica en el ITM y fomentará la colaboración académica, al tiempo que promueve la formación de nuevos investigadores.

Este proyecto también tiene un impacto relevante en la salud pública, ya que los avances que se deriven de él podrán ser aplicados en el diseño de tratamientos más efectivos, accesibles y menos tóxicos para las pacientes con cáncer de mama. A medida que se desarrollen nuevas estrategias terapéuticas basadas en los resultados de esta investigación, se espera que las tasas de supervivencia mejoren y que las mujeres afectadas por esta enfermedad cuenten con mejores opciones para combatirla.





Evaluación de respuestas de sistema conversacional tipo chatbot

para apoyo a la práctica clínica obstétrica

Estudiantes participantes:

Pablo Arboleda y Zuliany Urquina

Docentes responsables:

Jairo J. Pérez, Andrés Giraldo
Santiago Rúa, Andrés Orozco-
Duque, S.A Valencia, Ever
Torres Silva

Semillero de investigación:

BioDSP

Línea de investigación:

Ciencias Ingenieriles Biomédicas

Grupo de investigación:

Grupo de Investigación e
Innovación Biomédica – GI2B

Proyecto de investigación:

Agente inteligente basado en
procesamiento de lenguaje natural
para seguimiento materno en
época de pospandemia para un
entorno de Telemedicina

Resumen

La atención médica ha enfrentado numerosos desafíos en la era postpandemia, en tanto que la telemedicina ha emergido como una herramienta valiosa para la integración de sistemas de inteligencia artificial en el sector de la salud. El Ministerio de Salud y Protección Social y Colciencias (2013) señalan que este último es crucial y ofrece nuevas formas de interacción entre pacientes y profesionales. La investigación en curso, con 10 meses de ejecución de 36 programados, que es financiada por MinCiencias, y ejecutada por el Instituto Tecnológico Metropolitano, Universidad Nacional a Distancia, Clínica Universitaria Bolivariana y la Institución Universitaria de Envigado, busca reducir los riesgos asociados al embarazo mediante la implementación de un sistema conversacional tipo chatboot para mejorar la efectividad en la toma de decisiones. Por tanto, la cooperación con los profesionales de la salud, dentro de un subproceso de co-creación para el refinamiento de los sistemas pregunta-respuesta de inteligencia artificial es fundamental para atender esta problemática real.

El objetivo del proceso es evaluar las respuestas de un sistema conversacional tipo chatbot de inteligencia artificial generativa, entrenado con guías clínicas, con el personal

clínico para apoyar la práctica de obstetricia. El alcance del proceso realizado es aportar al desarrollo de sistemas de interacción tipo pregunta-respuesta para facilitar información a los médicos durante el diagnóstico y el tratamiento de situaciones de riesgo en la etapa de embarazo.

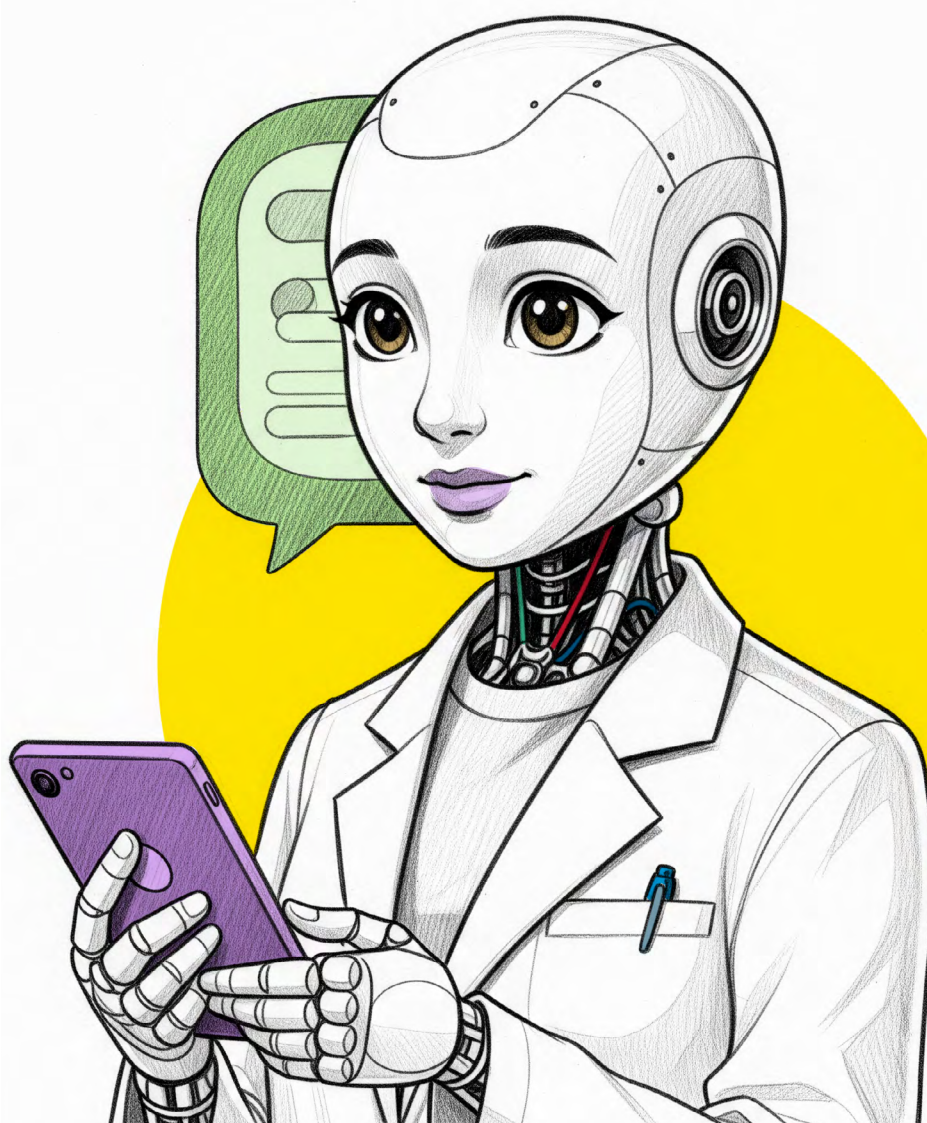
Para la metodología y ejecución, primero se entrevistó a médicos obstetras para conocer las guías de práctica clínica recomendadas y reguladas, luego se recabaron guías clínicas relevantes sobre el manejo del embarazo, estas guías sirvieron como base para el contexto del sistema conversacional. Seguidamente, se llevaron a cabo distintos encuentros entre investigadores y médicos obstetras para identificar tanto preguntas como respuestas claves que los profesionales de la salud consideraron relevantes. Posteriormente, se extendió el contexto del sistema, y en los modelos de inteligencia artificial, con guías clínicas a base del aprendizaje profundo para comprender texto de manera coherente. Además, se aplicó procesamiento de lenguaje natural para que el sistema interpretara adecuadamente las preguntas y generase las respuestas. Asimismo, se documentaron las respuestas. - Se establecieron criterios de evaluación a base de la comparación del concepto de los médicos obstetras y las respuestas generadas por el sistema. Finalmente, se planea un nuevo encuentro con los médicos obstetras para medir qué tan buenas son las respuestas del sistema con respecto a su concepto.

En cuanto a los resultados, se recolectaron cuatro guías clínicas, y se seleccionó una, en primera instancia, denominada: "Guías de Práctica Clínica para la prevención, detección temprana y tratamiento de las complicaciones del embarazo, parto o puerperio" del Centro Nacional de Investigación en Evidencia y Tecnologías en Salud CINETS. Se construyeron 10 preguntas y 2 casos excepcionales, que se aplicaron al chatbot variando el modelo de inteligencia artificial. Adicionalmente, se obtuvieron las respuestas correspondientes por parte del personal médico del proyecto. En total se evaluaron 10 modelos, que arrojaron 100 respuestas que se documentaron en texto plano, clasificadas en archivos con los nombres de los modelos.

Actualmente, se está programando un nuevo encuentro con los médicos vinculados al proyecto para reevaluar dichas respuestas. Se continuará con la evaluación y adaptación del sistema conversacional

por 2 ciclos de realimentación para reforzar el contexto y aumentar la efectividad en el contexto de la salud materna.

En conclusión, el sistema genera respuestas coherentes y alineadas con las guías clínicas suministradas. Esto sugiere que el uso de un chatbot, capaz de generar respuestas a los médicos, puede ser útil para mejorar la toma de decisiones, además del acceso a la información, en pro de la calidad de la atención que se ofrece durante el embarazo y con el fin de reducir los riesgos. Este proyecto no solo representa un avance en la tecnología de salud para reducir riesgos durante el embarazo sino un probable mejoramiento en la calidad de los distintos procesos médicos prestados, y ejemplificación de un modelo de colaboración donde investigadores y médicos obstetras se unen para abordar problemáticas reales que se viven a diario, destacando la importancia de la cooperación y la co-creación para desarrollar soluciones efectivas.



Referencias

Ministerio de Salud y Protección Social, y Colciencias. (2013). Guía de práctica clínica para la prevención, detección temprana y tratamiento de las complicaciones del embarazo, parto o puerperio (Guías No. 11-15). Centro Nacional de Investigación en Evidencia y Tecnologías en Salud (CINETS).



Revisión del estado actual de la investigación en

procesos de calidad de aire y su aplicación con análisis envolvente de datos

Estudiante participante:

Alejandro Estrada Suárez

Docente responsable:

Olga Lucia Larrea Serna

Semillero de investigación:

Herramientas para la productividad

Línea de investigación:

Sistemas logísticos

Grupo de investigación:

Calidad Metrología y Producción (CM&P)

Resumen

La calidad del aire y el análisis envolvente de datos han adquirido un interés creciente en la comunidad científica, principalmente por su impacto directo en la salud pública y su capacidad para apoyar la toma de decisiones fundamentadas en datos. En los últimos años, varios estudios han abordado estos temas, destacando su relevancia no solo desde el punto de vista ambiental, sino también económico y social. La calidad del aire se refiere a la concentración de contaminantes en la atmósfera, y su monitorización es crucial, ya que la exposición prolongada a niveles elevados de contaminantes puede generar problemas de salud como enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Paralelamente, el análisis envolvente de datos, una técnica utilizada para evaluar la eficiencia de diversas unidades de decisión (como ciudades, industrias o sectores económicos), permite identificar patrones y áreas de mejora. Esta revisión sistemática tiene como objetivo proporcionar una visión general del estado actual

del conocimiento en estos campos, examinando estudios indexados en Scopus. A través del análisis de la cantidad de artículos, palabras clave y citas, se busca identificar tendencias, lagunas de investigación y áreas emergentes que puedan ser aprovechadas por el sector productivo para mejorar sus procesos y reducir su impacto ambiental.

En términos metodológicos, la revisión comenzó con una definición precisa del tema a investigar: la relación entre la calidad del aire, el análisis envolvente de datos y sus aplicaciones en diversos sectores productivos. A continuación, se desarrolló una pregunta de investigación clara para guiar el proceso. Para garantizar la relevancia y calidad de los estudios seleccionados, se establecieron criterios de inclusión y exclusión, que permitieron filtrar los artículos más adecuados en función de su enfoque, metodología y resultados. Se seleccionaron bases de datos científicas, siendo Scopus la principal, por su extensa cobertura en artículos de calidad revisados por pares. Tras realizar la búsqueda, se evaluaron y seleccionaron estudios relevantes, extrayendo y analizando datos clave relacionados con la calidad del aire y el análisis envolvente de datos. Durante la ejecución del proceso, se emplearon herramientas de análisis bibliométrico para identificar los principales autores, instituciones y países que han liderado la investigación en este campo, así como las palabras clave más recurrentes en los estudios seleccionados. Esto permitió obtener una visión detallada de las tendencias y áreas emergentes de investigación.

En cuanto a los resultados más importantes, se observó un aumento considerable en la cantidad de investigaciones sobre la calidad del aire, especialmente durante la pandemia de COVID-19. El confinamiento y la reducción de actividades industriales y humanas durante este periodo llevaron a una mejora notable en la calidad del aire, lo cual fue ampliamente documentado en estudios de todo el mundo. Las investigaciones señalaron que la disminución de emisiones de gases contaminantes, como el dióxido de nitrógeno (NO_2) y las partículas en suspensión, generó una mejora sustancial en la calidad del aire en zonas urbanas densamente pobladas. Así mismo, se descubrió que las condiciones atmosféricas influyeron en la propagación del virus, lo que sugiere una relación compleja entre la calidad del aire y la salud pública. Estos hallazgos resaltan la importancia de seguir monitorizando la calidad del aire y desarrollando estrategias para reducir la emisión de contaminantes, no solo en tiempos de crisis, sino también como parte de las políticas ambientales permanentes en los países.

Las conclusiones de esta revisión subrayan que tanto la calidad del aire como el análisis envolvente de datos han sido áreas de gran relevancia para la investigación científica en los últimos años. Los

avances en estas áreas han permitido a los gobiernos y a las empresas tomar decisiones más informadas, basadas en datos, lo que a su vez ha contribuido a la mitigación de problemas ambientales y a la mejora de la salud pública. En el contexto del sector productivo, estos hallazgos son especialmente relevantes, ya que permiten identificar oportunidades para mejorar la eficiencia operativa al mismo tiempo que se minimiza el impacto ambiental. La evidencia sugiere que las empresas pueden beneficiarse del uso del análisis envolvente de datos para evaluar su eficiencia en el consumo de recursos y la emisión de contaminantes, lo que podría llevar a una mayor sostenibilidad en el largo plazo. Además, los resultados de esta revisión apuntan a la necesidad de continuar investigando la relación entre la calidad del aire y otros factores, como el cambio climático, el desarrollo urbano y las políticas de salud pública.





Desarrollo de una superficie instrumentada para presiones pélvicas con aplicaciones clínicas

Estudiantes participantes:

Luis Felipe González Medina,
Daniela Paulina Burgos Montes

Docentes responsables:

Natali Olaya Mira, Juan Pablo Restrepo Uribe

Semillero de investigación:

Semillero de Biomecánica,
Rehabilitación y Diseño (BIREDI)

Línea de investigación:

Ciencias Ingenieriles Biomédicas

Grupo de investigación:

Grupo de Investigación e
Innovación Biomédica GI2B

Proyecto de investigación:

Desarrollo de una superficie
instrumentada para presiones
pélvicas con aplicaciones clínicas

Resumen

Los pacientes en decúbito supino o sedestación prolongada en sillas de ruedas están expuestos a riesgos de presentar lesiones de la piel y de los tejidos blandos. La poca actividad somete al cuerpo a una reducción de la circulación sanguínea y, por ende, a sufrir apariciones como las úlceras que pueden ascender a necrosis e infección por la exposición de las capas internas de la piel.

Este riesgo podría mitigarse si el personal de salud encargado del cuidado de dichos pacientes contara con la información de las presiones corporales al momento del posicionamiento de pacientes en cama o silla de ruedas, el seguimiento de la rehabilitación de úlceras por presión o la adaptación de tecnologías asistivas como sillas de ruedas o camas hospitalarias. Ante dicha necesidad, en este trabajo se pretende desarrollar un prototipo para la adquisición de la distribución de presiones corporales con dimensiones

escalables para su implementación en el censado de presiones plantares, pélvicas y de cuerpo completo teniendo en cuenta su futura aplicación clínica.

Basados en lo anterior, la metodología de este proyecto contempla una población conformada por las personas en decúbito supino, sedestación y bipedestación prolongada. Además, tiene en cuenta equipos y materiales como el velostat (superficie flexible de material conductor), el Arduino UNO y multiplexores CD4067BE (interruptores analógicos controlados digitalmente). El desarrollo de la superficie inició con diseños de prototipos de sensores pequeños (9x9 cm) para comprobar el desempeño del montaje circuital y la recepción de datos. Luego, se procedió con el desarrollo del código para la lectura, procesamiento y acondicionamiento de los valores censados y su posterior representación gráfica. Después, se escalará y comprobará su funcionamiento en superficies más grandes para su posterior validación en entornos relevantes.

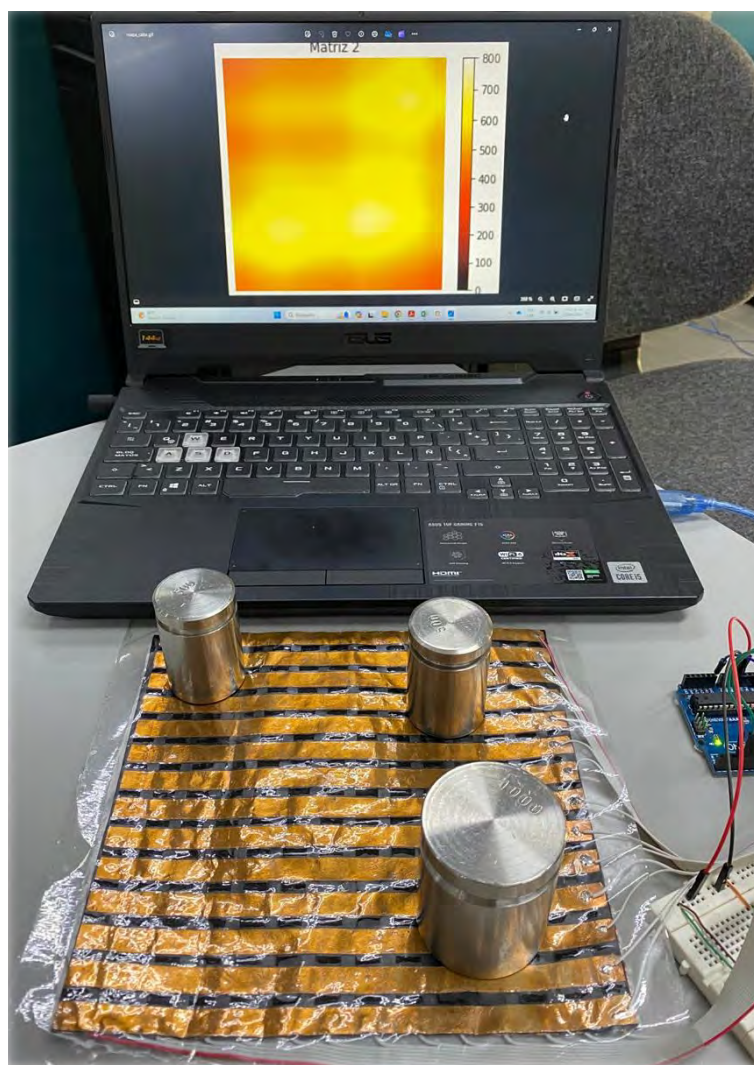
Como resultado parcial, se construyó un modelo matricial de sensores resistivos flexibles con dos capas de Velostat y cinta de cobre. Posteriormente, se realizó la adquisición de los valores de resistencia para analizar su comportamiento variable a partir de las presiones aplicadas. El algoritmo está aún en desarrollo y, por lo pronto, capta los datos que se registran desde el sensor cuando este es presionado, y entrega un mapa de calor donde se diferencian los valores de resistencia en diferentes colores. En la actualidad, el sistema funciona para sensores de 14 cm por 14 cm. Más adelante, se procederá con su escalamiento a superficies más grandes.

Es importante tener en cuenta que, al momento de la implementación final de la superficie instrumentada, el cableado interno y la cinta de cobre con la que se recubre tiende a desgastarse, por lo cual debe reforzarse con algún recubrimiento que extienda su vida útil sin perder su característica de flexibilidad.

Por otro lado, y como conclusión, el comportamiento del Velostat, al ser un sensor de resistencia variable, muestra que su valor de resistencia disminuye entre mayor es la presión que se aplica, y, al ser instrumentado con cinta de cobre, se comporta como una matriz que entrega datos cuya resolución depende de la cantidad de conexiones que se realicen en el espacio disponible. Esta información es importante para la posterior visualización del registro de presiones en un mapa de calor para facilitar la interpretación clínica.



Matriz de sensores



Comprobación de sensor

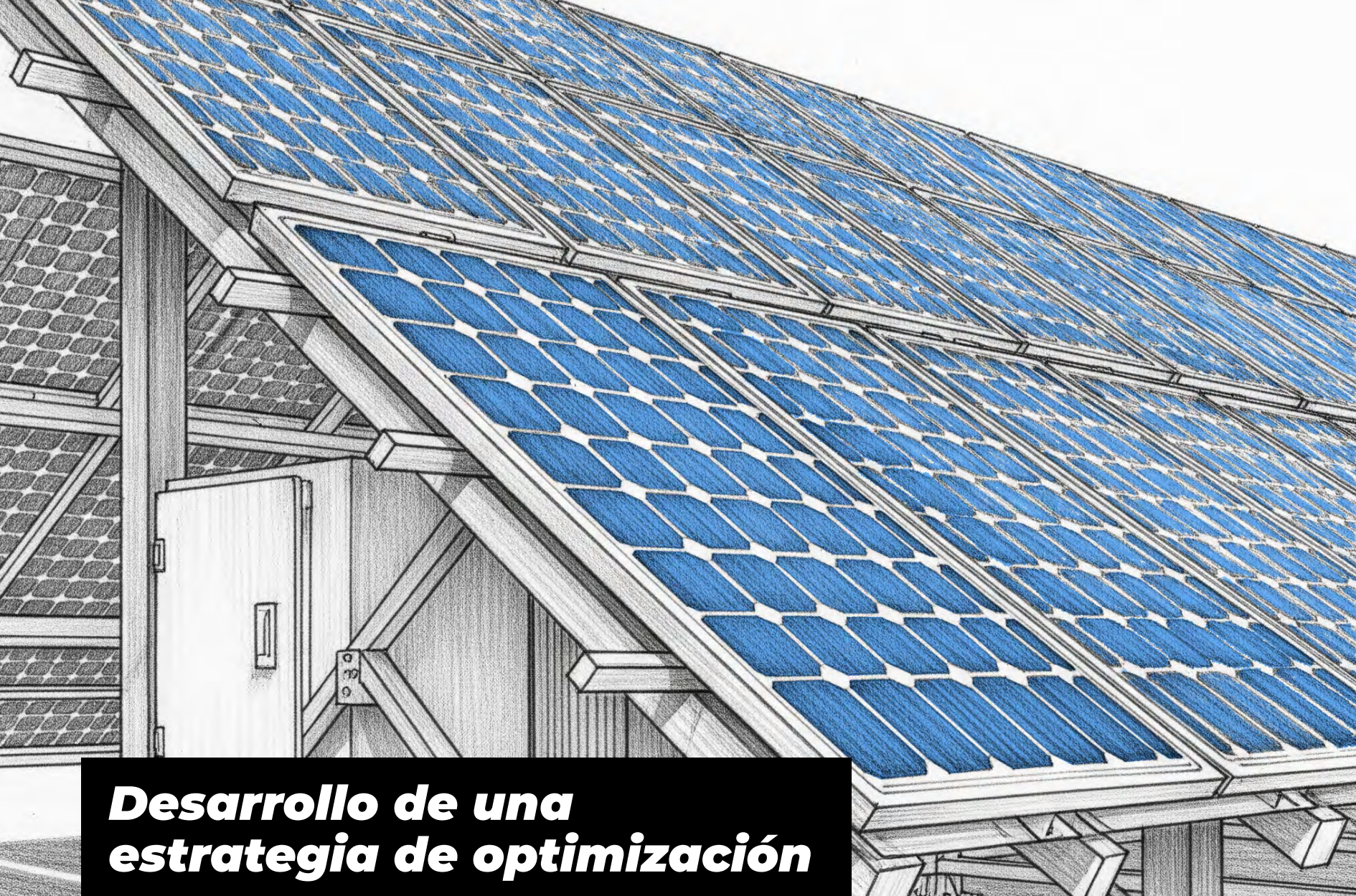


**Plataforma
presiones
pélvicas**



Volver





Desarrollo de una estrategia de optimización

para la operación de microrredes eléctricas bajo un entorno de integración de recursos energéticos distribuidos, considerando aspectos técnicos

Estudiante participante:

Brandon Parra Guerra

Docentes responsables:

Rubén Iván Bolaños, Jhony

Andrés Guzmán Henao

Semillero de investigación:

Modelado Matemático,
Programación y Optimización
aplicada a la ingeniería

Línea de investigación:

Eficiencia energética

Grupo de investigación:

Máquinas Inteligentes y
Reconocimiento de Patrones

Resumen

El crecimiento demográfico a nivel mundial ha provocado un aumento en el consumo de energía eléctrica, lo que ha traído consigo problemas operativos dentro del sistema eléctrico de potencia, encargado de satisfacer esta demanda. Como solución, han surgido fuentes de energía basadas en recursos renovables. Por ello, en los últimos años, los esfuerzos de la comunidad académica se han centrado en la optimización del uso de estas fuentes renovables en los sistemas eléctricos de potencia, especialmente en la etapa de distribución.

Por lo anterior, el objetivo del proyecto es diseñar una metodología de optimización para la integración y operación de fuentes de generación distribuida en redes eléctricas de distribución que garantice la mejora de las condiciones técnicas de la red. Como alcance del proceso realizado

se hizo el desarrollo de un método de optimización para la reducción de pérdidas de energía en sistemas eléctricos de distribución.

Para llevar a cabo el desarrollo de esta propuesta de investigación, en primera medida se realizó una revisión de la literatura especializada con el fin de conocer los trabajos propuestos y las investigaciones vigentes que permitieran ampliar el panorama y conocer las técnicas y metodologías que se han utilizado para impactar el sistema eléctrico de distribución. Entre las técnicas encontradas, se seleccionó el algoritmo de Optimización de Búsqueda de Cuervos, el cual es un algoritmo metaheurístico que se basa en el comportamiento natural del proceso de búsqueda de alimento ejecutado por los cuervos. La metodología desarrollada presenta un enfoque maestro-esclavo, donde la etapa maestra corresponde al algoritmo de cuervos y es la encargada de determinar la ubicación de los generadores fotovoltaicos dentro del sistema de prueba de 33 nodos; además, esta etapa permite determinar de manera inteligente la cantidad de potencia que debe inyectar cada generador en un periodo de 24 horas. Para la etapa esclava, se consideró el método de flujo de potencia de aproximaciones sucesivas, mediante el cual se evalúa cada una de las configuraciones obtenidas en la etapa maestra. La metodología entrega, como resultado, la configuración de ubicaciones e inyección de potencia con la menor cantidad de pérdidas de potencia en el sistema.

Los resultados más importantes son:

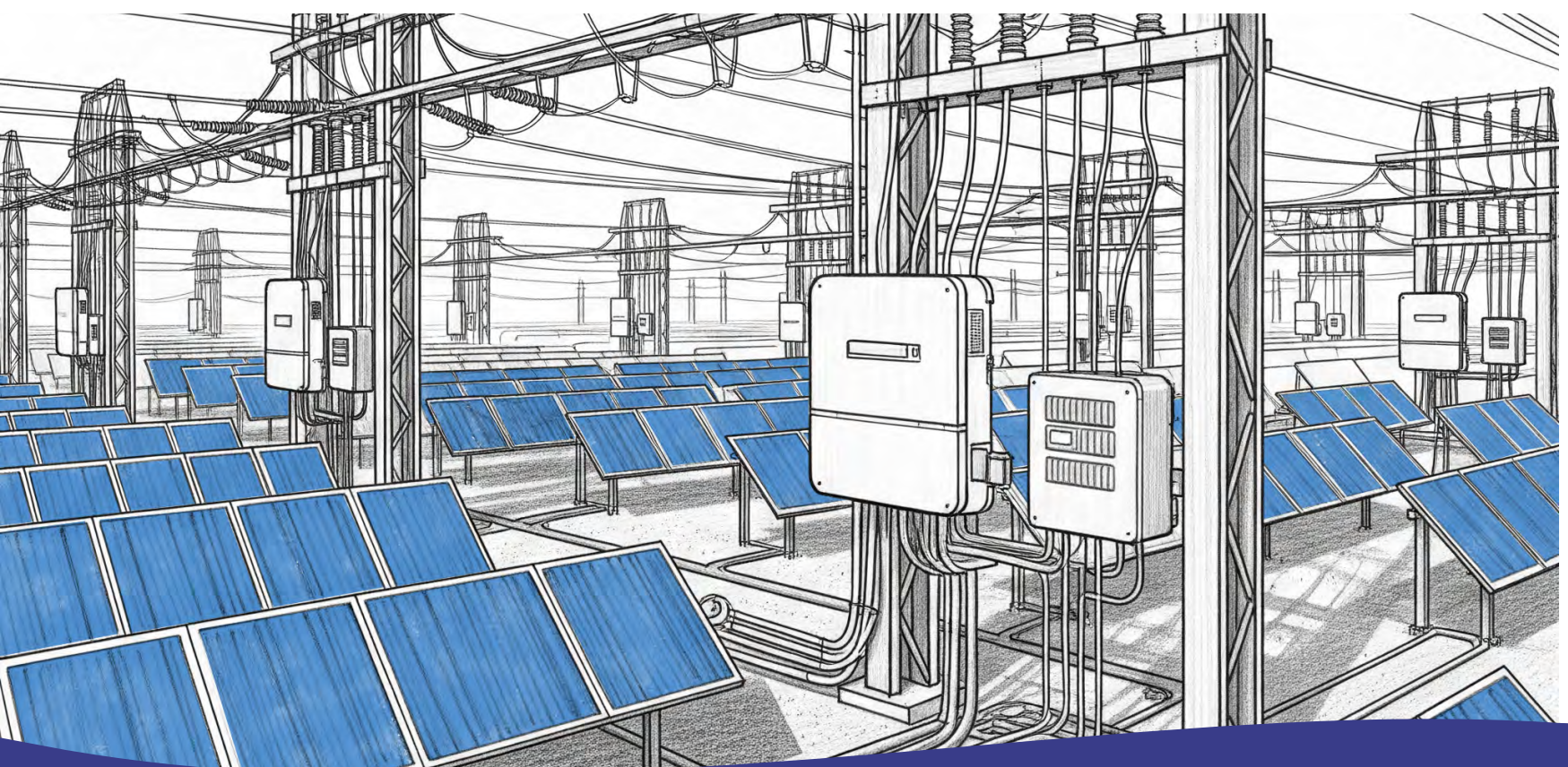
- Revisión de la literatura especializada relacionada con la integración de generadores fotovoltaicos en redes eléctricas de distribución.

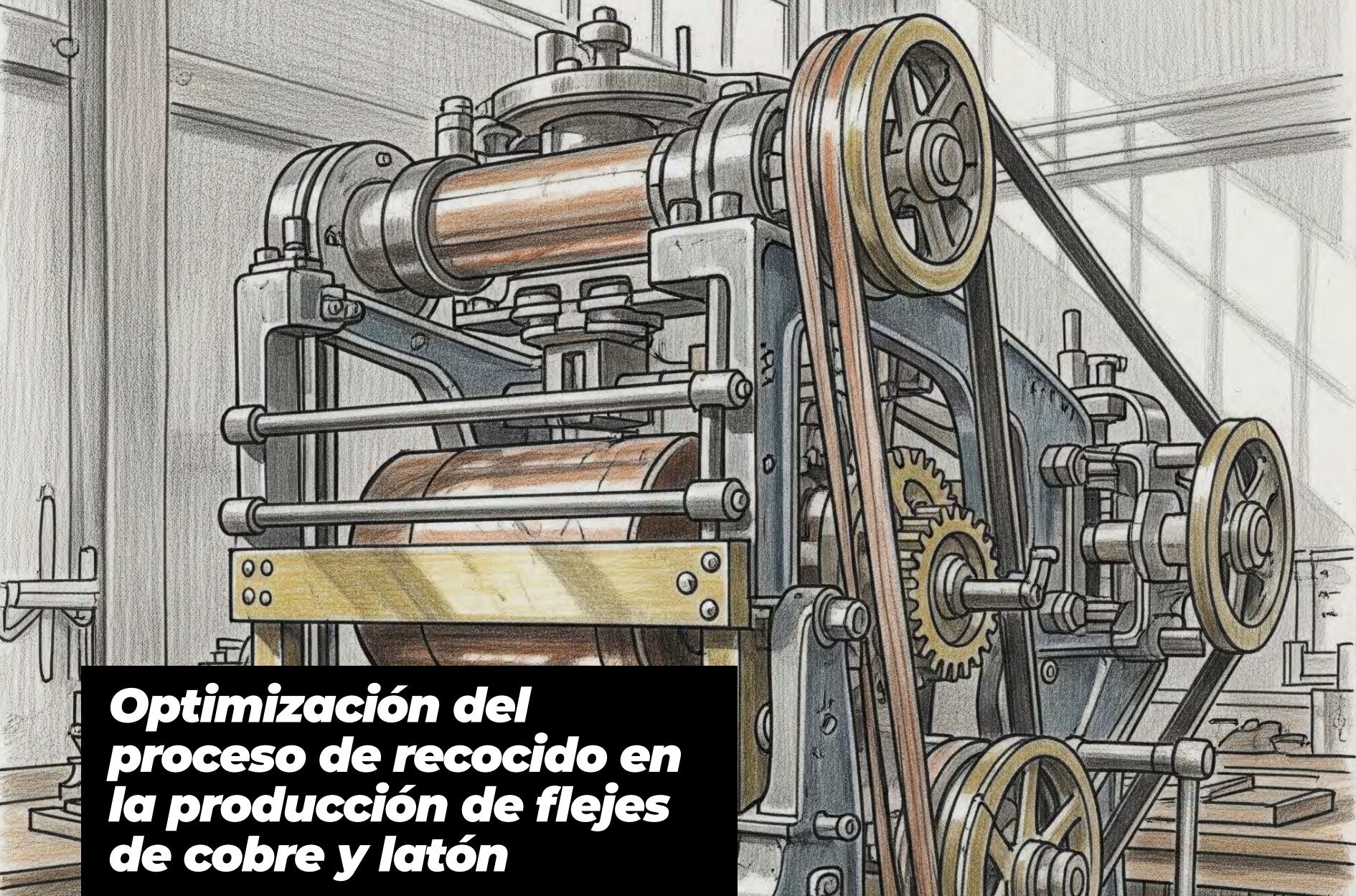
- Adaptación de un modelo matemático al problema de integración de generadores fotovoltaicos a la red de distribución.
- Programación de un algoritmo de optimización basado en el comportamiento natural de los cuervos en su proceso de búsqueda de comida para solucionar el problema de integración de generadores fotovoltaicos en la red eléctrica.
- Reducción en las pérdidas de energía, para un día de operación, en un sistema eléctrico de distribución reportado en la literatura especializada.

Como conclusión, se observa una gran ventaja del algoritmo de Búsqueda de Cuervos en cuanto a su rapidez de convergencia, ya que en comparación con otros métodos su tiempo de procesamiento es menor.

Se demuestra que el algoritmo de Optimización de Búsqueda de Cuervos, combinado con el método de aproximaciones sucesivas, ha demostrado ser eficaz para la integración de generadores fotovoltaicos en redes eléctricas de distribución. Este enfoque optimizado no solo facilita la incorporación de estas fuentes de energía renovable, sino que también mejora las condiciones técnicas de la red.

Se demostró que la metodología propuesta logró una reducción aproximadamente del 33 % en las pérdidas de potencia del sistema durante un día de operación. Adicionalmente, la metodología mostró ser sólida en el análisis estadístico, ya que presentó una adecuada desviación estándar porcentual, un buen valor promedio en la función objetivo y tiempos de procesamiento que evidencian su rapidez y flexibilidad.





Optimización del proceso de recocido en la producción de flejes de cobre y latón

en la empresa Laminación de Colombia SAS

Estudiante participante:

Valentina Restrepo Montoya

Docentes responsables:

Adrián Tamayo y Enrique Quiceno

Semillero de investigación:

Manufactura y PLM

Línea de investigación:

Manufactura y Gestión de Ciclo de Vida del Producto - PLM

Grupo de investigación:

Calidad Metrología y Producción (CM&P)

Proyecto de investigación:

Optimización del proceso de recocido en la producción de flejes de cobre y latón en la empresa Laminación de Colombia SAS

Resumen

La industria del cobre y el latón es fundamental en la economía colombiana, especialmente en sectores como el eléctrico, automotriz, telecomunicaciones, confección y construcción. Los flejes de cobre se utilizan en conectores eléctricos y sistemas de transmisión por su conductividad, mientras que los de latón son clave en la fabricación de radiadores, frenos automotrices, conectores de precisión, cremalleras y botones. Una compañía manufacturera especializada en la producción de flejes metálicos del cobre y latón facilitó sus instalaciones para evaluar el proceso de recocido, el cual es esencial para la fabricación de flejes. El recocido es un tratamiento térmico que alivia las tensiones internas generadas durante el laminado en frío de los flejes, mejorando su ductilidad y restaurando sus propiedades mecánicas. Este proceso se realiza a temperaturas entre 300°C y 600°C, seguido de un ciclo controlado de calentamiento y enfriamiento que dura entre 9 y 18 horas. Además, se utilizan atmósferas reductoras para evitar la oxidación, garantizando así una mejor calidad superficial y la resistencia de los flejes.

El proceso de recocido es intensivo en términos de consumo energético, ya que requiere mantener la temperatura durante un tiempo prolongado. Actualmente, el ciclo de recocido en esta empresa puede durar más de 18 horas, lo que afecta significativamente la eficiencia y aumenta los costos productivos. Las ineficiencias en la gestión operativa y en los controles de la temperatura del recocido incrementan el consumo energético y reducen la competitividad del proceso. La intervención propuesta busca optimizar este proceso, estableciendo estándares que mejoren la gestión energética y permitan la aplicación de curvas de recocido escalables a nivel industrial. La integración de tecnologías avanzadas en los hornos, incluyendo la automatización, permitirá regular con mayor precisión la temperatura y el tiempo de recocido, reduciendo los costos energéticos y mejorando la uniformidad y calidad del producto final.

Los resultados obtenidos en los primeros seis meses de desarrollo del proyecto permitieron diagnosticar y revisar las prácticas utilizadas en el proceso de recocido de cobre y latón en la compañía. Se identificaron incrementos de temperatura en las caras frías del horno, que superaban los 60°C, lo cual se debía al deterioro de los aislamientos térmicos, afectando la eficiencia en la retención del calor. Como respuesta, se realizó una mejora en los revestimientos térmicos, aplicando nuevos materiales refractarios en la estructura del horno. Como resultado, el tiempo de recocido se redujo entre 1 y 2 horas. Los análisis de las propiedades mecánicas del material mostraron una mayor uniformidad en las durezas, con una reducción del 43 % en la desviación estándar de los tamaños de grano del material que se procesó con las adecuaciones del aislamiento térmico en comparación con el procesado antes de las mejoras. Las durezas, que deben mantenerse en un rango específico de 10 a 38,7 HRB, presentaron menor variación, lo que indica una mayor consistencia en las propiedades del material y una mejora en la calidad final del producto. Aunque los tiempos de recocido siguen siendo relativamente elevados, la estabilidad y uniformidad alcanzadas representan un avance significativo para el proceso.

En trabajos futuros, se espera una reducción del tiempo de procesamiento y del consumo energético, con la caracterización del material mediante pruebas de laboratorio y su escalamiento industrial, así como la implementación de sistemas de control automático que permitan mejorar la calidad del producto final. Además, este proyecto tiene el potencial de transformar no solo el proceso productivo de la empresa, sino de impactar de manera más amplia la industria metalúrgica en Colombia, fortaleciendo el vínculo entre la academia y la industria. La contribución de este proyecto al proceso de apropiación social del conocimiento se desarrolla principalmente en el

sector productivo, donde el diálogo de saberes y la colaboración entre la empresa, la academia y expertos en la industria metalúrgica permiten la identificación y resolución investigativa de problemas productivos. El conocimiento generado en este proyecto también podrá ser adoptado por otras empresas del sector, generando un impacto positivo en la sostenibilidad y eficiencia del sector metalúrgico del país. Este esfuerzo está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la ONU, especialmente en términos de eficiencia energética, sostenibilidad y desarrollo tecnológico.



1. Proceso de laminado en frío.
2, 3, 4. Disposición del material y toma de muestras para análisis de durezas.
5. Probeta para análisis de tamaño de grano.
6, 7. Tamaño de grano sin manta vs con manta.



Órtesis canina para *Dachshund*:

BaconBrace

Estudiantes participantes:

Sarita Aguado Escudero y Óscar
Andrés Salazar López

Docentes responsables:

Natali Olaya Mira e Isabel Cristina
Soto Cardona

Semillero de investigación:

Semillero de Biomecánica,
Rehabilitación y Diseño BIREDI

Línea de investigación:

Biomecánica, Rehabilitación y
Diseño

Grupo de investigación:

Grupo de Investigación e
Innovación Biomédica GI2B

Proyecto de investigación:

Desarrollo de órtesis contra
la enfermedad de discos
intervertebrales

Resumen

La Enfermedad Degenerativa de los Discos Intervertebrales (EDIV) es un problema grave que afecta a los perros salchicha, una raza caracterizada por su columna vertebral alargada, lo que los predispone a padecer complicaciones ortopédicas que llegan a neurológicas. Debido a esta morfología, la estructura de sus cuerpos genera una presión adicional sobre los discos intervertebrales, lo que acelera la degeneración de los discos, que pierden su capacidad de amortiguación natural, lo que a su vez provoca síntomas como dolor intenso, hernias discales e incluso inmovilización.

Se realizó el diseño de una órtesis, denominada BaconBrace, que proporcione soporte adicional a la columna vertebral de los perros salchicha. Esta órtesis busca mejorar la postura del animal, reducir la presión sobre los discos intervertebrales y prevenir o mitigar los efectos de la EDIV. La necesidad de esta órtesis surge

debido a que las soluciones actuales, como modificar las actividades diarias o controlar el peso, no resuelven de forma definitiva los problemas derivados de esta enfermedad. Se pretende llegar a los dueños de perros salchicha ofreciendo una solución eficaz que atienda las necesidades ortopédicas de los perros, mejore la calidad de vida de las mascotas y que sea aceptable para sus propietarios.

Para elaborar esta órtesis se inició con el primer diseño de un prototipo de órtesis tipo faja, utilizando varillas para proporcionar soporte estructural. Se tomaron medidas del cuerpo de un perro salchicha para crear un boceto adaptado. Se identificaron deficiencias en la rigidez de las varillas y problemas de comodidad, lo que llevó a un rediseño. En la fase siguiente, se realizaron ajustes, asegurando que el dispositivo ofreciera un soporte adecuado sin limitar la movilidad del animal. La fase final de prueba incluirá la evaluación del movimiento del perro tanto con la órtesis como sin ella, utilizando videogrametría para obtener datos precisos.

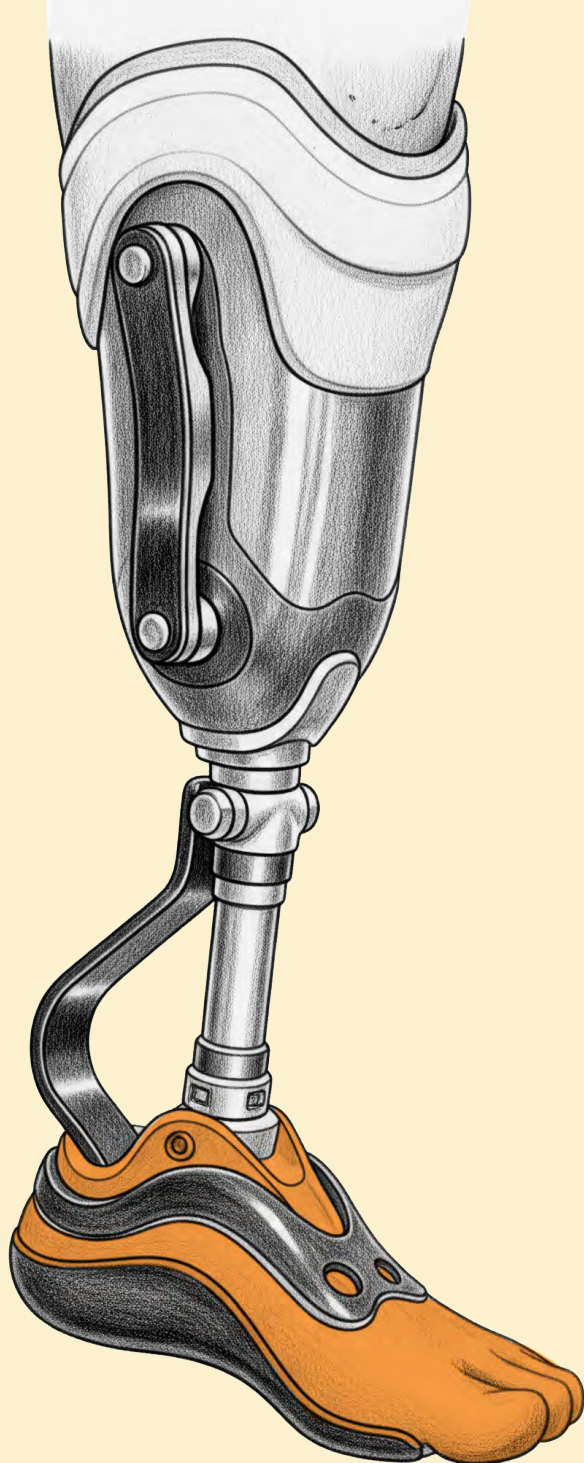
Los resultados más importantes del proyecto incluyen la identificación de deficiencias en el diseño inicial. El rediseño ha logrado mejorar estos aspectos, aumentando tanto el soporte estructural como la comodidad del dispositivo en las patas traseras. Aunque los ajustes continúan en curso, se espera que la versión final de la órtesis proporcione un soporte efectivo, reduciendo la presión en la columna vertebral y mejorando la postura del perro.

En conclusión, la creación de la órtesis BaconBrace representa un avance importante en la gestión de la EDIV en perros salchicha. La adaptación del dispositivo a la estructura específica de la raza es clave para abordar los problemas ortopédicos derivados de su cuerpo alargado. Las mejoras realizadas en el diseño inicial reflejan un compromiso por ofrecer una solución efectiva y cómoda para el perro, y se espera que las pruebas finales validen su impacto positivo en la calidad de vida de estos animales. Este proyecto destaca la importancia de desarrollar soluciones ortopédicas adaptadas a las características únicas de cada raza y hace un llamado a la responsabilidad de los criadores y propietarios en la prevención y tratamiento de los problemas de salud asociados con la morfología de cada animal.



Propuesta y prototipo inicial de la órtesis canina para Dachhund





Estudiantes participantes:

Isabella González González, Ix Valentina Suárez Duque, Juliana Vallejo Agudelo, Tomás Morales García, Saray Rojas Giraldo

Docentes responsables:

Natali Olaya Mira, Isabel Cristina Soto Cardona, Jorge Iván Usma Gutiérrez

Semilleros de investigación:

ProTeMai y BiReDi

Líneas de investigación:

Desarrollo de Nuevos Materiales
Biomecánica, Rehabilitación, Diseño

Grupos de investigación:

Química Básica, Aplicada y Ambiente
– Alquimia

Investigación e Innovación Biomédica
– GI2B

Proyecto de investigación:

Diseño y fabricación de una prótesis transtibial para una persona privada de la libertad



Prótesis transtibial para un amputado

privado de la libertad

Resumen

Las prótesis juegan un papel fundamental en el proceso de rehabilitación de las personas en condición de discapacidad (amputación). Todos los dispositivos se realizan por medio de un desarrollo personalizado y adaptativo para cada paciente y sus características físicas, con el fin de avalar el confort, la funcionalidad y los requerimientos biomecánicos que exigen los individuos garantizando excelentes resultados en cada tratamiento.

Este proyecto describe el apoyo social del proceso en la fabricación de una prótesis transtibial, en conjunto con la empresa Createx, que desarrolla un proyecto textil llamado Piso 9 en la cárcel de Pedregal. Allí, una de las personas privada de la libertad que trabaja en el proyecto requería una prótesis, ya que la suya se encontraba en muy mal estado. Para ello, se busca utilizar técnicas específicas de diseño, selección y manufactura de materiales, con el fin de obtener una prótesis que cumpla con todos los requerimientos y necesidades.

El proyecto se realizó en dos fases: el socket y el pie mecánico. La primera fase se centró en el diseño y análisis de un pie mecánico, tomando como referencia un trabajo de tesis previo. Modelamos la pieza considerando las medidas del paciente, con una longitud de pie de 28 cm, y realizamos un análisis

para determinar la medida adecuada a lo ancho, asegurando funcionalidad y estética. Utilizamos SolidWorks para diseñar las partes superior e inferior del pie, que luego ensamblamos. Seleccionamos PLA como material principal, y el estudio de materiales arrojó un factor de seguridad de 2, aplicando una fuerza de 100 kg (980 N) durante el análisis para mayor seguridad. Agregamos un resorte en el talón para mejorar la propulsión y amortiguación durante la marcha.

En la segunda fase, elaboramos el socket de la prótesis. El grupo del ITM se desplazó a la cárcel para realizar el molde negativo del muñón, y posteriormente, en los laboratorios del ITM, se creó el positivo en yeso. Luego, iniciamos el proceso de termoformado, ablandando goma EVA en un horno y ajustándola a la forma del muñón mediante vacío. Luego, recubrimos la goma con papel chicle y vaselina, y colocamos una placa de polipropileno calentada a 125°C para sostener el soporte araña. Finalmente, cortamos los excedentes de material, dejamos enfriar y pulimos, cubriendo con fibra de carbono. Para el desarrollo del pie, utilizamos ABS, PLA y NYLON, mientras que el socket fue fabricado con termoformado de polipropileno recubierto con fibra de carbono. Además, reemplazamos el liner por un recubrimiento blando en goma EVA, permitiendo al paciente utilizar una media común.

El diseño final del pie demostró ser la opción más adecuada, permitiendo la adaptación de las fuerzas de reacción del suelo según la velocidad de la marcha y facilitando el movimiento. El dispositivo obtenido cumplía con el diseño propuesto y las exigencias biomecánicas planteadas. Actualmente, nos encontramos en la fase de prueba de adaptación de la prótesis, analizando la marcha y presiones plantares para realizar los ajustes finales.

Por lo anterior, el aspecto social es relevante en el proyecto, donde nos centramos en la inclusión y la autonomía de personas con discapacidad, particularmente en un contexto de privación de libertad. Al desarrollar una prótesis personalizada para un paciente en una cárcel, buscamos promover su rehabilitación física, mejorar su calidad de vida y facilitar su reintegración social.

Además, al involucrar a profesores y estudiantes en el proceso, se fomenta la colaboración educativa y la transferencia de conocimientos hacia un fin humanitario. Esto refuerza la idea de que las personas con discapacidad no deben ser vistas sólo desde una perspectiva clínica, sino como sujetos con derechos a una vida plena y digna, independientemente de su entorno.

Este proyecto también resalta la importancia del acceso a tecnologías de rehabilitación asequibles y

de calidad, como las prótesis impresas en 3D y el uso de materiales accesibles, lo que puede abrir la puerta a iniciativas similares en otros contextos de vulnerabilidad.

Se espera que el dispositivo mejore la calidad de vida del paciente, permitiéndole caminar correctamente y cumpliendo con los requisitos de confort, funcionalidad y biomecánica, logrando así una rehabilitación óptima. Además, se busca generar conciencia sobre la importancia de la empatía y solidaridad en los profesionales de la salud, especialmente en el área biomédica, para impactar positivamente la calidad de vida de las personas.



Propuesta y resultado de la prótesis transtibial.



Aleaciones de Alta Entropía:

evaluación de propiedades anticorrosivas y sus aplicaciones en el sector manufacturero

Estudiante participante:

Ana Lucía Ochoa González

Docente responsable:

Libia María Baena

Semillero de investigación:

Manufactura y PLM

Línea de investigación:

Manufactura y Gestión de Ciclo de Vida del Producto - PLM

Grupo de investigación:

Calidad Metrología y Producción (CM&P)

Resumen

Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo proporcionar una revisión exhaustiva de las aleaciones de alta entropía, centrándose en su comportamiento frente a la corrosión y su aplicación en la manufactura y biomedicina. El propósito es ofrecer una síntesis actualizada sobre estos materiales emergentes, promoviendo su difusión en distintos sectores y reconociendo los autores que hasta la fecha han abarcado estas aleaciones de alta entropía en diversos estudios de investigación. La ejecución de este proceso se basa en un análisis detallado de la literatura especializada, examinando estudios de caso y avances recientes, mediante el uso de herramientas como VOSviewer.

Este análisis abarca desde la composición química y características físicas de las aleaciones de alta entropía hasta las técnicas empleadas para evaluar su resistencia a la corrosión. Se destacan métodos como pruebas

aceleradas, simulaciones y análisis electroquímicos, los cuales permiten comprender cómo se comportan estas aleaciones en diferentes entornos corrosivos. Estas herramientas son fundamentales para evaluar su viabilidad en aplicaciones industriales y biomédicas.

Según lo hallado en la literatura, las aleaciones de alta entropía ofrecen importantes ventajas frente a los materiales tradicionales, especialmente por sus destacadas propiedades anticorrosivas. Esto las convierte en candidatas ideales para aplicaciones en entornos industriales exigentes y en dispositivos médicos implantables que requieren alta resistencia a la corrosión y biocompatibilidad.

La combinación de ciertos elementos en las aleaciones de alta entropía influye en su resistencia a la corrosión. Las características de la microestructura y la composición química son factores clave en la durabilidad de estos materiales, permitiendo su ajuste para mejorar su rendimiento en diferentes aplicaciones. En el sector manufacturero, estas aleaciones pueden

aumentar la vida útil de herramientas de corte, reduciendo costos de producción y mejorando la eficiencia. En el ámbito biomédico, tienen el potencial de ser materiales clave en el desarrollo de implantes duraderos y seguros.

Uno de los aspectos más importantes en este proceso es comunicar los hallazgos científicos de manera accesible a diversos públicos, como las industrias manufactureras, el sector biomédico y la comunidad científica. El proceso de difusión del conocimiento debe ser bidireccional, no solo transmitiendo información desde los centros de investigación a los usuarios, sino también recogiendo las experiencias y necesidades de la industria para ajustar los materiales y mejorar las técnicas. Así, la revisión de las aleaciones de alta entropía no solo expone datos científicos, sino que conecta las demandas prácticas de los sectores industriales con las oportunidades que estos materiales innovadores ofrecen. Este intercambio es crucial para garantizar que el conocimiento científico evolucione en sintonía con los desafíos actuales.

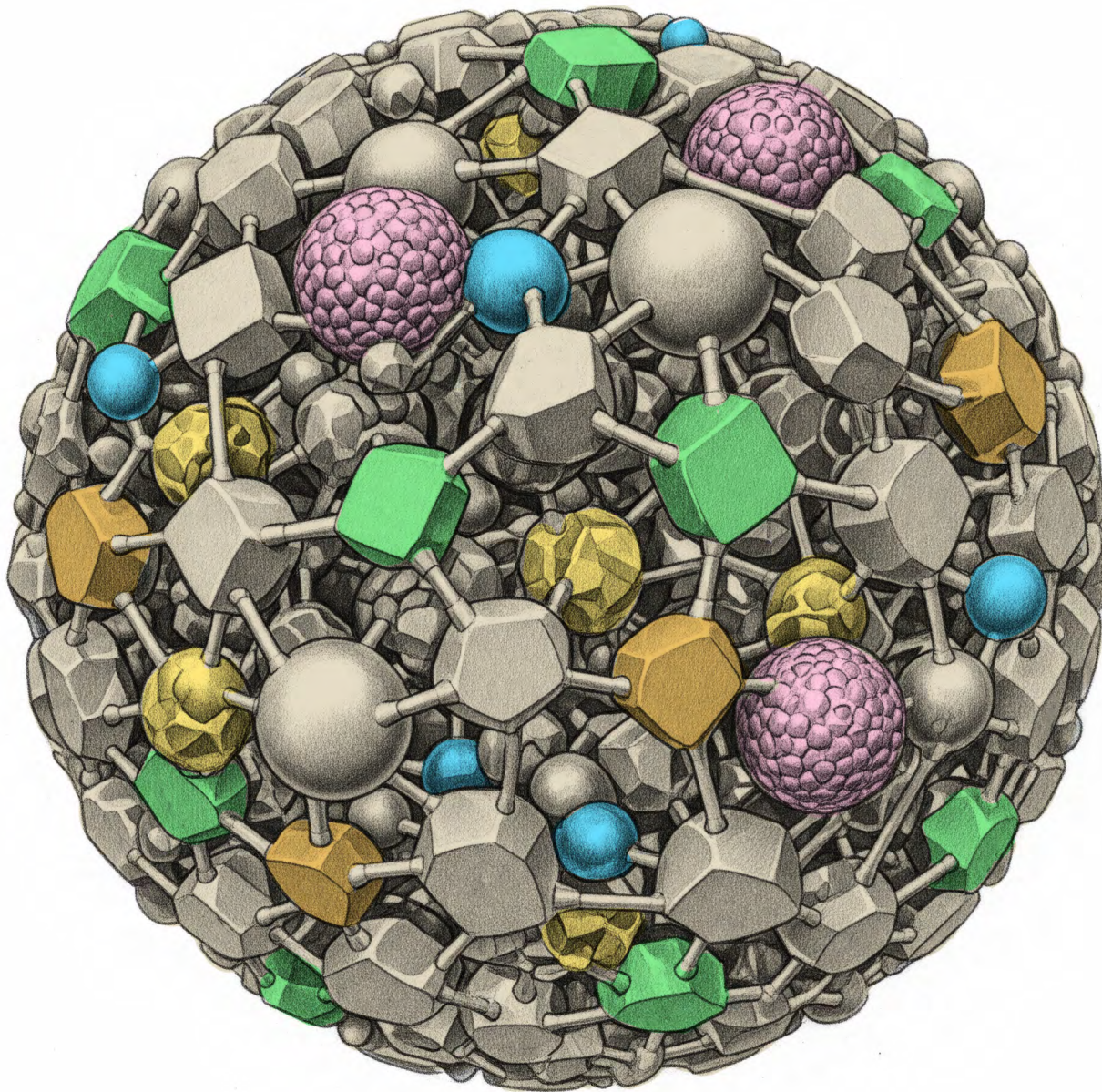
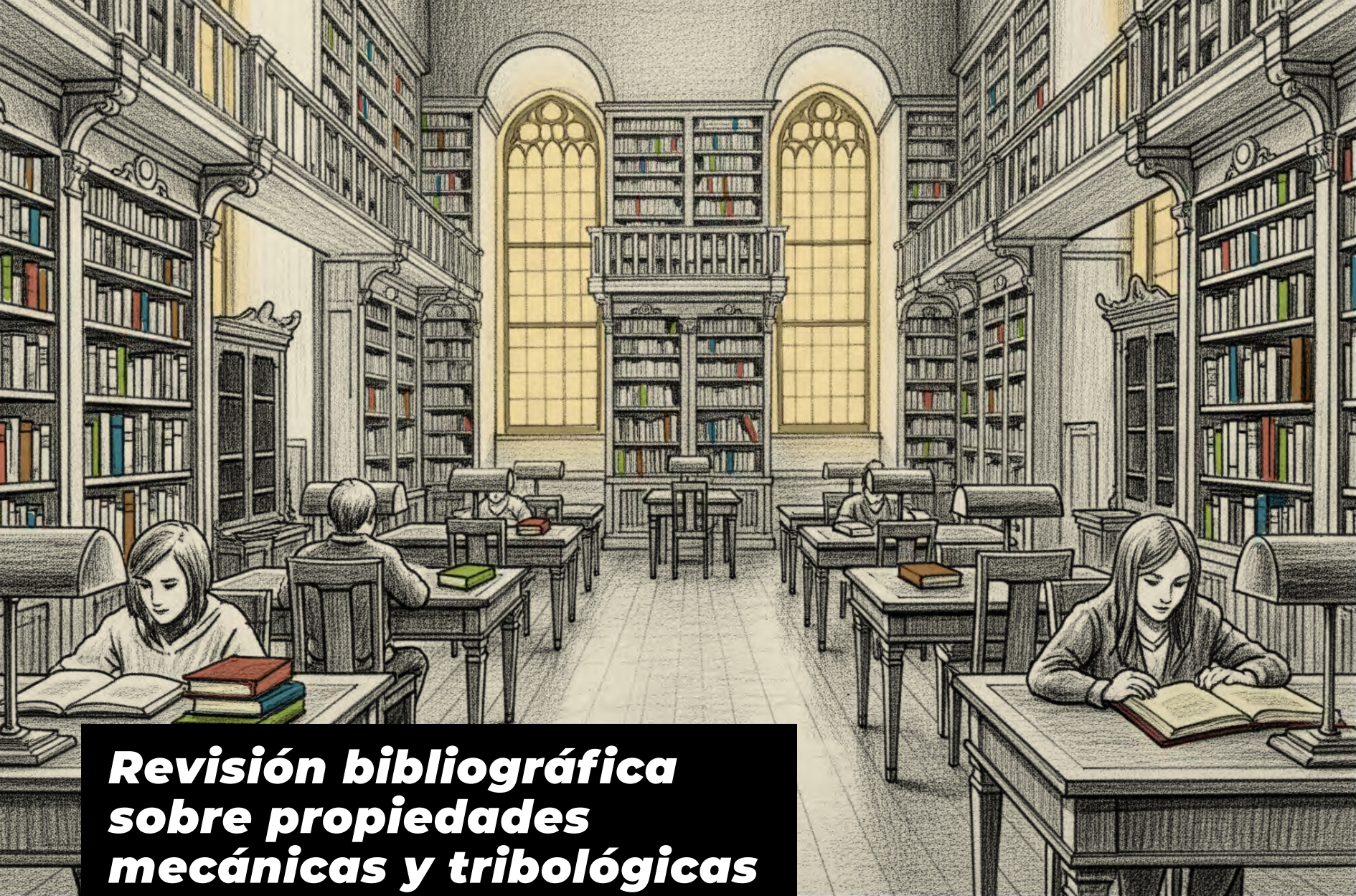


Imagen: interpretación de la estructura de una aleación de alta entropía (HEA).



Revisión bibliográfica sobre propiedades mecánicas y tribológicas

*de recubrimientos de alta entropía
en procesos de manufactura*

Estudiante participante:

Edison Arley Gutiérrez Gómez

Docente responsable:

Libia María Baena

Semillero de investigación:

Manufactura y PLM

Línea de investigación:

Manufactura y Gestión de Ciclo de
Vida del Producto - PLM

Grupo de investigación:

Calidad Metrología y Producción
(CM&P)

Proyecto de investigación:

Revisión bibliográfica sobre
propiedades mecánicas y
tribológicas de recubrimientos
de alta entropía en procesos de
manufactura

Resumen

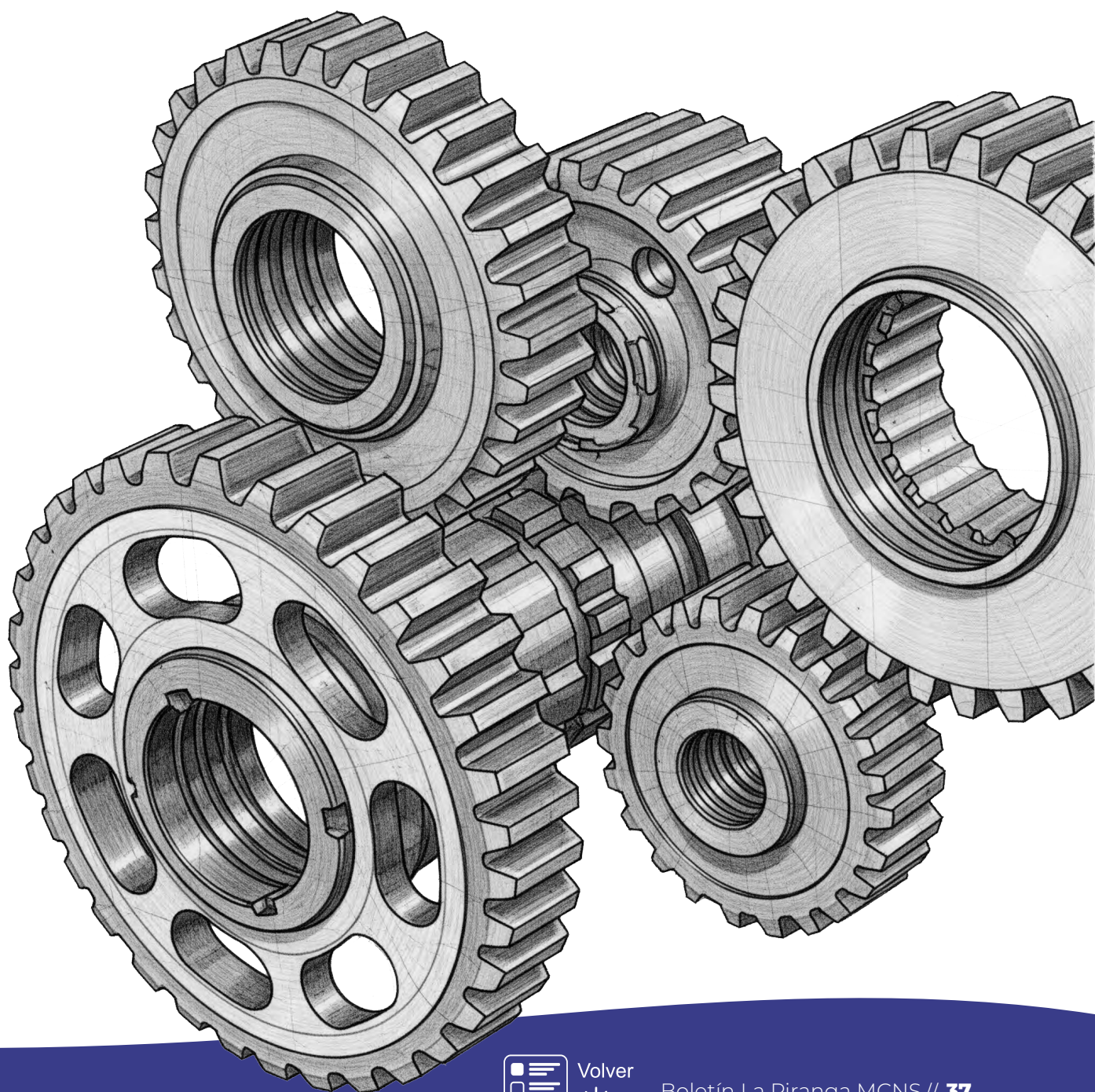
Los recubrimientos de alta entropía (HEA) se han utilizado ampliamente en diversas aplicaciones industriales para mejorar los procesos de manufactura. Gracias a sus excelentes propiedades mecánicas y tribológicas, estos recubrimientos pueden aumentar la capacidad de carga y ofrecer una buena resistencia a la fatiga, mejorando la calidad y la eficiencia de los métodos industriales. Los HEA, compuestos por al menos cinco elementos metálicos principales en composiciones equiatómicas, proporcionan mejoras significativas en las características superficiales de los materiales, como alta resistencia a la corrosión, alta resistencia al desgaste y mayor dureza. Este artículo revisa detalladamente las investigaciones sobre HEA realizadas por diferentes autores, enfocándose en sus propiedades mecánicas y tribológicas en herramientas de corte y moldes de inyección de plásticos.

La presente investigación se desarrolló a través de una revisión bibliográfica sistemática, enfocada en estudios clave y desarrollos recientes relacionados con los recubrimientos de alta entropía (HEA) aplicados al sector manufacturero. Se analizaron de manera detallada las propiedades mecánicas, tribológicas y las características estructurales de estos recubrimientos, comparándolos con materiales convencionales para resaltar sus ventajas. Asimismo, se examinaron las distintas estrategias de síntesis, composiciones empleadas y métodos de caracterización utilizados en la investigación de HEA. Esta metodología permitió construir un panorama claro sobre el estado del arte en este campo emergente de los materiales avanzados.

Entre los hallazgos más relevantes, se identificó que la aleación de alta entropía TiTaHfNbZr actúa como un recubrimiento tecnológico eficaz, proporcionando una capa de protección sobre la superficie del sustrato. Este recubrimiento ha demostrado mejorar significativamente la resistencia al desgaste y reducir el daño estructural ocasionado por agentes externos.

El rendimiento observado sugiere que esta aleación es especialmente útil en aplicaciones que requieren alta resistencia mecánica, como en moldes de inyección y herramientas de corte, donde los materiales están sometidos a cargas elevadas y condiciones operativas exigentes.

La revisión realizada permitió detallar de manera exhaustiva las propiedades mecánicas y tribológicas de los recubrimientos de alta entropía, así como su comportamiento estructural y las técnicas empleadas para caracterizarlos. Se resaltaron valores significativos de dureza y resistencia al desgaste, lo que posiciona a estos materiales como candidatos prometedores para aplicaciones en el sector manufacturero. Sin embargo, uno de los principales desafíos identificados es la implementación integral de estos recubrimientos en los diversos campos de la manufactura, así como el desarrollo de características avanzadas que permitan optimizar herramientas y procesos, aportando beneficios tangibles en términos de rendimiento, durabilidad y eficiencia productiva.





Estrategia para la apropiación del conocimiento de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini)

en el campus Robledo del Instituto Tecnológico Metropolitano

Estudiantes participantes:

Eliseo Andrés Bolívar Bolívar,
Andresa Felina Osorio Medrano

Docente responsable:

Andrea Bustamante Cadavid

Semillero de investigación:

Infraestructura Verde y Ambiente

Línea de investigación:

Desarrollo de Nuevos Materiales

Grupo de investigación:

Química Básica, Aplicada y
Ambiente

Proyecto de investigación:

Estrategia para la apropiación del conocimiento de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en el campus Robledo de Instituto Tecnológico Metropolitano

Resumen

El campus Robledo del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) se encuentra ubicado en un sitio de alta importancia ambiental, debido a que hace parte de la red de corredores ecológicos cercanos al Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador, el cual es una de las áreas verdes protegidas más grandes de Medellín que permite el albergue y la sobrevivencia de diversas especies, tanto nativas como migratorias. Entre los componentes bióticos de la ciudad, los animales polinizadores desempeñan un rol crucial en el mantenimiento de la diversidad vegetal y el equilibrio de los ecosistemas urbanos, sin embargo, debido a las modificaciones antrópicas y las alteraciones climáticas, se estima la disminución de sus representantes y el deterioro de estas interacciones ecológicas. En particular, las abejas sociales sin aguijón o meliponinas son importantes polinizadores nativos. En Colombia existen alrededor de 120 especies y muchas de ellas han logrado adaptarse de forma resiliente a los entornos urbanos, no obstante, sus integrantes y los servicios ecosistémicos

que proveen son ampliamente desconocidos por la sociedad, a pesar de que los productos derivados de sus colmenas han sido aprovechados históricamente.

Nuestro objetivo es destacar la importancia de las abejas de la tribu Meliponini (Hymenoptera: Apidae) en los ecosistemas urbanos mediante la búsqueda e identificación de las especies de las colmenas encontradas en el campus Robledo del ITM para el reconocimiento y divulgación de la importancia de estos animales en la comunidad universitaria. Este proyecto de investigación se encuentra en ejecución y espera consolidarse como una estrategia de apropiación social del conocimiento, que incluya la formación de personas interesadas en la investigación y divulgación de las abejas y sus servicios ecosistémicos. La recolección de datos se realizó por medio de recorridos diurnos por las áreas verdes y construidas del campus, algunas colmenas se ubicaron con información de estudiantes y personal de la institución. En cada colmena se identificó la especie correspondiente, se tomaron las coordenadas geográficas y se hicieron registros visuales. Se realizó un mapa con la geoposición de las colmenas por medio del software QGIS. Finalmente, cada colmena fue marcada con una etiqueta pegada al lado de la piquera.

Como resultado, se evidenció la presencia de 28 colmenas de las especies *Tetragonisca angustula* y 10 de *Nannotrigona gaboii*. El 89 % de las colmenas se encontró asociado a las infraestructuras y el porcentaje restante se observó en áreas verdes con representantes de ambas especies. Encontramos algunas de estas en riesgo debido a su lugar de ubicación, por lo tanto, se procedió a la fabricación e instalación de un meliponario tecnificado para la reubicación de una de ellas como componente pedagógico en la institución. Lo anterior se hizo con el apoyo del Centro de Ciencia Museo de Ciencias Naturales de La Salle, el Sistema de Gestión Ambiental y el área física del ITM. En el lugar se instaló una señalética con datos de la especie, un QR para que el público acceda a información y se generó contenido audiovisual.

Realizamos actividades divulgativas *in situ* donde se resaltaron aspectos biológicos de las especies, su ubicación en el campus y los servicios ecosistémicos que proveen las abejas. Finalmente, algunas personas interesadas participaron en una actividad didáctica que promovía la búsqueda de colmenas a lo largo del campus Robledo. Los resultados de este proyecto pretenden impactar al público a lo largo del tiempo debido a la permanencia y accesibilidad de las abejas meliponinas en el campus universitario. En las actividades de divulgación realizadas se observó interés y curiosidad por parte de los participantes, a raíz de esto y aprovechando el entorno de aprendizaje de las universidades, planteamos una

valiosa oportunidad para la apropiación social del conocimiento científico en la comunidad universitaria. El aprendizaje y divulgación sobre estos animales urbanos es importante debido que, aunque son inofensivas, el desconocimiento y su semejanza con las abejas melíferas hacen que parezcan peligrosas. Adicionalmente, el inventario y reconocimiento de la ubicación de las colmenas presentes en la institución, mejora las posibilidades de velar por su cuidado y protección, lo que a su vez garantiza que sigan proporcionando sus servicios ecosistémicos y contribuyendo a la conservación de la biodiversidad urbana de especies nativas, aspectos que tienen incidencia en el desarrollo sostenible de la institución y la ciudad.



Tetragonisca angustula



Nannotrigona gaboii



Propuesta de recuperación de la desembocadura del

río Jobo en el territorio del municipio de Arboletes (Antioquia)

Estudiantes participantes:

Paulina Rivera García, Alexandra Sánchez Zapata, Manuela López Carvajal, Juliana Torres Medina

Docentes responsables:

Juan Marcelo Jausoro Castaño, Sharon Lilie Ciro Flórez, y Elizabet Montoya Ochoa

Semillero de investigación:

Cultura y sociedad en el desarrollo sostenible

Línea de investigación:

Desarrollo Sostenible y Química Ambiental

Grupo de investigación:

Química Básica, Aplicada y Ambiente. Alquimia

Resumen

El proyecto presentado en el póster titulado "Propuesta de recuperación de la desembocadura del río Jobo en el territorio del municipio de Arboletes (Antioquia – Colombia)", se presenta como una iniciativa impulsada desde el semillero de investigación Cultura y Sociedad en el Desarrollo Sostenible, adscrito al Grupo de Investigación ALQUIMIA de la Facultad de Ciencias Exactas y aplicadas, Departamento de Ciencias Ambientales y de la Construcción.

Como semillero de formación en investigación, es menester realizar ejercicios que integren lo académico con lo socio-comunitario. Por lo tanto, este trabajo se enmarca en el contexto de la apropiación social del conocimiento, donde la interacción con las comunidades locales, la co-creación de propuestas, y la integración de saberes científicos y tradicionales son esenciales para atender problemáticas

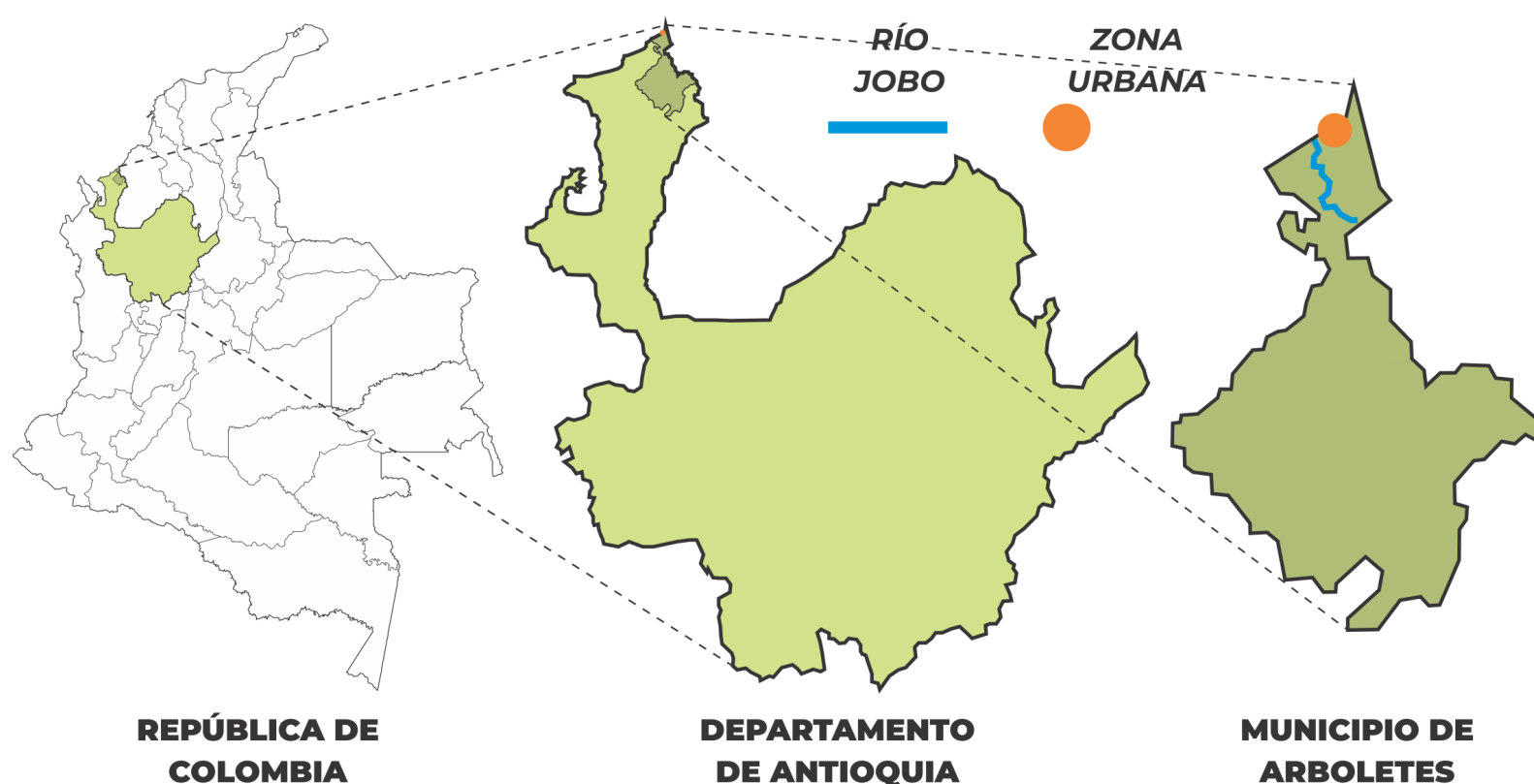
de interés colectivo. En este sentido, para el semillero resulta importante unirse a iniciativas ciudadanas existentes, como la del colectivo “Amigos del Río”, quienes se han organizado para enfrentar dos situaciones críticas en la zona de la desembocadura del río Jobo: la creciente contaminación de sus aguas y la erosión costera en el área donde el río se encuentra con el mar.

El objetivo marco de este proyecto es realizar acompañamiento académico y fortalecimiento de los conocimientos locales desde acciones comunitarias referenciadas por medio de la ciencia, la tecnología y la innovación, promoviendo de esta manera la construcción de un conocimiento colectivo que contribuya en la solución de problemáticas ambientales y sociales de la zona. La acción principal del semillero es proponer un proceso de educación y sensibilización ambiental que involucre tanto a los niños y jóvenes de la comunidad como a los actores locales, promoviendo la conservación del ecosistema del manglar.

El alcance del proyecto está planteado para desarrollarse en varias fases. La primera fase se enfoca en un diagnóstico participativo, con el objetivo de establecer las bases para un acompañamiento más amplio y de carácter sostenible. En esta etapa inicial, el semillero propone la realización de talleres de educación ambiental, recorridos de reconocimiento

del territorio y apoyo en actividades de siembra y cuidado del manglar. Estos esfuerzos buscan, no solo aumentar la conciencia y el conocimiento sobre la importancia de preservar el río y su desembocadura, sino también fomentar un sentido de pertenencia y responsabilidad entre los habitantes de la comunidad.

En cuanto a las conclusiones, el proyecto, aunque enfrenta desafíos técnicos y estructurales, ha logrado sentar una base sólida para futuras intervenciones. En este sentido, las actividades realizadas hasta ahora demuestran el potencial de la colaboración entre la academia y la comunidad para abordar problemas complejos como la erosión costera y la contaminación. Si bien el trabajo apenas comienza, el enfoque participativo y colaborativo del semillero promete generar impactos positivos a largo plazo en el municipio de Arboletes. De acuerdo con lo anterior, la apropiación social del conocimiento es, sin duda, un pilar fundamental de este proceso, que busca no solo resolver problemáticas ambientales, sino también fortalecer los lazos entre la comunidad y su entorno, promoviendo un desarrollo sostenible y equitativo. Del resultado de la primera fase, dependerá la continuidad de otras fases que serán planteadas luego del análisis y revisión de resultados de la primera etapa, verificando la pertinencia y posibilidades de acción de instituciones educativas del nivel superior en comunidades que requieren acompañamiento y visibilización.



Localización del municipio de Arboletes en el mapa de Colombia y el departamento de Antioquia



Las aventuras de Pancho y Pipe

en: Misión
Energía limpia

Por: Jorge Ochoa
Alejandro Valencia
y Tatiana Londoño *

Un corte eléctrico dejó sin luz
el estudio de Pancho y Pipe...

Pipe, ¿cómo es que tienes
electricidad?

Aprovecho las energías renovables, que son
fuentes que se regeneran de forma natural y son
prácticamente inagotables.

Por ejemplo el Sol, el
viento, el agua y la
biomasa.

Otro tipo de energía renovable es
la geotérmica.

¿Cómo funciona?

Se usa el calor del
interior de la Tierra
que se encuentra en
el suelo, rocas y
aguas subterráneas.

Con ello se genera
electricidad a través
de turbinas.

Buscando un poco de luz,
Pancho y Pipe salieron un
rato al parque...



¿Entonces el
viento también
es un tipo de
energía
renovable?

¡Sí, Pancho! De hecho, se le
llama energía eólica, y se
obtiene aprovechando la
fuerza del aire al moverse.



Los paneles solares funcionan mediante el efecto
fotovoltaico: los fotones de la luz del sol impactan
sobre las celdas, liberando electrones y
generando una corriente eléctrica.

¡Se puede usar para
alimentar dispositivos,
cargar baterías o
incluso devolver energía
a la red eléctrica!

El agua corriente también es una forma de energía sostenible.

¿Te refieres a los embalses e hidroeléctricas?

¡Sí! En estos se libera el agua de forma controlada para hacer girar unas turbinas que mueven unos generadores eléctricos.

Es la generación de energía más común en nuestra ciudad.

Déjame adivinar, ¿el compost también puede convertirse en energía?

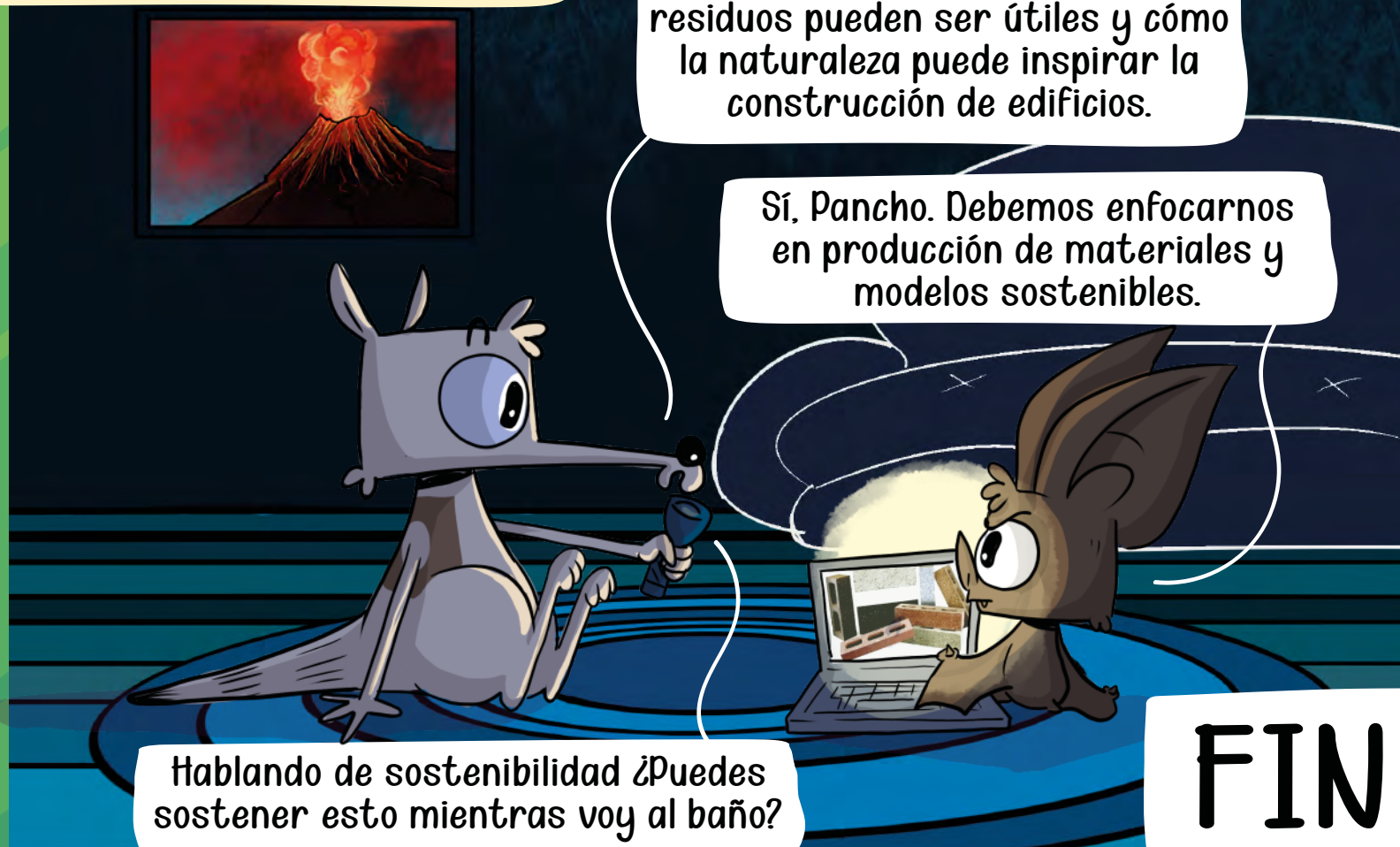
El biogás se produce durante la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos, como los restos de comida y jardinería.

Es correcto, Pancho. Se puede obtener energía del biogás.

Esta energía puede ser utilizada para calentar agua, generar electricidad o incluso ser utilizado como combustible para vehículos.



De vuelta a casa, Pipe le enseña a Pancho sobre materiales sostenibles para la construcción...



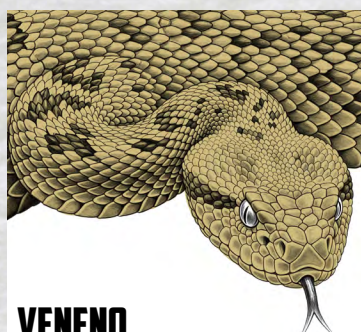


Piranga rubriceps
Primer ejemplar del Museo
1911

La Piranga

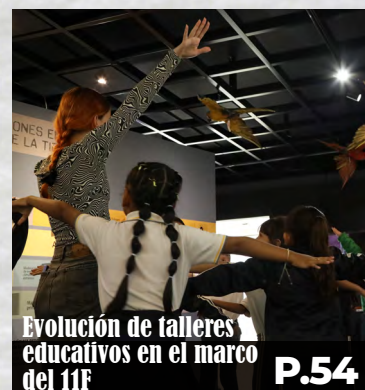
Boletín del Centro de Ciencia Museo de Ciencias Naturales de La Salle - ITM

SE-
PA-
RA-
TA



**VENENO
DE SERPIENTE: P.48**

la clave oculta en la lucha
contra el cáncer de mama



**Evolución de talleres
educativos en el marco
del 11F P.54**

en el Museo de Ciencias
Naturales de La Salle



**Historia e importancia
museológica y pedagógica P.60**

de la colección de Historia
Natural del Museo
Multidisciplinario La Salle



**MURCIELAGOS AUSENTES
DEL VALLE DE ABURRA: P.68**

evidencia histórica desde
el Museo de Ciencias
Naturales de La Salle



**El otro lado del
café: ciencia que
transforma residuos P.76**

en oportunidades



**El silencio
también es vida P.82**

(Historieta)



Volver





EL VENENO DE SERPIENTE:

la clave oculta en la lucha contra el cáncer de mama

Juan Guillermo Ordoñez López

Estudiante de Ingeniería Biomédica
Grupo de Investigación e Innovación Biomédica
Instituto Tecnológico Metropolitano
juanordonez307528@correo.itm.edu.co

Ana María Sepúlveda Posada

Estudiante de Ingeniería Biomédica
Grupo de Investigación e Innovación Biomédica
Instituto Tecnológico Metropolitano
anasepulveda189417@correo.itm.edu.co

Gloria A. Santa-González

Profesora de Ingeniería Biomédica
Grupo de Investigación e Innovación Biomédica
Instituto Tecnológico Metropolitano
gloriasanta@itm.edu.co

Imagina por un momento que una de las criaturas más temidas de la naturaleza, la serpiente, podría ser la fuente de un tratamiento innovador para el cáncer de mama. Aunque este concepto pueda parecer sorprendente, investigaciones recientes han revelado que una diminuta molécula presente en el veneno de ciertas serpientes tiene el potencial de convertirse en una herramienta eficaz en la lucha contra el tipo de cáncer más letal que afecta a las mujeres. Este veneno, que generalmente se asocia con peligro, podría transformarse en una esperanza valiosa en la búsqueda de terapias que salven vidas.

El cáncer de mama es una de las enfermedades más prevalentes y mortales en el mundo. En 2022, se registraron alrededor de 2,3 millones de nuevos casos diagnosticados y miles de muertes relacionadas con esta enfermedad, lo que lo convierte en el segundo tipo de cáncer más letal a nivel global (Ferlay et al., 2024). Esta enfermedad es compleja y su desarrollo está influenciado por una combinación de factores de riesgo que pueden ser hereditarios o relacionados con la edad y el género, así como factores ambientales y del estilo de vida, como la exposición a radiación y productos químicos.

Aunque tanto hombres como mujeres tienen tejido mamario, las mujeres presentan una mayor cantidad de tejido glandular en los senos, el cual está irrigado por una densa red de vasos sanguíneos y linfáticos

(Renshaw, 2014). Este tejido es particularmente sensible a los cambios hormonales, como los que ocurren durante el ciclo menstrual, lo que puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de mama. El cáncer de mama se produce cuando las células de este tejido comienzan a crecer de manera descontrolada, perdiendo su capacidad de autodestrucción, lo que normalmente prevendría la formación de tumores. Estas alteraciones suelen ser causadas por mutaciones en el ADN que afectan la capacidad de las células de regular su crecimiento y división (Barzaman et al., 2020). A medida que las células cancerosas proliferan, pueden formar un tumor, el cual se clasifica en distintos estadios (del 0 al IV), según su tamaño y la extensión del cáncer a los ganglios linfáticos. El diagnóstico se realiza mediante pruebas como mamografías, ecografías, resonancias magnéticas o biopsias, que permiten determinar el subtipo de cáncer y definir el tratamiento más adecuado.

Este ensayo busca ofrecer una visión comprensible sobre el cáncer de mama, sus diferentes subtipos y los avances en su tratamiento. Además, presenta una línea de investigación desarrollada en el ITM que explora el uso de péptidos bioactivos, como la crotalidina, como una posible alternativa terapéutica para mejorar el abordaje de esta enfermedad.

¿Sabías que no todos los cánceres de mama son iguales?

El cáncer de mama se clasifica en varios tipos, y conocer esas diferencias puede marcar una gran diferencia en el tratamiento y el pronóstico. Aquí te explicamos de forma sencilla los principales subtipos:

- **Luminal A**

Este es el tipo más común y también el menos agresivo. Las células de este cáncer tienen "cerraduras" (receptores) que responden a las hormonas femeninas como el estrógeno y la progesterona, lo que permite que medicamentos como el tamoxifeno —que bloquea esas hormonas— sean muy efectivos. La buena noticia: este subtipo suele crecer despacio y tiene muy buen pronóstico (Orrantia-Borunda et al., 2022).

- **Luminal B**

Este tipo también responde a las hormonas, pero es más agresivo. Sus células se multiplican más rápido y no siempre tienen otras proteínas que faciliten ciertos tratamientos. Aunque se puede tratar con hormonas y quimioterapia, tiene más posibilidades de reaparecer en otros órganos. Por eso, requiere un seguimiento más cercano (Orrantia-Borunda et al., 2022).

- **HER2 positivo**

Aquí la historia cambia: este tipo no responde a hormonas, pero sí tiene una proteína (HER2) que

actúa como un "acelerador" del crecimiento de las células. Aunque es más agresivo, hoy en día existen tratamientos muy específicos (como anticuerpos que bloquean esa proteína) que han mejorado mucho el pronóstico (Swain et al., 2022).

- **Triple negativo**

Este es uno de los tipos de cáncer de mama más agresivos y desafiantes. A diferencia de otros, no tiene las "puertas" (receptores hormonales o la proteína HER2) que muchos tratamientos actuales usan para atacar las células cancerosas. Por eso, no responde ni a terapias hormonales ni a medicamentos dirigidos, y eso limita las opciones. Aunque representa alrededor del 15 % de los casos, lo preocupante es que suele afectar a mujeres jóvenes, menores de 50 años (Shen et al., 2020), lo cual es poco común en el cáncer de mama. Además, sus células suelen presentar alteraciones genéticas que lo hacen más difícil de predecir y controlar. Hoy por hoy, la quimioterapia y la cirugía siguen siendo las principales herramientas para combatirlo (Lehmann et al., 2011).

Esta diversidad en los subtipos de cáncer de mama muestra la importancia de desarrollar enfoques terapéuticos personalizados. A medida que se avanza en la investigación y se identifican las características específicas de cada subtipo, se pueden aplicar tratamientos más efectivos y menos invasivos. Por ejemplo, la identificación temprana y precisa del tipo y estadio del cáncer de mama es crucial para determinar el tratamiento más adecuado.

Nuevas fronteras en el tratamiento del cáncer

Con los años, se han desarrollado múltiples enfoques terapéuticos que van desde la cirugía y la radioterapia, que se enfocan en eliminar o reducir el tumor sin dañar otros órganos, hasta tratamientos sistémicos como la quimioterapia y la terapia hormonal. Sin embargo, estos tratamientos pueden tener efectos secundarios significativos y no siempre son completamente eficaces en todos los casos. Por lo tanto, la búsqueda de terapias más específicas y menos invasivas sigue siendo una prioridad.

En este contexto, los **Péptidos Catiónicos Bioactivos (PCB)** se han presentado como una opción prometedora. Estas moléculas, compuestas por cadenas cortas de aminoácidos —los bloques de construcción de las proteínas— han demostrado poseer notables propiedades farmacológicas. Entre estas se incluyen actividades antimicrobianas, anticancerígenas, inmunomoduladoras y de penetración celular. Los PCB son moléculas cargadas positivamente y contienen una alta proporción de aminoácidos hidrofóbicos, lo que les permite unirse y alterar las membranas bacterianas, que suelen estar

cargadas negativamente. Se clasifican en tres tipos según su estructura secundaria: hélices α , láminas β y extendidos. Mientras que los péptidos producidos por microorganismos pueden contener aminoácidos no proteinogénicos y estructuras más complejas, los presentes en mamíferos muestran variabilidad entre especies. Estos péptidos no solo pueden destruir bacterias formando poros en sus membranas o desestabilizándolas, sino que también pueden inhibir funciones celulares vitales como la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos (Maróti et al., 2011).

Además de su capacidad antimicrobiana, algunos PCB han mostrado propiedades antiproliferativas contra células cancerosas. Lo más interesante es que estos péptidos tienden a atacar preferentemente las células tumorales, dejando intactas las células sanas. Esta especificidad los convierte en candidatos ideales para el desarrollo de nuevos tratamientos contra el cáncer, ya que la selectividad hacia las células tumorales es fundamental para reducir los efectos secundarios y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Un péptido del veneno de serpiente con potencial terapéutico

Uno de los PCB más estudiado por su actividad biológica es la crotalicidina, un péptido de 34 aminoácidos extraído del veneno de la serpiente de cascabel *Crotalus durissus terrificus*. Este péptido ha captado la atención de la comunidad científica debido a su potente actividad antimicrobiana, antifúngica y, especialmente, antitumoral (Falcao et al., 2015).

La crotalicidina ha demostrado ser eficaz contra una amplia variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, así como hongos patógenos. Su mecanismo de acción antimicrobiano se basa en la formación de poros en las membranas celulares, lo que provoca la lisis celular (rompimiento de la membrana) y la muerte de las bacterias (Júnior et al., 2018). Esta capacidad es crucial en la lucha contra bacterias resistentes a antibióticos, un desafío creciente para medicina moderna. De manera similar, su acción antifúngica ha sido efectiva contra patógenos como *Candida albicans*, que causa infecciones micóticas (de Aguiar et al., 2020).

Crotalicidina: el poder antitumoral de la naturaleza

El efecto más prometedor de la crotalicidina se observa en su actividad antitumoral (Imagen 1). A nivel molecular, este péptido interfiere con la integridad de las membranas celulares de las células cancerosas, causando su permeabilización y, eventualmente, la muerte celular. El fragmento Ctn[15–34] de la crotalicidina ha demostrado una alta selectividad citotóxica hacia las células tumorales, dejando salvas a las células sanas (Pérez-Peinado et al., 2020). Esta selectividad es esencial para minimizar los daños colaterales en los tratamientos contra el cáncer.

La crotalicidina tiene la capacidad de provocar la muerte controlada de las células cancerosas al atacar su membrana. Lo interesante es que las membranas de estas células tumorales suelen tener una carga negativa, lo que las hace más vulnerables a este péptido, que tiene carga positiva. Esa atracción eléctrica permite que actúe con mayor precisión sobre



Imagen 1. Ilustración creada con inteligencia artificial (ChatGPT + DALL·E, OpenAI, 2025). Representa una *Crotalus terrificus* cuyo veneno contiene péptidos con potencial efecto antitumoral contra el cáncer de mama. Autores.

las células malignas, sin afectar tanto a las sanas. Esta especificidad representa una ventaja importante frente a muchos tratamientos tradicionales, como la quimioterapia, que a menudo daña células buenas y malas por igual (Klaiss-Luna et al., 2023).

Desafíos y oportunidades en el uso clínico de la crotalicidina

Aunque el uso de la crotalicidina en la práctica clínica plantea ciertos desafíos, también abre prometedoras oportunidades terapéuticas. Uno de los principales obstáculos es su moderada toxicidad, lo cual puede limitar su aplicación segura y dificultar su administración continua y efectiva. No obstante, dado que la investigación sobre la crotalicidina se encuentra en fases tempranas, existe un amplio margen para mejorar y optimizar este péptido. Un enfoque clave de las investigaciones actuales es la modificación de su estructura para aumentar su estabilidad y reducir su toxicidad. Por ejemplo, se están explorando análogos sintéticos de la crotalicidina que mantengan su potente actividad antimicrobiana y antitumoral, pero con menores efectos adversos (Falcao & Radis-Baptista, 2020).

Además, la combinación de la crotalicidina con tratamientos anticancerígenos convencionales, como la quimioterapia e inmunoterapia, podría potenciar sus efectos terapéuticos y permitir el uso de dosis más bajas, lo que reduciría la toxicidad global del tratamiento. Esta combinación tiene el potencial de mejorar significativamente los resultados en pacientes con cáncer, particularmente en aquellos con tumores resistentes a las terapias tradicionales. Otra vía prometedora reside en el desarrollo de sistemas de administración innovadores, que podrían maximizar la efectividad de la crotalicidina y minimizar sus efectos secundarios.

Pese a estos avances, es importante señalar que la investigación sobre la crotalicidina aún está en una fase preclínica, trabajando principalmente con modelos *in vitro*. Aún se requiere mayor investigación para comprender completamente los mecanismos de acción de la crotalicidina, así como para evaluar su toxicidad, efectos secundarios y eficacia en humanos. Hasta ahora, no se han realizado ensayos *in vivo*, un paso crucial para garantizar que los efectos observados en estudios *in vitro* puedan replicarse de manera segura y efectiva en el cuerpo humano.



A pesar de esto, los resultados obtenidos hasta el momento son prometedores y sugieren que este péptido, derivado del veneno de serpiente, podría convertirse en una opción viable para el tratamiento de cánceres como el de mama en el futuro. Optimizar su perfil de seguridad y combinarlo con terapias convencionales podría mejorar notablemente los resultados en pacientes con tumores resistentes.

A medida que avanzamos en la investigación y el desarrollo de nuevos tratamientos, es importante adoptar un enfoque multidisciplinario y colaborativo. La comunidad científica debe seguir explorando el potencial de la crotalicidina y otros péptidos bioactivos, con el objetivo de transformar estos prometedores hallazgos en terapias efectivas y seguras que mejoren la calidad de vida de los pacientes afectados por el cáncer y otras enfermedades.

¿Qué hacemos desde el ITM para contribuir a esta área de investigación?

En colaboración con la Universidad de Antioquia y gracias a la financiación de la Convocatoria interna para la conformación de un banco de elegibles de proyectos de ciencia, tecnología e innovación del ITM-2022, estamos ejecutando el proyecto titulado *“Actividad antitumoral de péptidos bioactivos derivados de la crotalicidina en un modelo in vitro de cáncer de seno”*. El objetivo de esta investigación es evaluar los péptidos sintéticos Ctn-2 y Ctn-3, derivados de la Crotalicidina, como una estrategia terapéutica selectiva en un modelo in vitro de cáncer de seno.

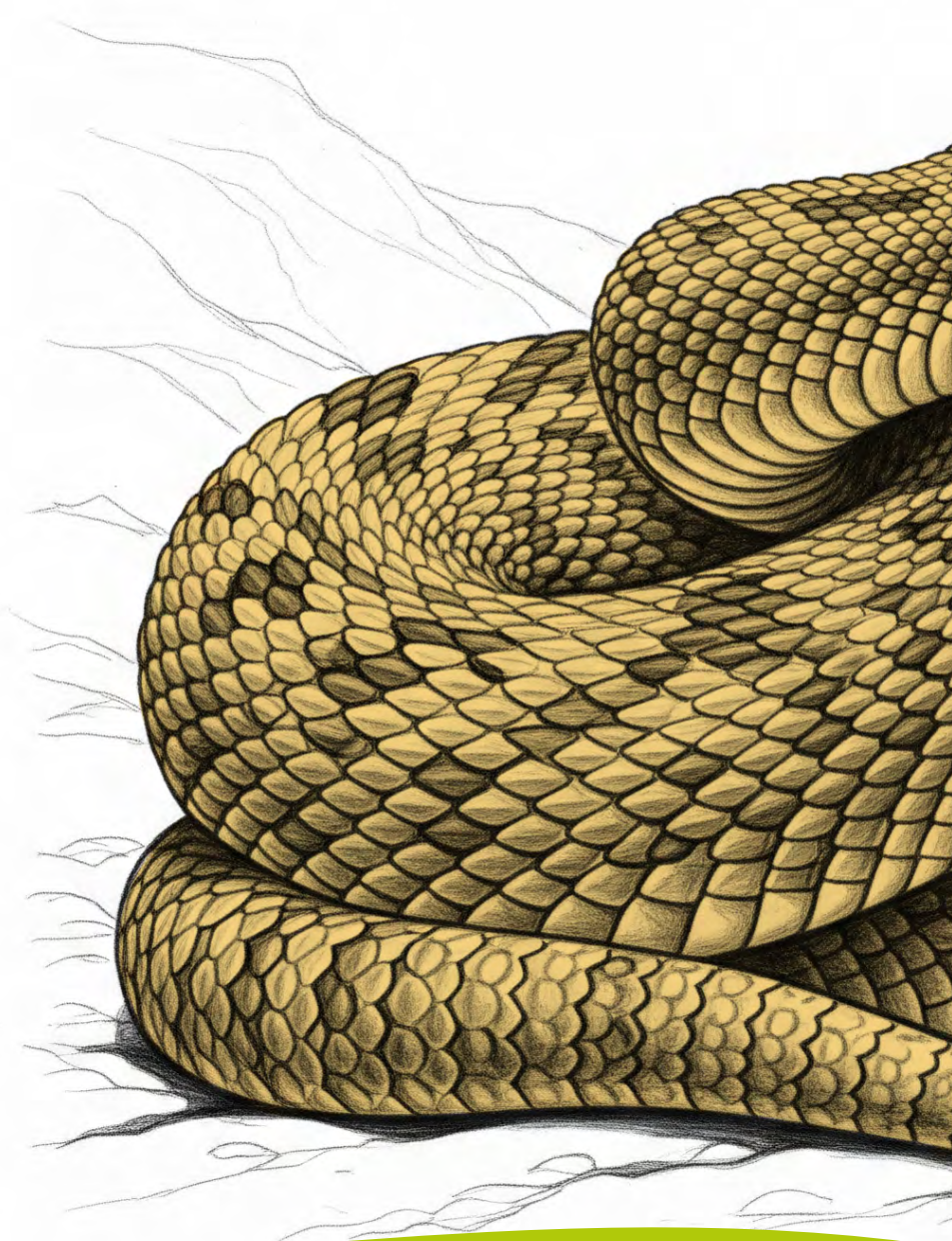
Aunque nos encontramos en las etapas iniciales de la investigación, se espera que los péptidos derivados de la crotalicidina demuestren propiedades antiproliferativas y citotóxicas significativas en el tratamiento del cáncer de seno. Estos hallazgos permitirán evaluar su potencial terapéutico como nuevos agentes antitumorales efectivos.

Es fundamental aclarar que el tratamiento del cáncer de mama con péptidos no implica la necesidad de recurrir a la muerte de serpientes ni de hacerse morder por ellas. Los péptidos utilizados en estos tratamientos son moléculas identificadas en serpientes, pero que se sintetizan en laboratorios de manera ética y sostenible. Esta síntesis permite obtener los beneficios terapéuticos de estas moléculas sin causar daño a los animales ni poner en riesgo a las personas, lo que representa un avance significativo en la investigación y desarrollo de tratamientos contra el cáncer.

Agradecimientos

Proyecto P23208, en convenio UdeA-ITM.

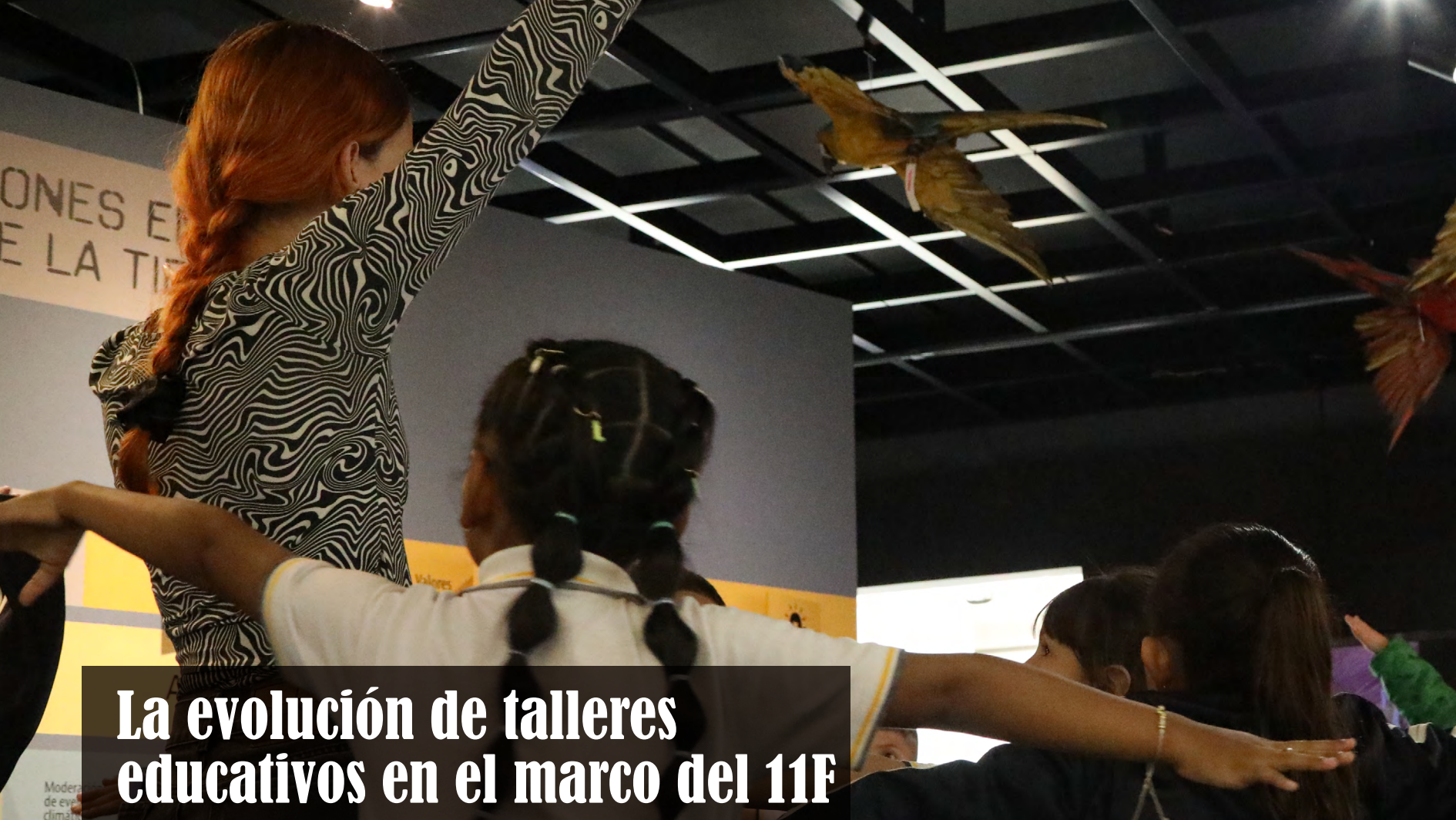
Para la redacción de este documento se utilizó la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT (OpenAI), con el fin de adaptar contenidos técnicos a un lenguaje comprensible como parte del enfoque de apropiación social del conocimiento.





Referencias

- Barzaman, K., Karami, J., Zarei, Z., Hosseinzadeh, A., Kazemi, M. H., Moradi-Kalbolandi, S., Safari, E., & Farahmand, L. (2020). Breast cancer: Biology, biomarkers, and treatments. *International Immunopharmacology*, 84. <https://doi.org/10.1016/J.INTIMP.2020.106535>
- de Aguiar, F. L. L., Cavalcante, C., dos Santos Fontenelle, R. O., Falcão, C. B., Andreu, D., & Rádis-Baptista, G. (2020). The antiproliferative peptide Ctn[15-34] is active against multidrug-resistant yeasts *Candida albicans* and *Cryptococcus neoformans*. *Journal of Applied Microbiology*, 128(2), 414–425. <https://doi.org/10.1111/jam.14493>
- Falcao, C. B., Pérez-Peinado, C., De La Torre, B. G., Mayol, X., Zamora-Carreras, H., Jiménez, M. A., Rádis-Baptista, G., & Andreu, D. (2015). Structural Dissection of Crotalicidin, a Rattlesnake Venom Cathelicidin, Retrieves a Fragment with Antimicrobial and Antitumor Activity. *Journal of Medicinal Chemistry*, 58(21), 8553–8563. <https://doi.org/10.1021/ACS.JMEDCHEM.5B01142>
- Falcao, C. B., & Radis-Baptista, G. (2020). Crotamine and crotalicidin, membrane active peptides from *Crotalus durissus terrificus* rattlesnake venom, and their structurally-minimized fragments for applications in medicine and biotechnology. *Peptides*, 126, 170234. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2019.170234>
- Ferlay, J., Ervik, M., Lam, F., Laversanne, M., Colombet, M., Mery, L., Piñeros, M., Znaor, A., Soerjomataram, I., & Bray, F. (2024). *Global Cancer Observatory: Cancer Today (version 1.1)*. International Agency for Research on Cancer. <https://gco.iarc.who.int/today>
- Júnior, N. G. O., Cardoso, M. H., Cândido, E. S., van den Broek, D., de Lange, N., Velikova, N., Kleijn, J. M., Wells, J. M., Rezende, T. M. B., Franco, O. L., & de Vries, R. (2018). An acidic model pro-peptide affects the secondary structure, membrane interactions and antimicrobial activity of a crotalicidin fragment. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-018-29444-0>
- Klaiss-Luna, M. C., Giraldo-Lorza, J. M., Jemiola-Rzemińska, M., Strzałka, K., & Manrique-Moreno, M. (2023). Biophysical Insights into the Antitumoral Activity of Crotalicidin against Breast Cancer Model Membranes. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(22), 16226. <https://doi.org/10.3390/ijms242216226>
- Lehmann, B. D., Bauer, J. A., Chen, X., Sanders, M. E., Chakravarthy, A. B., Shyr, Y., & Pietersen, J. A. (2011). Identification of human triple-negative breast cancer subtypes and preclinical models for selection of targeted therapies. *The Journal of Clinical Investigation*, 121(7), 2750–2767. <https://doi.org/10.1172/JCI45014>
- Maróti, G., Kereszt, A., Kondorosi, É., & Mergaert, P. (2011). Natural roles of antimicrobial peptides in microbes, plants and animals. *Research in Microbiology*, 162(4), 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2011.02.005>
- Orrantía-Borunda, E., Anchondo-Núñez, P., Acuña-Aguilar, L. E., Gómez-Valles, F. O., & Ramírez-Valdespino, C. A. (2022). Subtypes of Breast Cancer. *Breast Cancer*, 31–42. <https://doi.org/10.36255/EXON-PUBLICATIONS-BREAST-CANCER-SUBTYPES>
- Pérez-Peinado, C., Valle, J., Freire, J. M., & Andreu, D. (2020). Tumor Cell Attack by Crotalicidin (Ctn) and Its Fragment Ctn[15–34]: Insights into Their Dual Membranolytic and Intracellular Targeting Mechanism. *ACS Chemical Biology*, 15(11), 2945–2957. <https://doi.org/10.1021/acscchembio.0c00596>
- Renshaw, A. (2014). Rosen's Breast Pathology, 4th Edition. *Advances in Anatomic Pathology*, 21(6), 469. <https://doi.org/10.1097/PAP.0000000000000044>
- Shen, M., Pan, H., Chen, Y., Xu, Y. H., Yang, W., & Wu, Z. (2020). A review of current progress in triple-negative breast cancer therapy. *Open Medicine (Warsaw, Poland)*, 15(1), 1143–1149. <https://doi.org/10.1515/MED-2020-0138>
- Swain, S. M., Shastry, M., & Hamilton, E. (2022). Targeting HER2-positive breast cancer: advances and future directions. *Nature Reviews. Drug Discovery*, 22(2), 101. <https://doi.org/10.1038/S41573-022-00579-0>



La evolución de talleres educativos en el marco del 11F en el Museo de Ciencias Naturales de La Salle

Visita con Institución Educativa en el Museo CNS.

Zusi Eil González Pedraza

Astrónoma

Observatorio Astronómico ITM

Museo de Ciencias Naturales de La Salle

zusigonzaalez@itm.edu.co

En el año 2015, la Asamblea General de la ONU adoptó una serie de 17 metas globales como parte de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, con la intención de mejorar la calidad de vida a nivel global (ONU, 2015). Dichas metas se conocen como los “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (ODS) y abordan retos globales de carácter económico, social y ambiental (Imagen 1). Para alcanzarlas, se requiere de un esfuerzo global pero también particular de cada uno de los Estados miembros de la ONU, dado que cada país cuenta con soberanía y enfrenta desafíos particulares por cada uno de los ODS. En este contexto, el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 5 (ODS 5) en particular, se enfoca en “Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas”, y busca garantizar que las niñas y mujeres tengan las mismas oportunidades que los hombres en diferentes esferas, incluyendo las ciencias, las tecnologías, las ingenierías, las artes y las matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés) (ONU, s.f.).



Imagen 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030 (ONU, 2015).



De acuerdo con la UNESCO “a pesar de que los campos STEM se consideran fundamentales para las economías nacionales, hasta ahora la mayoría de los países, independientemente de su nivel de desarrollo, no han logrado la igualdad de género en STEM” (UNESCO, s.f.). A nivel mundial sólo un 33,3 % de las mujeres son investigadoras (al menos que se les brinde el reconocimiento), y sólo el 30 % de los estudiantes de carreras STEM son mujeres (UNESCO, s.f.), por lo que la brecha continúa y se deben hacer esfuerzos para ir la disminuyendo.

En el marco de las estrategias para alcanzar el ODS 5, es decir lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas, el 22 de diciembre de 2015 la Asamblea General de la ONU a través de la Resolución A/RES/70/212 (ONU, 2016) decidió establecer el 11 de febrero como “El Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia” el cual es implementado por la UNESCO y ONU Mujeres, en colaboración con diferentes instituciones. Desde entonces, en este día se han realizado diferentes actividades a nivel mundial para la visibilización, el reconocimiento, y el empoderamiento de las niñas y mujeres en la ciencia. Además, haciendo alusión a la fecha, se ha promovido abreviadamente como el “11F” (11 de febrero).

Es por esto por lo que desde las diferentes iniciativas tanto personales como colectivas, como mujeres científicas se intenta promover escenarios que visibilicen, inspiren y reconozcan a las mujeres en las STEAM en general. En este sentido, que, al llegar desde el año 2020 al Observatorio Astronómico ITM

del Centro de Ciencia Museo de Ciencias Naturales de La Salle (Museo CNS), se planteó la propuesta de realizar algunos talleres educativos para la visibilización, el empoderamiento y reconocimiento de las niñas y mujeres en las ciencias (inicialmente con la Astronomía). Con el tiempo, estas acciones se han ampliado hacia las STEAM en general, alineándonos con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 5 mencionado previamente.

Este escrito busca compartir la experiencia en el diseño y ejecución de los talleres educativos en el marco del 11F y el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 5. Se pretende mostrar cómo, a través del trabajo colectivo, hemos logrado no solo visibilizar a las mujeres referentes en STEAM, sino también construir espacios educativos que evolucionan constantemente.

Por ello, a continuación, se presenta una reconstrucción de este camino: desde los primeros talleres en 2020, se inició con talleres enfocados en mujeres en la Astronomía, pasando por su ampliación a las STEM (ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas), su dinamización y finalmente la incorporación del componente artístico en 2025. Este proceso fortaleció la iniciativa y permitió su consolidación como una propuesta STEAM, gracias al compromiso de varias mujeres del Museo CNS.

Al comenzar a realizar los talleres sobre Mujeres en STEM en el año 2020, en el marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 5, estos se implementaron en modalidad virtual debido a la contingencia por la COVID-19. Con el paso del tiempo, los talleres fueron evolucionando: desde el año 2023 se realizaron en modalidad presencial en conjunto con otras compañeras del Museo CNS, quienes aportamos nuestras habilidades para enriquecer y dinamizar su desarrollo. A partir del año 2025, se incorporó un componente artístico, ampliando el enfoque desde las STEM hacia las STEAM. De esta manera, los talleres de la temática que hemos diseñado han logrado un mayor impacto y continúan transformándose gracias a las ideas y conocimientos diversos que aportamos en un proceso de mejora continua.

En el caso de los talleres virtuales relacionados con Mujeres en las STEAM, se encuentran disponibles en el canal de YouTube del Museo CNS (@MuseoITM), donde para el año 2020 se registra con el título de “Mujeres en la Astronomía” y para el año 2021 y 2022, “Astrónomas a través de la Historia”.

Como se mencionó anteriormente, con el regreso a la presencialidad se llevaron a cabo más talleres, esta vez con mayor participación de compañeras del Museo CNS. Si bien este es un tema con el que he estado vinculada personalmente desde 2018 a



Imagen 2. Durante el taller del año 2023 “La ciencia es cosa de chicas”.

través de diferentes colectivos, su dimensión social exige una mejora continua, y ¿qué mejor manera de lograrlo que mediante un esfuerzo colectivo? Así, en el marco del 11F y junto a mujeres tan tenaces (compañeras del Museo de Ciencias Naturales de La Salle) se fortaleció esta iniciativa. Fue entonces, a partir de 2023, cuando se convocó a diversas colegas del centro museal, inicialmente del Área de Estudios en Educación, quienes manifestaron su interés en participar en el taller con motivo del "Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia".

Esfuerzo colectivo - Evolución de los talleres en el marco del 11F

2023 – Dinamización del taller en conjunto con el Área de Estudios en Educación (AEE)

El 24 de febrero de 2023 se llevó a cabo de manera presencial en la Terraza del Museo CNS (ITM Fraternidad) el taller “La ciencia es cosa de chicas” (Imagen 2), con el propósito de visibilizar el papel de las mujeres en las áreas STEM. Esta actividad fue organizada en colaboración con el Área de Estudios en Educación del Museo, y contó con la valiosa participación de las educadoras Natalia Gustin Mora, Sara Bustamante Torres, Shirley Suárez y Zusi Eil González.

Cada una de las integrantes del equipo aportó desde su experticia, enriqueciendo la propuesta tanto desde lo didáctico como desde la diversidad de mujeres referentes visibilizadas. Natalia contribuyó con su enfoque en lo social y pedagógico; Sara, desde las ciencias naturales y su aplicación educativa; Zusi, desde la astronomía; y Shirley, desde las artes, guiando la aplicación de la técnica del monotipo. Esta técnica permitió a las y los participantes crear separadores de libros inspirados en mujeres referentes en STEM, integrando así el arte y la ciencia como lenguajes complementarios para la divulgación y el aprendizaje.

Para esta ocasión, se inició con un conversatorio y luego se presentaron cuatro mujeres como referentes: Blanca Huertas, María Eumelia Galeano, Trota de Salerno y Adriana Ocampo. Posterior al conversatorio, realizamos separadores de libros utilizando la técnica del monotipo, previamente implementada, con las imágenes de cada una de estas mujeres. Por último, cada una de las asistentes al taller personalizó su separador, integrando así elementos de arte, ciencia y reconocimiento a las referentes visibilizadas.

2024 – Carrera de observación en el Museo: visibilización de mujeres referentes y reflexión sobre la temática

En febrero de 2024 se llevó a cabo una nueva edición del taller “La ciencia, cosa de chicas”, esta vez con una

metodología renovada gracias a las propuestas de las educadoras Valentina Lozada, Sara Bustamante Torres, Shirley Suárez y Zusi González. En esta ocasión, el taller incluyó una carrera de observación en el Museo de Ciencias Naturales de La Salle (ITM Fraternidad), donde se propuso visibilizar a mujeres referentes en las áreas STEM mediante pistas distribuidas en diferentes salas del Museo (Imagen 3).

Las y los participantes descubrieron las descripciones de ocho científicas a lo largo del recorrido: Margarita Marino, Gabriela Silva, Blanca Huertas, Sylvia Earle, Adriana Ocampo, Donna Haraway, Diana Trujillo y Mary Anning. Al finalizar la carrera de observación, se realizó una socialización colectiva en la que se elaboró una cartelera tipo mural con las referentes identificadas, y culminó con un espacio de diálogo en torno al 11F y al rol de las mujeres en la ciencia, al reconocimiento y autorreconocimiento, fortaleciendo así la apropiación crítica del contenido por parte de las y los asistentes.

En esta edición se evidenció una evolución en la didáctica y el dinamismo del taller, fruto de la escucha activa y las observaciones compartidas por las compañeras respecto al año anterior. Además, se aprovechó el espacio del Museo para contextualizar a las referentes según las temáticas de cada sala: por ejemplo, Sylvia Earle (bióloga marina) fue ubicada en la sala de la ballena, y Adriana Ocampo (geóloga

planetaria) en la sala de distopías. Este enfoque permitió una experiencia inmersiva y significativa. El trabajo colaborativo entre todas las participantes permitió consolidar un equipo comprometido con la mejora continua de esta iniciativa.

2025 – De STEM a STEAM: evolución y momento cúspide de los talleres

En su edición más reciente, el taller adoptó el nombre “Mujeres en STEAM”, adicionando oficialmente el componente artístico a la propuesta. Este cambio respondió tanto a la participación de compañeras con formación en artes como al hecho de que nosotras como miembros del Museo CNS hacemos parte de la Facultad de Artes y Humanidades del ITM, lo cual nos motivó a enriquecer el enfoque tradicional de STEM, sumando las artes (STEAM) como elemento fundamental para la expresión, la sensibilidad y la comunicación del conocimiento.

Por primera vez, el taller se trasladó a otro campus: la Biblioteca del ITM sede Floresta, con el propósito de ampliar su alcance, generar mayor acogida e impacto, y permitir la participación de más mujeres interesadas en las ciencias, tecnologías, ingenierías, artes y matemáticas. En esta ocasión, participaron en el diseño y elaboración del taller: las licenciadas en Ciencias Naturales Sara Bustamante Torres y Valentina Lozada; las artistas visuales Shirley Suárez

Imagen 3. Cartelera tipo mural de visibilización de referentes junto a las organizadoras del taller.





Imagen 4. Seis de las siete integrantes del equipo de diseño del taller de Mujeres en STEAM.

y Valentina López Calle; la bióloga Sandra Ángel; la profesional en artes de la grabación y producción musical Manuela Ramírez Agudelo; y la astrónoma Zusi González (Imagen 4).

El taller se estructuró en tres momentos clave, entre los cuales las y los participantes rotaban:

- 1. Recorrido de referentes en STEAM.** Se presentaron mujeres que se han destacado en las ciencias, tecnologías, ingenierías, artes y matemáticas a nivel nacional como de otros lugares del mundo, junto con objetos simbólicos de su trabajo. Las referentes en esta edición fueron: Teresita Gómez, Débora Arango, Margarita Marino, Gabriela Silva, Blanca Huertas, Sylvia Earle, Adriana Ocampo, Donna Haraway, Diana Trujillo y Mary Anning.
- 2. Juego interactivo.** Se realizaron tres rondas de trivia tipo Kahoot relacionadas con las mujeres referentes STEAM que fueron presentadas durante el recorrido, y premiamos a quienes lograban los mejores puntajes.
- 3. Taller creativo.** Se elaboraron separadores de libros utilizando diversos materiales como acetatos y recortes, así como material orgánico seco (como flores y hojas), los cuales fueron compartidos por la artista en formación Valentina Calle, integrando así ciencia, arte y naturaleza.

Esta edición tuvo grandes resultados. Los valiosos aportes de todas las compañeras enriquecieron la experiencia, y la entusiasta participación del público fue notable. Varios de los asistentes expresaron su interés por participar en futuras actividades similares (incluso quienes no pudieron asistir por otras actividades) y felicitaron al equipo por el diseño, la dinámica y el contenido del taller (Imagen 5).

El apoyo mutuo y la articulación entre saberes han sido claves para esta evolución continua. Cabe resaltar que aunque las mujeres anteriormente mencionadas hemos liderado el diseño y desarrollo de los talleres, es importante reconocer que en el Museo de Ciencias Naturales de La Salle hay otras mujeres que también son referentes en el ámbito de las STEAM como Danny Zurc, Dayanara Taborda, Tatiana Londoño, Andrea Bustamante, y nuestros compañeros cuyo trabajo sigue siendo fundamental para promover la equidad, el conocimiento y la inspiración en estos campos.

La experiencia vivida a lo largo de estos años con los talleres “Astrónomas a través de la Historia”, “Mujeres en Astronomía”, “La ciencia es cosa de chicas” y posteriormente “Mujeres en STEAM” ha sido una muestra tangible de cómo el trabajo colaborativo, interdisciplinar y comprometido puede generar espacios significativos para visibilizar y fortalecer la participación de las mujeres en las ciencias, las tecnologías, las ingenierías, las artes y las

matemáticas. Cada edición ha sido una oportunidad para aprender, evolucionar y construir colectivamente desde la diversidad de saberes y experiencias.

Estas iniciativas no solo han promovido el reconocimiento de referentes femeninas en STEAM, sino que también han contribuido activamente al esfuerzo para el cumplimiento del Objetivo de

Desarrollo Sostenible 5: Igualdad de género, al fomentar entornos más equitativos, participativos y representativos dentro de nuestras instituciones. Continuar este camino implica seguir abriendo espacios para la inspiración, el diálogo y la transformación, reconociendo que la inclusión de más voces y miradas en la STEAM es clave para un futuro más justo y sostenible.

Imagen 5. Collage con algunas imágenes durante la ejecución del taller de Mujeres en STEAM.



Referencias

- ONU. (2015). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/#>
- ONU. (2016). Resolution adopted by the General Assembly on 22 December 2015. En <https://docs.un.org/en/A/RES/70/212>
- ONU. (s. f.). Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia | Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/observances/women-and-girls-in-science-day#:~:text=D%C3%ADa%20Internacional%20de%20la%20Mujer,en%20la%20Ciencia%20%7C%20Naciones%20Unidas>
- UNESCO. (s. f.). Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. <https://www.unesco.org/es/days/women-girls-science>



Historia e importancia museológica y pedagógica

de la colección de Historia Natural del Museo Multidisciplinario La Salle

Mg. Noelia V. Roa Restán

Jefa del Museo Multidisciplinario La Salle. Máster en Cultural Property Protection in Crisis Response, Università degli studi di Torino (Italia).

nroa@museolasalle.pe

Blga. Helena Sisniegas Charcape

Especialista en Biodiversidad y Manejo de Recursos Naturales. Zoóloga. Consultora para la colección de Historia Natural del Museo Multidisciplinario La Salle.

hsisniegasch@yahoo.es

Antecedentes y origen de la colección de Historia Natural

Las colecciones de Historia Natural han sido, desde sus inicios, pilares fundamentales para el desarrollo de la ciencia. Estas colecciones permiten documentar la biodiversidad de distintas regiones, entender procesos evolutivos, y registrar cambios en el ambiente a lo largo del tiempo. Más allá de su función expositiva, constituyen archivos vivos que respaldan investigaciones en taxonomía, ecología,

genética y conservación. En este contexto, el Museo Multidisciplinario La Salle, fundado en 1937 en Lima, se creó con una fuerte vocación educativa y científica. Su colección de Historia Natural se conformó inicialmente con especímenes taxidermizados de mamíferos, aves, reptiles y peces; además de un herbario, una colección entomológica y muestras de minerales, fósiles y rocas. Estas piezas no solo sirvieron como herramienta pedagógica, sino también como registro representativo de la riqueza natural del Perú.

Imagen: Lycalopex culpaeus / Zorro costero
Esta especie se distribuye en la zona andina de los Andes. Suele alimentarse de animales pequeños como aves, roedores y reptiles, y en algunos casos suele ser carroñero. Su Categoría de Estado de Conservación es de "Menor Preocupación" (LC) de acuerdo al les de "Vulnerable" (VU), Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Código: MLS-TM-0028; MLS-TM-0029

Clasificación: Mamífero

Sexo: No definido

Edad: No definido

Dimensiones:

Largo: 58 cm; Alto: 22 cm; Ancho: 26 cm

Colección en taxidermia del Museo

Multidisciplinario La Salle Perú

A lo largo del tiempo, la colección ha cobrado un valor aún mayor, ya que muchos de los ecosistemas y especies representados en ella han sido afectados por el aumento de la expansión urbana, la caza o el cambio climático. La conservación de estos ejemplares ofrece hoy oportunidades para aplicar nuevas metodologías científicas —como el análisis de isótopos estables en tejidos biológicos— que permiten estudiar dieta, hábitat y condiciones ambientales del pasado.

De esta manera, la colección de Historia Natural del museo no solo refleja el compromiso institucional con la educación y la ciencia, sino que también se proyecta como una herramienta clave para la investigación contemporánea y la comprensión de los cambios en la biodiversidad regional.

Diversidad taxonómica de la colección

La colección de Historia Natural es una de las más emblemáticas del museo, compuesta por casi 500 especímenes que abarcan diversas clases taxonómicas: aves, mamíferos, reptiles, invertebrados y peces. La mayoría de estos ejemplares corresponden a especies representativas y endémicas de la zona andina sudamericana, específicamente de las tierras peruanas, y sirven como testimonio del vasto patrimonio biológico de la región. Cabe destacar que los trabajos de taxidermia, montaje y preservación de las especies de toda la colección fueron realizados

por Hermanos de La Salle, y aunque no se tiene un registro exacto de quien ejecutó tal o cual taxidermia o creación de las otras colecciones; se ha podido encontrar los registros de algunos Hermanos que han participado en la formación de toda la colección como el Hno. Xavier von Jesús F.S.C., Hno. Luis F.S.C., Hno. León F.S.C., Hno. Ireneus Pelz F.S.C. y el Hno. Ludovico María F.S.C.

Dentro del grupo de mamíferos destaca el imponente oso andino (*Tremarctos ornatus*, MLS-TM-0025; véase Imagen 1), ejemplar que fue donado por la familia Dobbertin, procedente de Cajamarca, cuidadosamente taxidermizada en el colegio y que se ha convertido en uno de los principales referentes de la colección. Asimismo, el grupo de félidos de la colección está muy bien representado con ejemplares diversos, propios del Perú. Entre ellos se encuentra el jaguar (*Panthera onca*, MLS-TM-0058), que encarna la fuerza y el misterio de la fauna tropical; además, destacan especies del género *Leopardus*, como el margay (*Leopardus wiedii*, MLS-TM-0055) y el ocelote (*Leopardus pardalis*, MLS-TM-0056), así como el puma (*Puma concolor*, MLS-TM-0012)), símbolo de la majestuosidad andina. El gato andino (*Leopardus jacobita*, MLS-TM-0015) también se ha posicionado como uno de los bienes emblemáticos del museo, especialmente relevante debido a su delicado estado de conservación en sus ambientes naturales y a la creciente dificultad de su avistamiento en su entorno natural.

Imagen 1. Oso andino (*Tremarctos ornatus*, MLS-TM-0025). Imagen de archivo del Museo Multidisciplinario La Salle, 2024.





Imagen: *Sarda chiliensis* / Bonito. Es un pez de importancia económica. Es una especie que vive en aguas medias (zona pelágica) y superficiales. Normalmente, su distribución va desde Ecuador a Chile. Es una especie muy requerida por su contenido de ácidos grasos del tipo Omega-3. Código: MLS-TP-0001 / Clasificación: Pez / Sexo: No definido / Edad: No definido / Dimensiones: Largo: 64 cm; Alto: 19 cm; Ancho: 6 cm Colección de ictiología del Museo Multidisciplinario La Salle Perú

La diversidad de aves taxidermizadas en la colección es igualmente notable, abarcando ejemplares representativos de las regiones costera, andina y amazónica del Perú. Entre las especies más destacadas de nuestra colección se encuentran el tuyuyo (*Jabiru mycteria*, MLS-TA-0001), el pelícano peruano (*Pelecanus thagus*, MLS-TA-0003) y el cóndor andino (*Vultur gryphus*, MLS-TA-0002), cuyas imponentes presencias permiten a los visitantes apreciar la riqueza ornitológica y la amplia biodiversidad del país. En el ámbito de los reptiles, se resalta la presencia de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*, MLS-TR-0002) y el cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus*, MLS-TR-0001). Ambos especímenes, que fueron trasladados inicialmente en el colegio con el propósito de ser taxidermizados, ocupan un lugar de gran importancia dentro de la colección.

La conservación de estos animales en nuestra colección resulta especialmente significativa, ya que el cocodrilo de Tumbes se encuentra catalogado en la categoría Vulnerable (VU) por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; Rainwater et al., 2022); al igual que la tortuga laúd, está clasificada en estado Vulnerable (Wallace, Tiwari, & Girondot, 2013). La exhibición de estos ejemplares no solo enriquece la colección, sino que también promueve la conciencia sobre la necesidad de preservar la biodiversidad y la importancia de comprender las características físicas y ecológicas de estas especies.

Con respecto al arte de la taxidermia de los ejemplares de nuestro museo, es de resaltar la posición y expresión que se le ha dotado a los diversos ejemplares como al jaguar u otorongo (*Panthera onca*, MLS-TM-0058), al puma (*Puma concolor*, MLS-TM-0012) con esa ferocidad expresada en su hocico mostrando la mandíbula rígida y los colmillos en una aparente escena de caza, o la posición natural de alguna aves como el caso del aguilucho variable o común (*Buteo polyosoma*, MLS-TA-0132; véase Imagen 2), ejemplar que transmite la sensación de estar observando al público, mostrando un gran realismo, en donde pareciera que se encuentran en su ambiente natural. En algunos casos, el taxidermista ha rellenado el ejemplar de tal manera que parece mostrar su imponente fortaleza física y musculatura; así como, otros ejemplares parecen estar rugiendo o descansando en su hábitat natural. Este estilo pertenece justamente a la taxidermia moderna donde se trata de mostrar al animal taxidermizado completo con expresividad, de tal manera que relate un poco más de información sobre el animal y su comportamiento o situación en su hábitat o ecosistema natural. Algunos taxidermistas otorgan a sus trabajos tal expresividad, que causa emociones diversas al espectador y parecen estar vivos. Nuestros ejemplares han conservado sus características anatómicas de origen, ya que, a pesar de los años, las especies se han mantenido en buen estado, tanto el pelaje como plumas que suelen ser las estructuras que más se dañan, han conservado

su arraigo a la piel; así como sus colores originales, lo cual nos proporciona más información a la hora de investigar.

La taxidermia tuvo precisamente muchos objetivos en el siglo pasado como eran el educar a las personas sobre la existencia de estos animales en lugares remotos a los que tal vez jamás podrían conocer, un ejemplo de esto es el otorongo y margay, especies que habitan la selva peruana y son difíciles de observar incluso en su propio ambiente natural. Los ejemplares de taxidermia del museo permitieron armar dioramas que presentaban las especies de diferentes pisos ecológicos. Por eso, estos ejemplares se complementaban muy bien en los dioramas que reproducían su hábitat natural. Otros objetivos fueron mostrar la diversidad biológica del planeta; la fragilidad de su ecosistema; la complejidad de las relaciones entre diferentes especies y que se encuentran estrechamente ligadas para subsistir en conjunto, representaciones de esto se pueden encontrar en diversos museos del mundo como el Museo de Historia Natural Americano en Nueva York, EE.UU., o el British Museum en Londres, donde se presentan diferentes especies taxidermizadas con infografía o campañas para la conservación de las especies y ecosistemas. Aún hoy en día se hacen exhibiciones con especies taxidermizadas que ya están extintas para sensibilizar al público sobre la problemática de la depredación sin control o el impacto sobre los ecosistemas. Preservar estos organismos para que

generaciones futuras cuenten con el testimonio de la existencia de especies que hoy están extintas debido justamente al exceso de presión sobre las mismas debido a la caza indiscriminada; depredación por comercio ilegal y uso indebido del animal como fuente de alimento. Es así como existen numerosos registros de especies en estado crítico de conservación algunos de los cuales se conservan en colecciones de museo como es el caso del Museo Multidisciplinario La Salle.

Respecto a lo anterior, una especie digna de resaltar y que alberga la colección del museo es el Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*) porque es muy probable que se extinga en la próxima década de seguir siendo afectado el hábitat natural de esta especie y su caza por coleccionistas tanto de la especie en vivo como vendido por partes por la creencia en usos medicinales o prácticas de chamanería (Terán Reátegui et al., 2020).

También se cuenta en la colección con un ejemplar de cocodrilo americano o conocido en nuestro país como cocodrilo de Tumbes (*Crocodylus acutus*), porque su hábitat está restringido a esa región norteña de nuestro país. En la actualidad es cada día más difícil encontrar esta especie y más aún encontrar ejemplares adultos que superen siquiera los 2 m. Nuestro ejemplar taxidermizado mide 3,5 m nos relata que debió vivir en un ambiente muy adecuado con alimento suficiente para permitirle llegar a esa talla (Escobedo Galván & Mejía Vargas, 2003).



Imagen 2. Aguilucho variable o común (*Buteo polyosoma*, MLS-TA-0132).
Imagen de archivo del Museo Multidisciplinario La Salle, 2024.



Imagen 3. Ejemplares de la Colección de Entomología. Familia Scarabaeidae (MLS-IN- 0014). Imagen de archivo del Museo Multidisciplinario La Salle, 2024.

En la colección también se puede encontrar un gran número de venados de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Estos brindan información sobre la presión de caza sobre este animal y que fuera el preferido de los clubes de caza peruanos. Hasta la década de 1950 eran fácil avistar en algunas áreas ribereñas del río Rímac y en el área de Cieneguilla se podían cazar aún en la década del 90. Hoy en día, por el crecimiento urbano y la deforestación, se han extinguido en las cercanías de Lima. Este caso en especial es muy interesante porque esta especie tiene una amplia distribución en el continente americano, pero las personas no se preocupan de que haya desaparecido en nuestra ciudad y que eso indique una destrucción del ecosistema y la desaparición de especies relacionadas a su subsistencia.

Es así como las especies taxidermizadas nos sirven para dar testimonio de su existencia y como indicador del estado de su hábitat en el momento de su captura. Los estudios de carácter investigativo proveen datos que se pueden asociar a factores tales como la calidad ambiental, cambio climático, estación del año, disponibilidad y abundancia de recursos, entre muchos otros datos que se obtendrían según sea el interés del investigador.

Actualmente, se están realizando estudios de los isótopos estables, como carbono y nitrógeno, en pelos de animales taxidermizados, cuyo análisis está brindando información sobre el cambio de diferentes características en su estructura que están

relacionadas con la disponibilidad de alimento debido al cambio climático, el grado de nutrición, la alteración por químicos producidos por el hombre (generalmente fertilizantes agrícolas), las adaptaciones a cambios climáticos y el rastreo del aumento de emisiones fósiles (Gestal, 2016). En este contexto, las alteraciones observadas en la estructura del pelo pueden reflejar tanto la capacidad de adaptación como la vulnerabilidad de los organismos ante los cambios climáticos y ambientales.

Esto es sólo un ejemplo de la información que se puede obtener de estos ejemplares de museo y compararlos con ejemplares actuales. Otros estudios similares pueden hacerse con el esmalte dental de los animales utilizando el isótopo zinc para obtener información sobre la dieta de los animales en estudio (Malgosa et al., 1992). El desgaste dental y el número de dientes proporciona información adicional sobre la dieta y edad de los ejemplares (Duque-Osorio et al., 2009). También, las uñas y plumas por su composición proporcionan información sobre la exposición de los animales a ciertos contaminantes en sus fuentes de agua o de forraje (González et al., 2018). Otro ejemplo, pueden ser los estudios de las plumas de las aves y su coloración, que indican calidad de la nutrición, edad reproductiva (Pérez-Rodríguez, 2013) y estación del año en que fue capturada. Igualmente, sus uñas y pico pueden ser utilizadas para diversos estudios biológicos y científicos (Pinilla, 2000).

Continuando con la colección de Historia Natural, el herbario del museo posee un gran número de registros, bien documentados, que permiten hacer diversos estudios en botánica, ya sea en taxonomía o en otras ramas como la biogeografía, biología molecular u estudios histológicos, entre otros. De acuerdo con lo revisado durante el registro del herbario, las muestras no sólo son del territorio peruano, sino que provienen también de Bolivia, específicamente de Cochabamba, lugar del -que deducimos- probablemente algunos Hermanos de la congregación lasallista habrían tomado la muestra para posteriormente ser donada al museo, el cual se empezó a configurar entre los años 1950 y 1970, permitiendo tener 401 muestras en nuestro Herbario. En estas muestras se mantienen las etiquetas originales con datos tales como nombre científico, nombre común, fecha y lugar de recolección.

Es bueno mencionar que, en los años 90, el colegio La Salle de Lima (en ese entonces, encargado de la gestión institucional del museo) contrató al biólogo Augusto Mendoza Valdivia, quien en el año 1994 trabajó en la revisión del Herbario, permitiendo rectificar o ratificar los datos taxonómicos de las etiquetas originales de cada una de las muestras.

Con respecto a la colección de Entomología (Imagen 3) cuenta con 798 ejemplares que representan 34 familias. Algunas de estas muestras están destinadas como material didáctico. Estos insectos, aunque carecen de valor museológico debido a la ausencia de

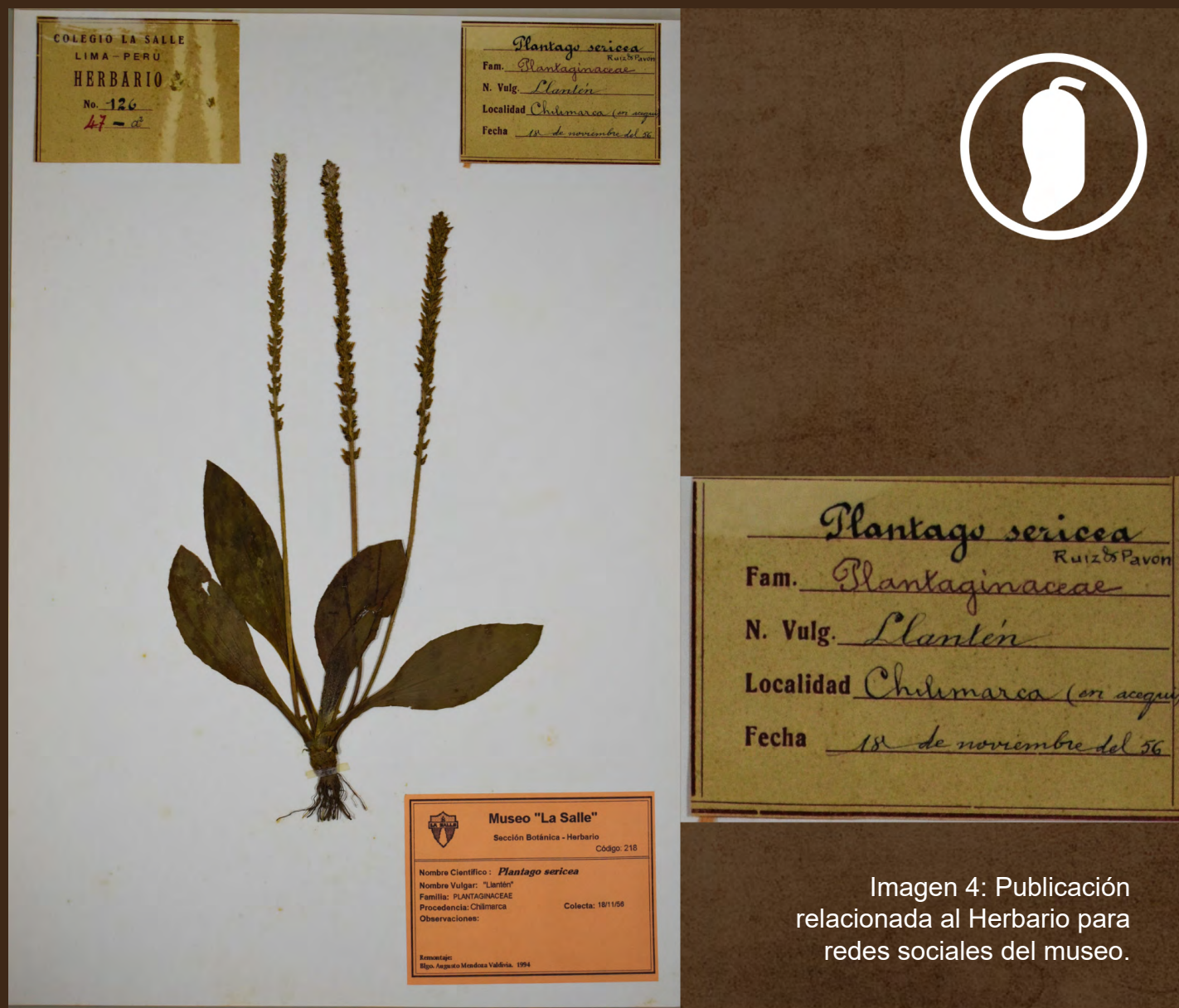
información asociada (p.e. datos de fecha y lugar de recolección), son valiosos como material pedagógico. Sus características morfológicas, que aún están bien conservadas, los convierte en un excelente recurso para la enseñanza, beneficiando tanto a estudiantes como a profesionales.

Nuestra colección de peces comprende aproximadamente 20 ejemplares, representando a especies de ambientes marinos y continentales. La colección de anfibios y reptiles es más limitada, pero cuenta con pieles de diferentes especies de ofidios comunes.

Ahora bien, una colección de Historia Natural es una colección que debe cumplir ciertos requisitos, entre estos: estar debidamente organizada, la información debe estar sistematizada en catálogos, los ejemplares deben contar con datos de recolecta como fechas, ubicación y los datos del recolector, entre otros. Sin embargo, en muchas colecciones se han perdido o existe escasa información asociada al ejemplar por la antigüedad de estos. No obstante, el espécimen sigue siendo igual de importante, porque muchos de estos ejemplares son escasos y su caza es ilegal y siguen suministrando información a los investigadores. En el caso de nuestro museo, estamos investigando activamente los datos de varias de las especies donadas. Actualmente, nuestros investigadores trabajan para reconstruir una línea de tiempo, un proyecto que, al finalizar, dará un valor considerable a la colección.

Imagen: *Tayassu tajacu* / Sajino.
Código: MLS-OA-0006 / Clasificación: Mamífero / Sexo: No definido / Edad: No definido.
Colección óseo animal del Museo Multidisciplinario La Salle Perú





MUSEO
MULTIDISCIPLINARIO
LA SALLE



Síntesis sobre los aportes científicos y educativos

A partir del 2020, en el marco del ambicioso proceso de reinvención de nuestro museo, la colección de Historia Natural ha pasado por un riguroso programa de conservación especializada y puesta en valor. Gracias a ello, no solo se garantizó la integridad física de cientos de especímenes —desde esqueletos y especies taxidermizadas, hasta el Herbario y muestras mineralógicas y petrológicas—, sino que también se impulsó la difusión a través de catálogos y la actualización de las fichas de registro y catalogación. Estas colecciones se ponen a disposición de investigadores nacionales y extranjeros, quienes pueden consultar sobre la base de datos que hasta el momento se viene fortaleciendo a través del conocimiento sobre cada uno de los bienes de nuestro acervo natural. Es necesario resaltar que luego de estos trabajos, se han creado protocolos acerca de la gestión, conservación preventiva y conservación

curativa para cada una de las colecciones, con el fin de ser consultado por el personal del museo y voluntarios de pregrado que realizan actividades de investigación, conservación y difusión de nuestras colecciones.

Asimismo, nuestros visitantes tienen la oportunidad de conocer de cerca estas valiosas colecciones a través de nuestros almacenes visitables, espacios especialmente diseñados para albergar los ejemplares según su tipología, diferenciando entre materiales orgánicos e inorgánicos. Estos almacenes no solo cumplen una función de conservación, sino que también se han concebido como una extensión educativa del museo, permitiendo que el público pueda apreciar cómo se preservan los bienes patrimoniales y comprender la importancia del cuidado especializado que requieren.

Cada uno de estos espacios cuenta con condiciones microclimáticas controladas y monitoreadas diariamente por el personal del museo. Factores como la temperatura y la humedad relativa son registrados cuidadosamente, y toda esta información se sistematiza en informes semestrales. Estos reportes permiten monitorear el estado de conservación de los bienes, especialmente los de origen orgánico, que son más susceptibles a la degradación por biodeterioro, por ejemplo.

Gracias a este monitoreo constante, es posible tomar decisiones fundamentadas sobre conservación y, en caso necesario, implementar la mejora de las condiciones internas de los almacenes. De esta manera, no solo se garantiza la preservación a largo plazo de los ejemplares que conforman nuestra colección de Historia Natural y Cultural, sino que también se promueve una cultura institucional de conservación preventiva, plasmado en un documento de gestión denominado “Protocolo para el Control de Condiciones Microambientales en los Almacenes de Bienes Culturales Orgánicos e Inorgánicos del Museo Multidisciplinario La Salle P-GCP-01” (Museo Multidisciplinario La Salle, 2021–2024). Este enfoque integral fortalece nuestro compromiso con la investigación, la educación y la preservación del patrimonio natural que custodiamos.

Paralelamente, se diseñaron y pusieron en marcha nuevas estrategias de difusión con el objetivo de acercar aún más la colección al público y fortalecer el rol pedagógico dentro del contexto en el que actualmente nos desarrollamos. Entre las principales innovaciones se encuentra el uso de la realidad aumentada, aplicada a algunos especímenes representativos de la colección. Esta herramienta tecnológica, accesible desde la página web oficial del museo (www.museolasalle.pe), permite a los usuarios interactuar con los ejemplares de forma dinámica, ampliando la experiencia de conocimiento más allá del espacio físico en el que se encuentran custodiados. Asimismo, se elaboraron infografías diseñadas especialmente para ser utilizadas posterior a la visita de los escolares. Estas piezas gráficas, claras y visualmente atractivas, permiten que los escolares continúen con el interés de seguir conociendo los especímenes y que la experiencia no termine al finalizar la visita en el museo, sino que siga en las aulas y en sus hogares. También se desarrollan talleres presenciales y virtuales dirigidos tanto a escolares como a docentes, promoviendo un enfoque participativo y transversal en torno al conocimiento de la biodiversidad y su conservación.

Por otro lado, no dejamos de mencionar que las publicaciones periódicas en las redes sociales del Museo Multidisciplinario La Salle (Imagen 4) han sido fundamentales dentro de nuestro plan de difusión. A través de estas plataformas, el museo ha logrado

ampliar su alcance, conectando con un público diverso y geográficamente distribuido.

De este modo, la colección de Historia Natural no solo recupera su propósito original como instrumento pedagógico, sino que se consolida como un espacio de encuentro entre la ciencia y la sociedad, en el que convergen la tradición y la innovación. Hoy, más que nunca, esta colección pone en valor la extraordinaria riqueza natural de nuestro país y de la región, invitando a todos los públicos a conocerla, apreciarla y, sobre todo, comprometerse con su conservación para que las próximas generaciones puedan disfrutar y aprender de este patrimonio.

Bibliografía

- Duque-Osorio, J., Ortíz-Salazar, M., Salazar-Monsalvez, L., & Mejía-Pavony, C. (2009). *Mamíferos y evolución dental*. *Revista de Estomatología*, 17(2), 30–44.
- Escobedo Galván, A. H., & Mejía Vargas, F. (2003). El “cocodrilo de Tumbes” (*Crocodylus acutus*, Cuvier 1807): Estudio preliminar de su estado actual en el norte de Perú. *Ecología Aplicada*, 2(1), 133–135. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162003000100020&lng=es&tlng=es
- Gestal, N. (2016). *Utilización del estudio de isótopos estables de C y N en heces de mamíferos en condiciones controladas para la determinación de dieta en animales silvestres* [Trabajo de fin de grado, Universidade da Coruña]. Repositorio Universidade da Coruña. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/17361>
- González, D., Álvarez Bernal, D., Mora, M., Buelna-Osben, H. R., & Ruelas-Insunza, J. R. (2018). Biomonitorio de metales pesados en plumas de aves acuáticas residentes del Lago de Chapala, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(2), 215–224. <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.02.03>
- Malgosa, A., Carrasco, T., Safont, S., Aluja, M. P., & Subirà, M. E. (1992). Estudio preliminar de paleodietas en los restos fósiles de Orce (Venta Micena, Granada), mediante el análisis de elementos traza. En J. Gibert (Ed.), *Presencia humana en el Pleistoceno Inferior de Granada y Murcia (Proyecto Orce-Cueva Victoria, 1988–1992)* (1.ª ed., pp. 189–201).
- Museo Multidisciplinario La Salle. (2024). *Archivo de protocolos (Documentos internos)*. Museo Multidisciplinario La Salle.
- Museo Multidisciplinario La Salle. (2024). *Archivo fotográfico (2020–2024)* [Registro fotográfico interno]. Museo Multidisciplinario La Salle.
- Pérez-Rodríguez, L. (2013). *La medición del color: técnicas y fundamentos para el estudio de la ecología de las aves*. Revista de Anillamiento, 31–32, 4–20. https://www.researchgate.net/publication/268806768_La_medicion_del_color_tecnicas_y_fundamentos_para_el_estudio_de_la_ecologia_de_las_aves
- Pinilla, J. (2000). *Manual para el anillamiento científico de aves*. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM.
- Rainwater, T. R., Platt, S. G., Charruau, P., Balaguera-Reina, S. A., Sigler, L., Cedeño-Vázquez, J. R., & Thorbjarnarson, J. B. (2022). *Crocodylus acutus* (amended version of 2021 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2022, e.T5659A212805700. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T5659A212805700.en>
- Terán Reátegui, E., Morales Rojas, E., Julca Fernández, R. P., Huamán Cotrina, C. N., Montano Lopez, V., & Chapa Inga, L. (2020). Valoración social del oso de anteojos en la Ruta de las Cataratas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(2), 39–43. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i2.517>
- Wallace, B. P., Tiwari, M., & Girondot, M. (2013). *Dermochelys coriacea*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2013, e.T6494A43526147. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en>



MURCIÉLAGOS AUSENTES DEL VALLE DE ABURRÁ:

evidencia histórica desde el Museo de Ciencias Naturales de La Salle

Geraldine Buitrago-Castaño

Bióloga.

Curadora adjunta banco de sonidos Museo de Ciencias Naturales de La Salle

geraldinebuitrago@itm.edu.co

En noviembre de 1890 arribó a Medellín la primera comunidad de Hermanos Lasallistas. Posteriormente, se establecerían en Bogotá y desde allí expandirían su presencia a otras regiones del país. Con su llegada, las ciencias naturales en Colombia recibieron un nuevo impulso (Berrio Martínez et al., 2021). En particular, los Hermanos Lasallistas desempeñaron un papel fundamental en el establecimiento y consolidación de centros dedicados a la enseñanza y promoción de estas disciplinas.

Uno de los ejemplos más representativos de este legado es el Museo de Ciencias Naturales de La Salle en Medellín (MCNS), fundado en 1913 por miembros de esta comunidad religiosa. El crecimiento de la colección fue impulsado por la curiosidad científica del Hermano Apolinar María, apasionado por la zoología y la mineralogía.

La labor de los Hermanos ha contribuido de manera significativa al conocimiento de la biodiversidad

colombiana, especialmente en el departamento de Antioquia durante el siglo XX. A través del museo, se logró una importante documentación de la diversidad biológica regional en una época en que muchas zonas del país permanecían inexploradas científicamente. Los ejemplares recolectados dan cuenta de la gran riqueza biológica del Valle de Aburrá y sus alrededores, y constituyen una memoria biológica invaluable para el territorio.

El Valle de Aburrá, subregión del departamento de Antioquia, está determinado por la cuenca del río Medellín y comprende los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y La Estrella (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2025), con una extensión aproximada de 1165,5 km². Actualmente, la zona del Valle de Aburrá en gran medida urbanizada abarca cerca de 340 km².

En 1918 en el Valle de Aburrá residían 135 832 habitantes, los cuales representaban un 16,5 % de población de Antioquia para esa época (Ramírez Patiño, 2014), hoy supera los 4 199 008 habitantes. Esta transformación demográfica ha provocado profundas alteraciones en los ecosistemas locales, como la fragmentación del hábitat, la pérdida de cobertura vegetal y la posible extinción local de algunas especies (Santos & Tellería, 2006). Por ejemplo, entre 1969 y 1996, desapareció casi la mitad de la cobertura vegetal de la ciudad (Contraloría General de Medellín, 1996). La pérdida de hábitat, resultado de la deforestación o del cambio en el uso del suelo, puede conducir a la extinción local, es decir, a la desaparición de toda la población de una especie en una zona determinada (Fahrig, 2003). Un caso ilustrativo es el de la rana *Pristimantis phragmipleuron*, conocida solo en su localidad tipo en el cerro Pan de Azúcar (Medellín), y no observada desde 1988 (Frost, 2024). Para este caso en particular, también se ha propuesto una posible extinción global (IUCN SSC, 2016). De manera similar, hacia 1988 se había reportado la desaparición de casi la mitad de la avifauna históricamente registrada en el Valle de Aburrá (Serna, 1988). Más recientemente, se estima que al menos el 20 % de las aproximadamente 450 especies de aves históricas han desaparecido localmente (Castaño-Villa & Patiño-Zabala, 2008; Cuervo & Delgado-V., 2001). Sin duda, el crecimiento urbano del Valle de Aburrá ha ejercido una presión creciente sobre la fauna silvestre original.

Colombia alberga cerca de 222 especies de murciélagos, lo que la posiciona entre los países con mayor diversidad de quirópteros en el mundo (Ramírez-Chaves et al., 2024). Estos animales desempeñan roles ecológicos fundamentales como la polinización, la dispersión de semillas y el control de plagas (Kunz et al., 2011). Por ello, se les considera como organismos de importancia para el funcionamiento de los ecosistemas tanto naturales como modificados. Al igual, que mantienen las relaciones ecosistémicas en equilibrio. Su desaparición puede afectar la regeneración natural, reducir los servicios ecosistémicos, alterar el funcionamiento ecológico general y puede aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas. Dados estos antecedentes, se planteó analizar los registros históricos de especies de mamíferos voladores en el Valle de Aburrá albergados en el Museo de Ciencias Naturales de La Salle, que no han vuelto a ser detectados en estudios recientes, resaltando su valor como indicadores de cambio ecológico en un entorno urbano en transformación. A continuación, se describe la metodología empleada y los resultados de este análisis. Como parte de la metodología, se realizó la revisión detallada del conjunto de datos del Museo de Ciencias Naturales de La Salle (MCNS) de Medellín correspondiente a la subcolección de mamíferos, incluyendo la observación directa de algunos

especímenes. Se complementó con una revisión de registros disponibles en la plataforma GBIF, al igual que la revisión de literatura enfocada en registros de mamíferos, particularmente murciélagos. Para ello, la búsqueda fue acotada por especie y localidad, con el objetivo de contextualizar los registros históricos del Valle de Aburrá. Esta aproximación permitió contrastar la información histórica con inventarios recientes, destacando cambios importantes en la composición de especies presentes en Medellín. Históricamente, se han registrado 115 especies de mamíferos en el Valle de Aburrá, 46 de ellas, murciélagos. De estas especies de mamíferos, dos se encuentran En Peligro (EN), cinco en estado Vulnerable (VU) y cuatro Cerca de la Amenaza. La colección del MCNS conserva 1377 ejemplares de mamíferos, 126 provenientes del Valle de Aburrá, incluyendo 19 especies de murciélagos. En la revisión de literatura, en 1980 se reportaron 13 especies de murciélagos (Muñoz et al., 1986); en 2018, tres especies en Envigado (Salazar Giraldo et al., 2021); en 2021, cuatro especies en un sector de Medellín (Villada & Soto-Calderón, 2021); y en el 2022, seis mediante monitoreo acústico (Universidad Nacional de Colombia et al., 2022).

Particularmente, el MCNS conserva ejemplares de tres especies de murciélagos que fueron registradas hace casi 50 años y que no han sido detectadas en inventarios recientes o cuyos registros actuales carecen de ejemplares de referencia (voucher). Este hecho resalta su valor como indicadores de cambio ecológico y enfatiza la necesidad de conservarlas y monitorearlas adecuadamente.





Imagen: *Histiotus humboldti*. Cortesía de la autora.

***Histiotus humboldti* (Handley, 1996)**

Conocido como Murciélago marrón orejón de Humboldt, fue colectado por el Hermano Marco Antonio Serna en 1975, en Medellín, Antioquia. Su estado de amenaza se encuentra como Data Deficiente (DD) debido a que no hay información necesaria sobre sus poblaciones para otorgarle un estado de amenaza (IUCN, 2025).

En Colombia, el género *Histiotus* está conformado por tres especies: *H. cadenai*, *H. colombiae* y *H. humboldti*, las cuales se distribuyen principalmente a lo largo de la cadena montañosa de los Andes (Rodríguez-Posada et al., 2021). Estas especies suelen habitar bosques húmedos de elevaciones medias (Velazco & Aguirre, 2016), son estrictamente insectívoros y suelen usar los troncos, cuevas, hendiduras en la corteza de los árboles como refugio (Galaz & Yáñez, 2006). Usualmente, las especies de este género son

poco tolerantes a la perturbación y tienen preferencia por ciertos tipos de hábitat, por lo que, su ausencia en el Valle de Aburrá podría estar relacionado con la transformación en el uso del suelo, especialmente en las laderas, las cuales no proporcionan un hábitat idóneo para la especie.

Los registros más cercanos para las especies del género *Histiotus* provienen de la Ceja (Antioquia) a 27,6 km de Medellín del año 1951, preservados en *The Field Museum Of Natural History* identificados como *H. montanus colombiae*; y de Fredonia (Antioquia) a 31,9 km de Medellín del año 2021, a una altitud aproximada de 1300 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), preservado en la colección de mastozoología de la Universidad EAFIT, identificado como *H. humboldti*.



Imagen: *Saccopteryx canescens*. Cortesía de la autora.

***Saccopteryx canescens* (Thomas, 1901)**

Conocido comúnmente como Murciélago ala de saco rayado colectado por el Hermano Marco Antonio Serna en Medellín (Antioquia) en 1972. Su estado de amenaza se encuentra como Preocupación Menor (LC) (Solari, 2015).

Las especies de este género son insectívoras y generalmente se encuentran asociados a corrientes de agua y formaciones kársticas (Muñoz & Cuartas, 2001). Su rango altitudinal suele ir hasta los 1550 m s.n.m. (Solari, 2015), con preferencia por bosques de vegetación densa (Handley, 1976), sin embargo, suele buscar alimento en claros de bosque y una de sus principales amenazas es la deforestación (Solari, 2015).

La ausencia de registros recientes de esta especie en el Valle de Aburrá podría estar relacionada con la transformación del paisaje y la urbanización intensiva, que reducen la disponibilidad de hábitats adecuados para su refugio y alimento. El registro preservado en el MCNS de la especie *S. canescens* más cercano al Valle de Aburrá se encuentra en el Municipio de Cáceres colectado igualmente por el Hermano Marco Antonio Serna en 1969, este registro se encuentra a 150 km de Medellín.



Imagen: *Eumops glaucinus*. Cortesía de la autora.

***Eumops glaucinus* (Wagner, 1843)**

Conocido comúnmente como Murciélago acanelado. Está representado por dos ejemplares, uno capturado por Octavio Martínez en 1974 en el Jardín Botánico de Medellín y el segundo capturado por Rodrigo Londoño Pasos en 1981, en Medellín (sin localidad específica de la ciudad). Estos representan los únicos registros biológicos de especímenes preservados en colecciones científicas provenientes del Valle de Aburrá. En el 2015 se realizó una observación humana sin un voucher (Carmona Cano et al., 2025) y en el 2019 se registró mediante acústica en el Valle de Aburra (Universidad Nacional de Colombia et al., 2022). Sin embargo, el registro más cercano corresponde a una observación humana realizada en Sonsón (Antioquia) a 58,1 km de Medellín.

El estado de amenaza de *E. glaucinus* se encuentra como Preocupación Menor (LC) (Barquez & Diaz, 2016). Es una especie que suele estar entre los 150 y 2750 m s.n.m.; además, es una especie

insectívora de zonas abiertas. De acuerdo con Díaz et al. (2019), los hábitats óptimos para esta especie son los bosques y los arbustales, sin embargo, los cultivos agrícolas y las pasturas ganaderas pueden ser consideradas subóptimas, por lo que se considera que este murciélago tiene una tolerancia media a la perturbación. Sus principales amenazas son la pérdida, degradación y fragmentación del hábitat (Díaz et al., 2019).

Específicamente en el Valle de Aburrá, si bien puede encontrarse en zonas urbanas, los pocos registros hasta la fecha reportados pueden deberse: a) la baja efectividad del método de muestreo empleado para esta especie, o, b) a la no adecuada forma de usar el método para estas especies de vuelo alto. Según Vaughan (1966) los molósidos son especies de vuelo rápido, adaptados para forrajear en áreas abiertas (Schnitzler & Kalko, 2001), lo que disminuye la probabilidad de captura con métodos tradicionales.



Imagen: *Histiotus humboldti* (izquierda), *Saccopteryx canescens* (centro) *Eumops glaucinus* (derecha). Cortesía de la autora.

Hipótesis respecto a la ausencia de las especies *Histiotus humboldti*, *Saccopteryx canescens* y *Eumops glaucinus* en el Valle del Aburrá







Las especies *H. humboldti*, *S. canescens* y *E. glaucinus* comparten algunas características que podrían aproximar probables respuestas a la pregunta ¿qué ha pasado con estas especies en el Valle de Aburrá? En primer lugar, el alto grado de transformación del suelo y los altos niveles de perturbación urbana limitan la disponibilidad de hábitats adecuados y reduce la conectividad entre los parches de bosque. Estas especies dependen de hábitats específicos que han sido transformados o fragmentados debido a la urbanización, lo que ha reducido las condiciones óptimas para su supervivencia. Esta situación afecta a todas las especies, al igual que a las especies de murciélagos, lo cual es una de las principales causas de extinción local en algunas especies. De acuerdo con Hopper et al (2005), la pérdida local de especies lleva a cambios en las funciones del ecosistema, que podrían ser reemplazadas por otras especies con funciones similares. La pérdida de especies en zonas urbanas es un fenómeno global.

Ejemplo de lo anterior, en ciudades como Ciudad de México, se han documentado reducciones importantes en la riqueza de mamíferos pequeños y murciélagos, especialmente en las últimas décadas (Hortelano-Moncada & Cervantes, 2016). Comparativamente,

regiones como el altiplano cundiboyacense también han sufrido procesos de urbanización intensiva, acompañados por disminuciones en las poblaciones de murciélagos insectívoros y frugívoros (Barrios et al., 2018; Montañez-Castillo & Pérez-Torres, 2011). Esta tendencia sugiere una relación directa entre la pérdida de hábitat arbóreo y la declinación de ciertos gremios funcionales. Esto demuestra que la transformación urbana puede tener impactos convergentes sobre la biodiversidad en diferentes contextos geográficos.

En segundo lugar, otro factor en común es la baja detectabilidad de estas especies, especialmente de *H. humboldti* y *E. glaucinus* cuyo vuelo elevado dificultan su detección cuando se utilizan métodos convencionales de monitoreo (p.e. redes de niebla y trampas harpa). Finalmente, la ausencia prolongada de esfuerzos sistemáticos de monitoreo en las zonas altas y periféricas del Valle de Aburrá, donde estas especies podrían persistir, ha sido un factor importante que contribuye a la falta de datos y a la dificultad de detectar estas especies en la región. Esta falta de registros recientes con ejemplares de referencia limita la capacidad de verificar la presencia de estas especies en la región, lo que impide obtener una comprensión clara de su situación actual.

A continuación, se presenta una tabla con información de historia natural y probables patrones ecológicos y amenazas de las especies de murciélagos analizadas *Histiotus humboldti*, *Saccopteryx canescens* y *Eumops glaucinus* en el Valle de Aburrá (Tabla 1).

| ESPECIE | TIPO DE HÁBITAT PREFERIDO | TOLERANCIA A LA PERTURBACIÓN | ÚLTIMO REGISTRO CON VOUCHER | POSIBLES CAUSAS DE AUSENCIA |
|------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|--|
| <i>Histiotus humboldti</i> |  <p>Bosques húmedos de montaña.</p> | Baja | 1975 |  <p>Pérdida de refugios, falta de monitoreo.</p> |
| <i>Saccopteryx canescens</i> |  <p>Bosques densos cercanos a cuerpos de agua.</p> | Baja a media | 1972 |  <p>Deforestación, pérdida de hábitat ribereño.</p> |
| <i>Eumops glaucinus</i> |  <p>Zonas abiertas y bosques.</p> | Media | 1981 |  <p>Fragmentación del hábitat, muestreo inadecuado.</p> |

Conclusiones

La ausencia de registros recientes no implica necesariamente la extinción local. Puede reflejar deficiencias en el esfuerzo de muestreo, cambios en la detectabilidad de las especies o incluso desplazamientos hacia hábitats periféricos. Este tipo de incertidumbre taxonómica, ecológica y geográfica es común en regiones con baja frecuencia de monitoreos. Por ello, las colecciones biológicas como la que alberga el Museo de Ciencias Naturales de La Salle son valiosos reservorios de información biológica e histórica, que narran una historia particular en regiones altamente transformadas como es el Valle de Aburrá.

La labor realizada por los Hermanos Lasallistas en la recolección, preservación y documentación de la biodiversidad, actualmente llevada a cabo por el

MCNS, cada vez tiene mayor relevancia, puesto que las colecciones biológicas son lugares de alta importancia que no solo conservan la memoria histórica de la fauna local, sino que también permiten reconstruir procesos ecológicos pasados y son herramientas esenciales para comprender los cambios sufridos en la biodiversidad del territorio, además de mostrar de manera indirecta la transformación del territorio. Insumos que sin lugar a duda podrían guiar estrategias de conservación. Especialmente, en ciudades como Medellín, donde el desarrollo ha transformado profundamente los ecosistemas originales, estos registros históricos adquieren un valor aún mayor.

Bibliografía

- Área Metropolitana Valle de Aburrá. (n.d.). *Historia*. Retrieved April 24, 2025, from <https://www.metropol.gov.co/area/paginas/somos/historia.aspx>
- Barrios, H., Castro, A., & Vanegas, P. A. (2018). Diversidad de murciélagos en dos cavernas de alta montaña en Cogua y Tocancipá, Cundinamarca: una aproximación a su conservación. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperado de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/4151>
- Berrio Martínez, J., Estrada Orrego, V., & Vásquez Valencia, M. F. (2011). *Museo de historia natural Colegio de San José. Patrimonio científico e histórico*. Colección Bicentenario de Antioquia.
- Carmona Cano, E., Ordoñez Castillo, N. F., Vélez Cañaveral, N., Jaramillo, M., Rodríguez Ríos, D. F., Zabaleta Doria, D. L., Business and Quality Services S.A.S. (2025). Biodiversidad asociada al proyecto Línea de Transmisión Bello-Guayabal-Ancón Sur 230 kV. *Empresas Públicas de Medellín E.S.P.* <https://doi.org/10.15472/2pcntm> accessed via GBIF.org on 2025-04-25.
- Castaño-Villa, G. J., & Patiño-Zabala, J. C. (2008). Extinciones locales de aves en fragmentos de bosque en la región de Santa Elena, Andes Centrales, Colombia. *El hornero*, 23(1), 23-34.
- Contraloría General de Medellín. (1996). *Informe del estado de los recursos naturales y el medio ambiente 1996*.
- Cuervo, A. M., & Delgado-V, C. A. (2001). Adiciones a la avifauna del Valle de Aburrá y comentarios sobre la investigación ornitológica local. *Boletín SAO*, XII(22-23), 52-65.
- Díaz, M. M., Báñez, R. M., & Gamboa Alurralde, S. (2019). *Eumops glaucinus*. En: SAYDS-SAREM (eds.) Categorización 2010 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. <http://doi.org/10.31887/SaremLR.10.102>
- Fahrig, L. (2003). Efectos de la fragmentación del hábitat en la biodiversidad. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487-515.
- Frost, D. R. (2024). *Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.1*. American Museum of Natural History, New York, USA. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> [Consulted in 20 abril 2025].
- Galaz, J. L., & Yáñez, J. (2006). *Los murciélagos de Chile: Guía para su reconocimiento*. Santiago, Chile.
- Gómez Lopera, J. C. (2012). Del olvido a la modernidad: Medellín (Colombia) en los inicios de la transformación urbana, 1890-1930. *Historiolo. Revista de historia regional y local*, 4(7), 112-128.
- Handley, C. O., Jr. (1967). Bats of the canopy of an Amazonian forest. *Atlas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, 5, 211-215.
- Hooper, D. U., Chapin III, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., & Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75(1), 3-35.
- Hortelano-Moncada, Y., Cervantes, F. A., Villaseñor, R. R., Briones-Salas, M., Magaña-Cota, G., Sánchez-Rojas, G., & Sosa-Escalante, J. E. (2016). Riqueza y conservación de los mamíferos silvestres de la Ciudad de México. *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal*, 179-220.
- IUCN 2025. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. <https://www.iucnredlist.org>
- IUCN SSC. (2016). *IUCN SSC Guiding principles on Creating Proxies of Extinct Species*.
- Kunz, T. H., de Torrez, E. B., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Montañez-Castillo, M. D., & Pérez-Torres, J. (2011). Influencia de la heterogeneidad del paisaje sobre la actividad de murciélagos insectívoros (Chiroptera) en un gradiente urbano-rural al norte de Bogotá D.C., Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 101-110. <https://repositorio.udca.edu.co/entities/publication/04c31e9d-d6eb-43b1-9c98-4e4164bd73c1>
- Muñoz, J., Cuartas, C. A. (2001). *Saccopteryx antioquiensis* n. sp. (Chiroptera: Emballonuridae) del noroeste de Colombia. *Actualidades Biológicas*, 23(75), 53-61.
- Muñoz, J., Lopera, A., & Ramírez, O. (1986). Murciélagos en el Valle de Aburrá. *Actualidades Biológicas*, 12(45), 63-67. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330311>
- Ramírez-Chaves, H. E., Leuro Robles, N. G., Castaño Rivera, A., Morales-Martínez, D. M., Suárez Castro, A. F., Rodríguez-Posada, M. E., ... Mantilla Meluk, H. (2024). Mamíferos de Colombia. v1.14. *Sociedad Colombiana de Mastozoología*. <https://doi.org/10.15472/kl1whs>
- Rodríguez-Posada, M. E., Morales-Martínez, D. M., Ramírez-Chaves, H. E., Martínez-Medina, D., & Calderón-Acevedo, C. A. (2021). A new species of Long-eared Brown Bat of the genus *Histiotus* (Chiroptera) and the revalidation of *Histiotus colombiae*. *Caldasia*, 43(2), 221-234.
- Salazar Giraldo, E., Vahos, M., Restrepo, D. F., Restrepo, A., Acevedo, J. F., Arango, S., ... Monsalve, J. (2021). Registros de flora y fauna asociados al estudio de diagnóstico para la declaratoria del Área de Recreación Humedal El Trián - La Heliodora. *Área Metropolitana del Valle de Aburrá*. <https://doi.org/10.15472/fnszud> accessed via GBIF.org on 2025-04-23.
- Santos, T., & Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2).
- Schnitzler, H. U., & Kalko, E. K. (2001). Echolocation by insect-eating bats: we define four distinct functional groups of bats and find differences in signal structure that correlate with the typical echolocation tasks faced by each group. *Bioscience*, 51(7), 557-569.
- Serna, M. (1988). Avifauna extinguida o muy escasa en el municipio de Medellín. Colegio de San José, Museo de Historia Natural. Medellín.
- Solari, S. (2015). *Saccopteryx canescens*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T19805A22005456. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T19805A22005456.en>. Accessed on 23 April 2025.
- Universidad Nacional de Colombia, Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), Arroyave Hernández, E., Acevedo Quintero, J. F., Martínez Arias, V., Díaz Valencia, S. A., Cano Rojas, E., ... Torres Restrepo, R. H. (2022). Registros de murciélagos del Valle de Aburrá muestreados mediante detección acústica. *Área Metropolitana del Valle de Aburrá*. <https://doi.org/10.15472/mppfur> accessed via GBIF.org on 2025-04-23.
- Vaughan, T. A. (1966). Morphology and flight characteristics of molossid bats. *Journal of Mammalogy*, 47(2), 249-260.
- Velazco, P., & Aguirre, L. (2016). *Histiotus humboldti*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T29606A22046003. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T29606A22046003.en>. Accessed on 25 April 2025.
- Villada, T., & Soto-Calderón, I. D. (2020). Diversidad de mamíferos en un remanente de bosque urbano de la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 42(113).



El otro lado del café: ciencia que transforma residuos en oportunidades

Desde la finca hasta el laboratorio, los desechos del café como materia prima para la salud, el medio ambiente y el bienestar de las comunidades.

Ana María Castañeda Cifuentes

Estudiante Maestría en Ingeniería Biomédica, Grupo de Investigación e Innovación Biomédica GI2B, ITM

anacastaneda225721@correo.itm.edu.co

Isabel Cristina Henao Castañeda

Docente de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias, Grupo de Sustancias Bioactivas GISB, Universidad de Antioquia

isabel.henao@udea.edu.co

Nini Johanna Pedroza Díaz

Docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas, Grupo de Investigación e Innovación Biomédica GI2B, ITM

ninipedroza@itm.edu.co

En Colombia el café es mucho más que una bebida que nos identifica y que hace parte de nuestra cultura, es un producto que impacta positivamente en el crecimiento económico del país, en la generación de empleo en las regiones y en el mejoramiento de la calidad de vida de las familias caficultoras. Es una cultura que involucra a una gran cantidad de actores en su amplia cadena de producción y procesamiento, pero que no es ajena a una realidad poco visible: toneladas de residuos generados por la industria cafetera que, en su mayoría, terminan desechados. Sin embargo, lo que antes se consideraba basura hoy está captando la atención de la ciencia. Investigadores en distintas partes del mundo —incluyendo Colombia, tierra cafetera por excelencia— están descubriendo que los restos del café, como la pulpa, el mucílago, la película plateada o incluso las hojas, tienen un enorme potencial. Estos residuos pueden transformarse en fertilizantes, materiales sostenibles, suplementos alimenticios, e incluso en ingredientes para el

desarrollo de nuevos medicamentos. En este ensayo se busca destacar el potencial de los subproductos derivados de los residuos de café para convertirse en recursos útiles en áreas como la agricultura, la salud y la industria farmacéutica. Así, los autores pretenden generar conciencia sobre la importancia de una gestión sostenible de estos residuos y su impacto positivo en el medio ambiente, la salud pública y el bienestar de las familias caficultoras.

¿Qué partes tiene el fruto o cereza del café?

El fruto del café está compuesto por varias capas: la pulpa, que constituye la parte más externa; seguida del mucílago, el pergamino, la película plateada (también conocida como *Silver Skin*), y finalmente la semilla o grano de café verde (Figura 1).

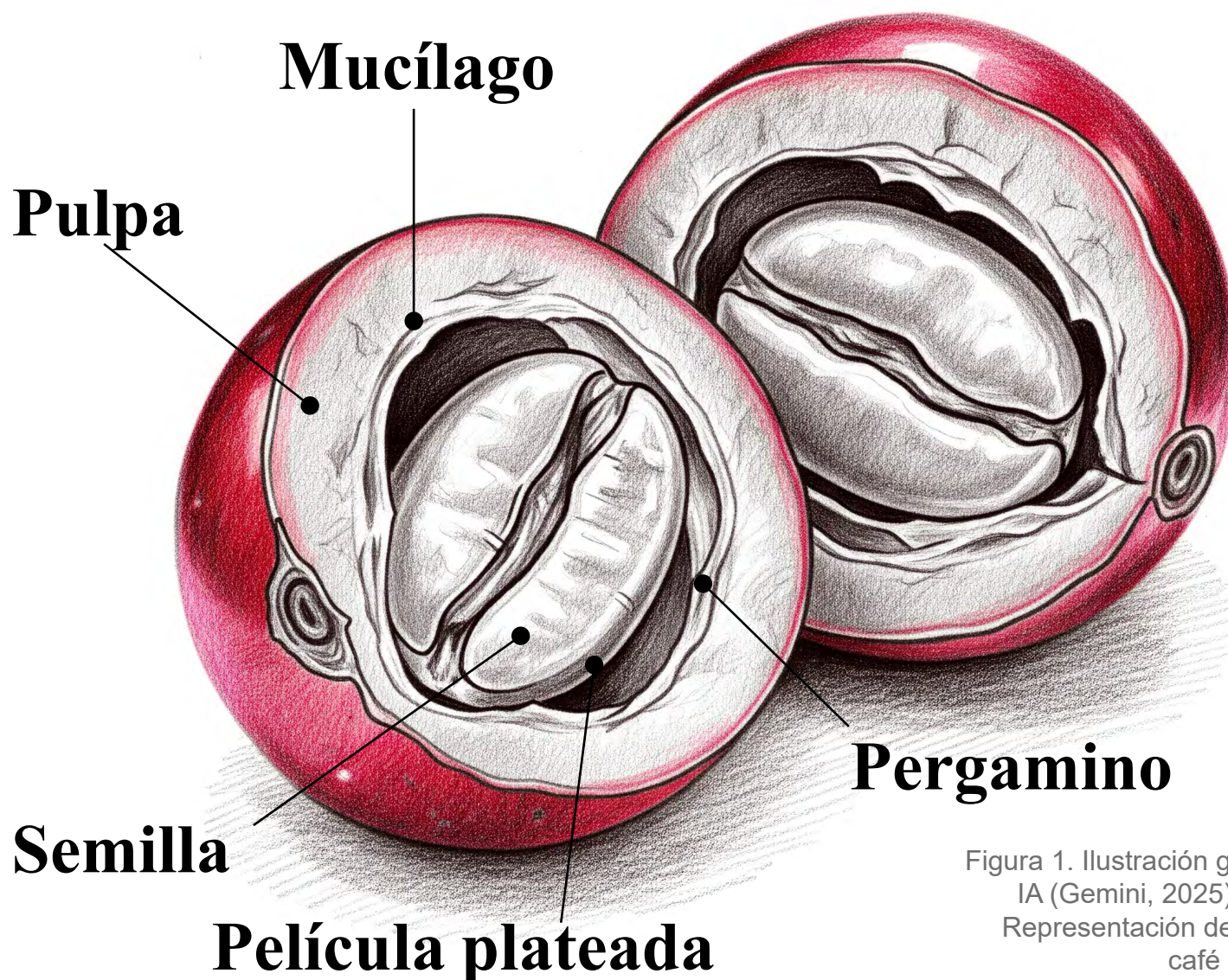


Figura 1. Ilustración generada con IA (Gemini, 2025) y adaptada. Representación de la planta de café y sus partes.

Producción y exportación del café colombiano: cifras que reflejan su impacto económico

Colombia se ubica en el segundo lugar a nivel mundial en la producción de café arábica, que traducido a cifras, reporta 12.75 millones de sacos de café de 60 kg producidos entre el periodo octubre 2023 y septiembre 2024 (Federación Nacional de Cafeteros, 2024), siendo un gran exportador del mismo. Según el Ministerio de Agricultura de Colombia, para el año 2022 las exportaciones de café superaron los US\$4000 millones, teniendo como destino países como Estados Unidos, Bélgica, Japón, Alemania y Canadá; haciendo de este producto parte esencial del motor que mueve la economía colombiana y que genera cerca de 9000 empleos directos e indirectos (Ministerio de Agricultura, 2023).

¿Quiénes son y donde están ubicados los principales actores de esta gran industria cafetera en el país?

Colombia cuenta con aproximadamente 500 000 familias caficultoras distribuidas en varios departamentos. Huila, el principal productor, alberga 35 municipios cafeteros y cerca de 85 757 caficultores. Le siguen Antioquia, con 94 municipios cafeteros;

Tolima, con 38; Cauca, con 32; y Caldas, con 25 municipios cafeteros y 32 612 caficultores (Ministerio de Agricultura, 2023).

¿Qué se ha observado respecto a la participación de la mujer en el sector cafetero?

De acuerdo con la Dirección de Desarrollo Social de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), el 30 % del total de los productores de café en el país son mujeres (163 046 caficultoras), que son responsables del 25 % de la producción nacional y del 26 % del área de café sembrada en el país (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2014) lo que demuestra una gran presencia de la mujer en esta industria. En encuestas sobre el perfil sociodemográfico de las mujeres cafeteras, se ha encontrado que muchas de estas mujeres lideran sus hogares solas o junto a su pareja, asumiendo buena parte de la carga económica (Organización Internacional del trabajo, 2022), lo que las lleva a enfrentarse a retos importantes tanto económicos como sociales en su día a día. Además de esto, se ha reportado que en general el acceso de productores y trabajadores cafeteros a los tres componentes del sistema de seguridad social contributivo (salud, pensión y riesgos

laborales) se ve limitado debido a los altos costos y complejos procesos de afiliación a seguir y a la poca adaptación de la normatividad al sector cafetero y a la ruralidad (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2014; Federación nacional de Cafeteros de Colombia, 2021). Es por esto que iniciativas que aumenten la generación de ingresos en general para estas familias impacta positivamente en su calidad de vida y su sostenibilidad en el tiempo.

Residuos de la agroindustria cafetera y su impacto en la conservación del planeta

La agroindustria cafetera genera una gran cantidad de residuos, en los que se destaca la pulpa de café, que es el principal subproducto derivado del procesamiento húmedo de las cerezas de café y comprende aproximadamente entre el 40 y el 50 % de su peso fresco (Marín-Tello et al., 2020). Teniendo en cuenta que este residuo se desecha directamente o se vierte sin pretratamiento, la pulpa de café puede conducir a la acidificación de suelos y ríos, amenazando gravemente el medio ambiente y el sistema hídrico (Hu et al., 2023). La cascarilla de café (Coffee husk) se deriva del proceso de trillado del café y la película plateada o *Silver Skin* se produce durante el tueste, por lo que es un residuo que se libera principalmente en los países consumidores de café, donde se lleva a cabo este proceso (Narita & Inouye, 2014). Otro residuo menos estudiado son las hojas del árbol de café que pueden recolectarse durante el proceso de renovación, conocido como zoqueo, que se realiza periódicamente en los cultivos.

Estos residuos generan tanto desafíos ambientales, como oportunidades para la valorización a partir de su aprovechamiento, dado que una buena gestión y utilización de los residuos de la industria del café no solo mitiga la contaminación ambiental, sino que los transforma en productos valiosos, que reducen su huella de carbono y generan fuentes de ingresos para las familias cafeteras colombianas que contribuye a la sostenibilidad económica de la industria. Este enfoque se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible y los principios de economía circular, promoviendo el uso eficiente de los recursos (Lee et al., 2023; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.; Naciones Unidas, 2015; Parlamento Europeo, 2023; Serna-Jiménez et al., 2022).

Aplicaciones que le brinden una segunda vida útil a los residuos del café

La industria farmacéutica y de cosméticos ha incrementado su interés en los componentes de la pulpa, el mucílago, la cascarilla y la película plateada por su elevada cantidad de compuestos bioactivos que presentan propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y antienvjecimiento (Iriando-Dehond et al., 2020; dos Santos et al., 2021).



Especialmente en Colombia, se han reportado investigaciones que han evaluado los extractos de diferentes subproductos de café colombiano, mostrando alta concentración de compuestos fenólicos y una elevada capacidad antioxidante asociada (Arango-Agudelo et al., 2023; Fonseca-García et al., 2014). Hallazgos como estos han generado nuevo conocimiento que apoyan el desarrollo de aplicaciones cosméticas como la realizada por Widiputri y asociados en 2020, donde utilizaron un extracto pulverizado de la pulpa del café para ser añadida en formulaciones de lociones para la piel que aprovechen la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos encontrados en la pulpa del café, para la prevención de daños en la piel por radicales libres generados principalmente por radiación ultravioleta (UV) del sol. Los investigadores obtuvieron que la loción con extracto de pulpa presenta buena estabilidad física y una alta actividad antioxidante comparado con las lociones comerciales (Widiputri et al., 2020). Es por esto que investigaciones que apoyen la utilización de estos subproductos y que generen nuevos conocimientos en sus posibles aplicaciones, son primordiales para añadir un valor agregado a la gran cantidad de productos de desecho generados por el café.

¿Qué otros enfoques se tienen para la reutilización de estos residuos?

Los polifenoles son compuestos bioactivos presentes en alimentos como frutas, verduras, té, café y cacao, que desempeñan un papel crucial en la promoción de la salud, contribuyendo a la prevención de diversas enfermedades (Fraga et al., 2019). Gracias a las propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, los polifenoles ayudan a eliminar especies reactivas de oxígeno (ROS), reduciendo el estrés oxidativo y la inflamación, beneficioso en la prevención de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas como infarto al miocardio, accidentes cerebrovasculares y diabetes (Cory et al., 2018). También se asocia con el mejoramiento del perfil lipídico, la presión arterial y la resistencia a la insulina (Iqbal et al., 2023). Así mismo, se ha descrito que los polifenoles pueden modular la composición del microbioma intestinal (González-Sarriás et al., 2017), lo que puede contribuir a mejorar la salud de este tejido.

Dentro de los polifenoles del café, el ácido clorogénico (CGA) es el más abundante, donde se estima que en 200 mL de café se encuentran entre 15 y 325 mg de CGA dependiendo del origen del grano y de la curva de tueste (Mills et al., 2013). Se han estudiado sus efectos biológicos destacando sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, que reducen los radicales libres protegiendo las células del daño oxidativo (Cui-Cui Liu et al., 2017; Yun et al., 2012). También se ha visto que puede bloquear ciertas rutas

en el cuerpo que causan inflamación, como la llamada NF-kB. Al hacerlo, ayuda a reducir la inflamación y el daño en los tejidos (Nguyen et al., 2024). Respecto al metabolismo y la protección cardiovascular, el CGA modula el metabolismo de la glucosa y los lípidos, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad (Nguyen et al., 2024). El CGA también ha demostrado tener efectos neuroprotectores, lo que podría ser beneficioso en trastornos neurodegenerativos (Nabavi et al., 2017). Así mismo, el CGA ha demostrado proteger el hígado y los riñones de daños inducidos por toxinas y estrés oxidativo, mejorando condiciones como la esteatosis y otras enfermedades hepáticas (Nguyen et al., 2024). Por otra parte, este compuesto se ha asociado con actividad antitumoral, inhibiendo la duplicación celular y promoviendo la muerte en células tumorales de diferente origen, entre ellas las de tejido colorrectal.

El cáncer colorrectal (CCR) es el segundo tipo de cáncer con mayor mortalidad y es el tercero más diagnosticado en el mundo (International Agency for Research on Cancer & Global Cancer Observatory, 2025). Su diagnóstico resulta complejo, ya que las pruebas de detección disponibles suelen ser invasivas y los síntomas iniciales pueden confundirse con afecciones intestinales menores, como hemorroides o alteraciones dietéticas que provocan diarrea y dolor abdominal. Como consecuencia, el CCR suele detectarse en etapas avanzadas, cuando la quimioterapia y la radioterapia constituyen la principal opción terapéutica, a pesar de estar asociadas a una alta toxicidad y múltiples efectos secundarios. En este contexto, la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas y la investigación de moléculas con potencial para el desarrollo de fármacos se vuelve esencial, no solo para optimizar los tratamientos actuales, sino también para mejorar la calidad de vida de los pacientes.



¿Cómo aportamos desde el ITM?

Científicos del grupo de Investigación e Innovación Biomédica -GI2B del ITM, en alianza con el Grupo de Sustancias Bioactivas -GISB de la Universidad de Antioquia, están investigando cómo algunos componentes del café podrían servir para prevenir o tratar el cáncer, especialmente el CCR. En uno de los estudios, los investigadores usaron extractos de café verde (el que no se ha tostado) y de café tostado para ver cómo afectaban a células tumorales en cultivo. Para esto usaron dos tipos de modelos: uno más simple, donde las células crecen pegadas del plato formando una monocapa y otra más compleja, donde se intenta simular un tumor en forma esférica de tamaño micrométrico. Los resultados mostraron que el café ayudaba a que las células tumorales murieran, bloqueando su multiplicación y generando un tipo de "estrés" dentro de ellas que las hace inviables. Esto sugiere que el café tiene compuestos que podrían ayudar a prevenir este tipo de cáncer (Vélez & Santa-González, 2024).

En otro estudio, estos investigadores se enfocaron en dos polifenoles presentes en el café: el ya mencionado CGA y el ácido cafeico (CA). Estos compuestos puros, así como los extractos de café verde y tostado llevaron a las células tumorales de CCR a dejar de crecer y disminuyeron además su capacidad de movimiento, lo que impacta el potencial

del cáncer para expandirse. Todo esto muestra que el café tiene un posible efecto antitumoral contra el CCR (Villota et al., 2021). Además, en otro estudio realizado por estos investigadores, se demostró que el CGA es capaz de bloquear una vía de señalización muy importante que usan las células tumorales para multiplicarse (la llamada vía Wnt/ β -catenina). Esto último también podría ayudar a detener el crecimiento del tumor (Vélez-Vargas et al., 2023).

Actualmente, los investigadores siguen estudiando estrategias que permitan que el CGA sea aún más efectivo, esto con el fin de desarrollar tratamientos más seguros y con menos efectos secundarios que los tratamientos tradicionales. Es importante mencionar que este compuesto puede ser potencialmente obtenido desde los diferentes residuos de la industria cafetera (se encuentra presente en la mayoría de ellos y en concentraciones importantes), lo que podría implicar un valor agregado al producto e impactar la economía de las familias caficultoras, eso sin contar con el impacto ambiental de este aprovechamiento. Tal como se observa en la Figura 2, los residuos del café pueden tener diversas aplicaciones, que van desde el desarrollo de productos farmacéuticos y cosméticos hasta su uso en la elaboración de bioplásticos, biocombustibles y fertilizantes, lo que refuerza su potencial como recurso sostenible en múltiples industrias.

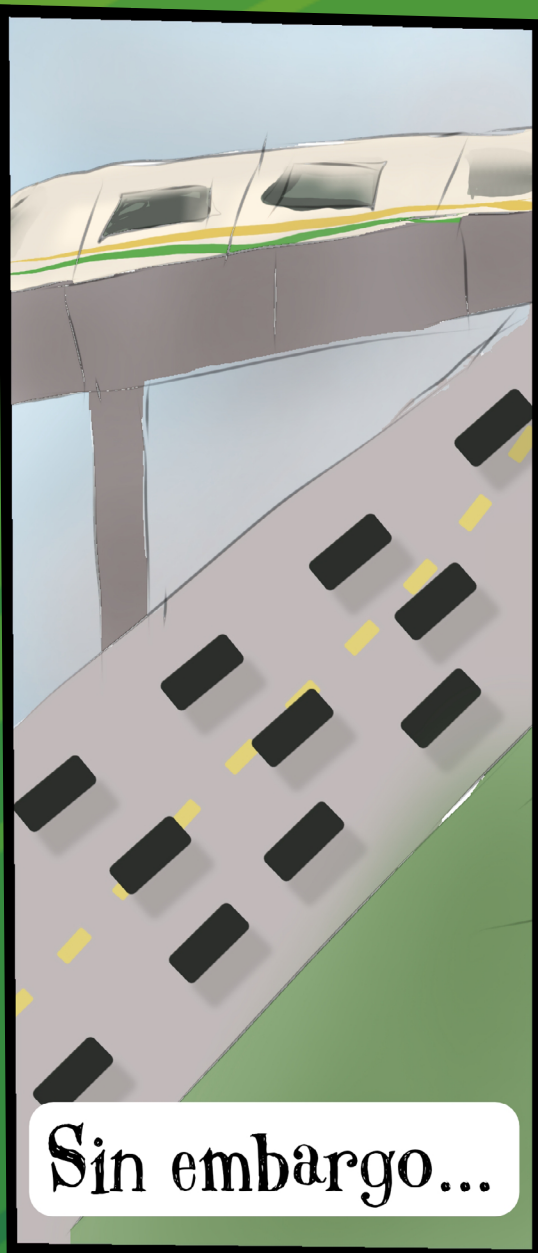
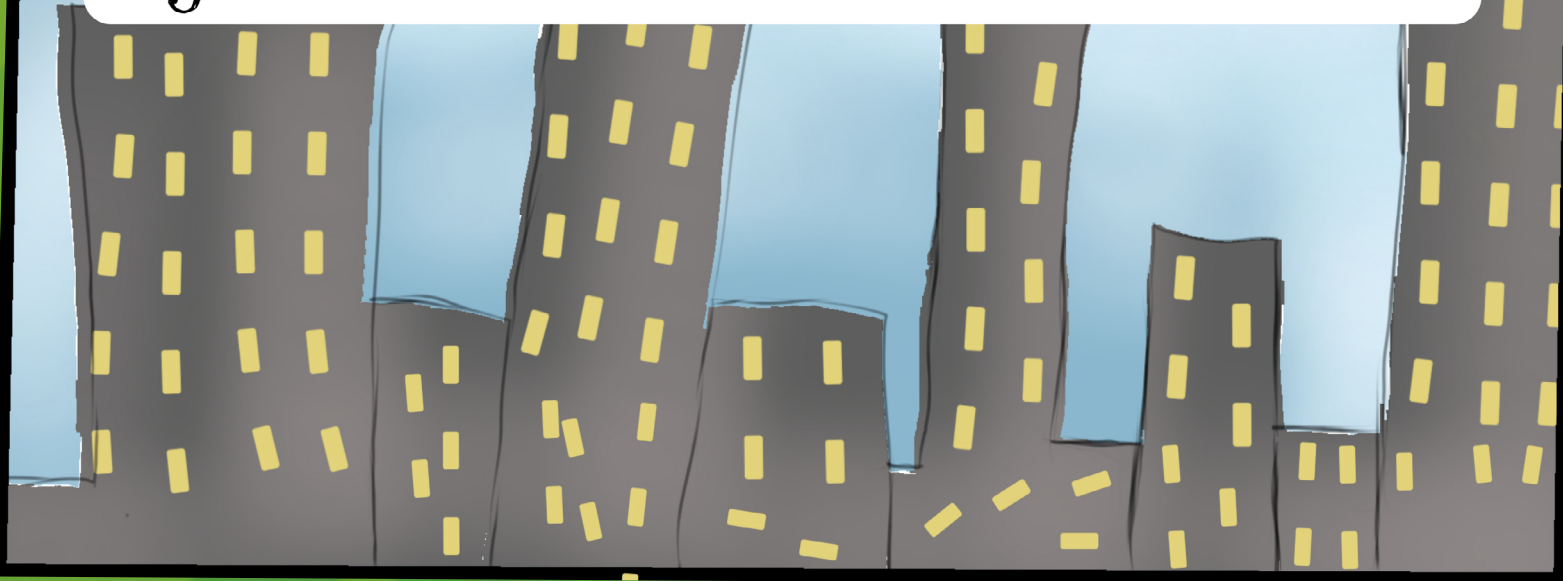


Figura 2. Aplicaciones potenciales de los residuos de café en diferentes industrias, destacando su valor como recurso sostenible y versátil. Elaboración propia de los autores.

Referencias

- Marín-Tello, C., Zelada-Castillo, L., Vásquez-Arqueros, A., Vieira, A., & Siche, R. (2020). Coffee Pulp: An Industrial By-product with Uses in Agriculture, Nutrition and Biotechnology. *Reviews in Agricultural Science*, 8, 323–342. https://doi.org/10.7831/RAS.8.0_323
- Cory, H., Passarelli, S., Szeto, J., Tamez, M., & Mattei, J. (2018). The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review. *Frontiers in Nutrition*, 5, 370438. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2018.00087/PDF>
- Cui Cui Liu, Yanmin Zhang, Bing Ling Dai, Yu Jiao Ma, Qian Zhang, Yi Wang, & Hao Yang. (2017, May 6). Chlorogenic acid prevents inflammatory responses in IL 1 β stimulated human SW 1353 chondrocytes, a model for osteoarthritis. *Molecular medicine reports*, 16(2), 1369-1375. <https://doi.org/10.3892/mmr.2017.6698>
- Arango-Agudelo, A., Rendón-Muñoz, Y., Cadena-Chamorro, E., Santa, J.F., & Buitrago-Sierra, R. (2023). Evaluation-of-Colombian-Coffee-Waste-to-Produce-Antioxidant-Extracts. *Bioresources.Com*, 18(3), 5703-5723. <https://doi.org/10.15376/biores.18.3.5703-5723>
- Federación Nacional de Cafeteros. (2024). Al finalizar el año cafetero 2023 – 2024 Colombia se consolida como el 2° productor de café arábica en el mundo. <https://caldas.federacioncafeteros.org/listado-noticias/al-finalizar-el-ano-cafetero-2023-2024-colombia-se-consolida-como-el-2-productor-de-cafe-arabica-en-el-mundo/>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2014). *Comportamiento de la Industria Cafetera Colombiana 2014*. https://federacioncafeteros.org/static/files/Informe_Industrial_2014_Web.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2021). *Ensayos sobre Economía Cafetera*. <https://federacioncafeteros.org/wp/blog/ensayos-sobre-economia-cafetera/>
- Fonseca-García, L., Calderón-Jaimes, L. S., & Rivera, M. E. (2014). Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en Norte de Santander (Colombia). *Vitae*, 21(3), 228–236.
- Fraga, C. G., Croft, K. D., Kennedy, D. O., & Tomás-Barberán, F. A. (2019). The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food & Function*, 10(2), 514–528. <https://doi.org/10.1039/c8fo01997e>
- González-Sarriás, A., Espín, J. C., & Tomás-Barberán, F. A. (2017). Non-extractable polyphenols produce gut microbiota metabolites that persist in circulation and show anti-inflammatory and free radical-scavenging effects. *Trends in Food Science & Technology*, 69, 281–288. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2017.07.010>
- Hu, S., Gil-Ramírez, A., Martín-Trueba, M., Benítez, V., Aguilera, Y., & Martín-Cabrejas, M. A. (2023). Valorization of coffee pulp as bioactive food ingredient by sustainable extraction methodologies. *Current Research in Food Science*, 6, 100475. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2023.100475>
- International Agency for Research on Cancer & Global Cancer Observatory. (2025). *Cancer Today: Pie chart visualization*. https://gco.iarc.fr/today/en/dataviz/pie?mode=cancer&group_populations=1&multiple_populations=1&types=0&populations=900
- Iqbal, I., Wilairatana, P., Saqib, F., Nasir, B., Wahid, M., Latif, M. F., Iqbal, A., Naz, R., & Mubarak, M. S. (2023). Plant Polyphenols and Their Potential Benefits on Cardiovascular Health: A Review. *Molecules*, 28(17), 6403. <https://doi.org/10.3390/molecules28176403>
- Iriondo-Dehond, A., Iriondo-Dehond, M., & Del Castillo, M. D. (2020). Applications of Compounds from Coffee Processing By-Products. *Biomolecules*, 10(9), 1219. <https://doi.org/10.3390/BIOM10091219>
- Lee, Y.G., Cho, E.-J., Maskey, S., Nguyen, D.-T., Bae, H.-J., Lee, Y.-G., Cho, E.-J., Maskey, S., Nguyen, D.-T., & Bae, H.-J. (2023). Value-Added Products from Coffee Waste: A Review. *Molecules*, 28(8), 3562. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES28083562>
- Mills, C. E., Oruna-Concha, M. J., Mottram, D. S., Gibson, G. R., & Spencer, J. P. E. (2013). The effect of processing on chlorogenic acid content of commercially available coffee. *Food Chemistry*, 141(4), 3335–3340. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2013.06.014>
- Ministerio de Agricultura. *Café: Producto Insignia de Colombia para el Mundo*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/CafeProductoInsigniaColombiaMundo.aspx>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/>
- Nabavi, S. F., Tejada, S., Setzer, W. N., Gortzi, O., Sureddi, A., Braid, N., Daglia, M., Manayi, A., & Nabavi, S. M. (2017). Chlorogenic Acid and Mental Diseases: From Chemistry to Medicine. *Current Neuropharmacology*, 15(4), 471–479. <https://doi.org/10.2174/1570159X14666160325120625>
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Narita, Y., & Inouye, K. (2014). Review on utilization and composition of coffee silverskin. *Food Research International*, 61, 16–22. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2014.01.023>
- Nguyen, V., Taine, E. G., Meng, D., Cui, T., & Tan, W. (2024). Chlorogenic Acid: A Systematic Review on the Biological Functions, Mechanistic Actions, and Therapeutic Potentials. *Nutrients*, 16, (7), 924. <https://doi.org/10.3390/nu16070924>
- Organización Internacional del trabajo. (2022). *Perfil de la mujer productora de café en Colombia. Estudio de caso de sus condiciones de seguridad y salud en el trabajo*. <https://www.ilo.org/es/publications/perfil-de-la-mujer-productora-de-cafe-en-colombia>
- Parlamento Europeo. (2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- dos Santos, É. M., de Macedo, L. M., Tundisi, L. L., Ataíde, J. A., Camargo, G. A., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., & Gava Mazzola, P. (2021). Coffee by-products in topical formulations: A review. In *Trends in Food Science and Technology*, 111, 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>
- Serna-Jiménez, J. A., Siles, J. A., de los Ángeles Martín, M., & Chica, A. F. (2022). A Review on the Applications of Coffee Waste Derived from Primary Processing: Strategies for Revalorization. *Processes*, 10(11), 2436. <https://doi.org/10.3390/PR10112436>
- Vélez, M. D., & Santa-González, G. A. (2024). Assessing the impact of green and roasted coffee extracts on colorectal cancer cells in a 3D cell culture model. *Phytomedicine Plus*, 4(3), 100599. <https://doi.org/10.1016/J.PHYPLU.2024.100599>
- Vélez-Vargas, L. C., Santa-González, G. A., Uribe, D., Henao-Castañeda, I. C., & Pedroza-Díaz, J. (2023). In Vitro and In Silico Study on the Impact of Chlorogenic Acid in Colorectal Cancer Cells: Proliferation, Apoptosis, and Interaction with β -Catenin and LRP6. *Pharmaceuticals*, 16(2), 276. <https://doi.org/10.3390/PH16020276>
- Villota, H., Moreno-Ceballos, M., Santa-González, G. A., Uribe, D., Castañeda, I. C. H., Preciado, L. M., & Pedroza-Díaz, J. (2021). Biological impact of phenolic compounds from coffee on colorectal cancer. *Pharmaceuticals*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/PH14080761>
- Widiputri, D. I., Wijaya, S., & Kusumocahyo, S. P. (2020). Development of Skin Lotion Containing Antioxidant Extract from Coffee Pulp and Study on Its Stability. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 742(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/742/1/012020>
- Yun, N., Kang, J. W., & Lee, S. M. (2012). Protective effects of chlorogenic acid against ischemia/reperfusion injury in rat liver: Molecular evidence of its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 23(10), 1249–1255. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2011.06.018>

Desde las copas de los árboles, Medellín alguna vez tuvo un concierto de trinos.



Sin embargo...



Ahora se escucha otro
tipo de música

Ivon Dayana Miranda Arango
Estudiante pregrado en Artes Visuales
Facultad de Artes y Humanidades ITM
Practicante 2025 Museo CNS



Ahora no
escucho a mis
amigos cantar





Con el ruido no
logro escuchar a
mis crías



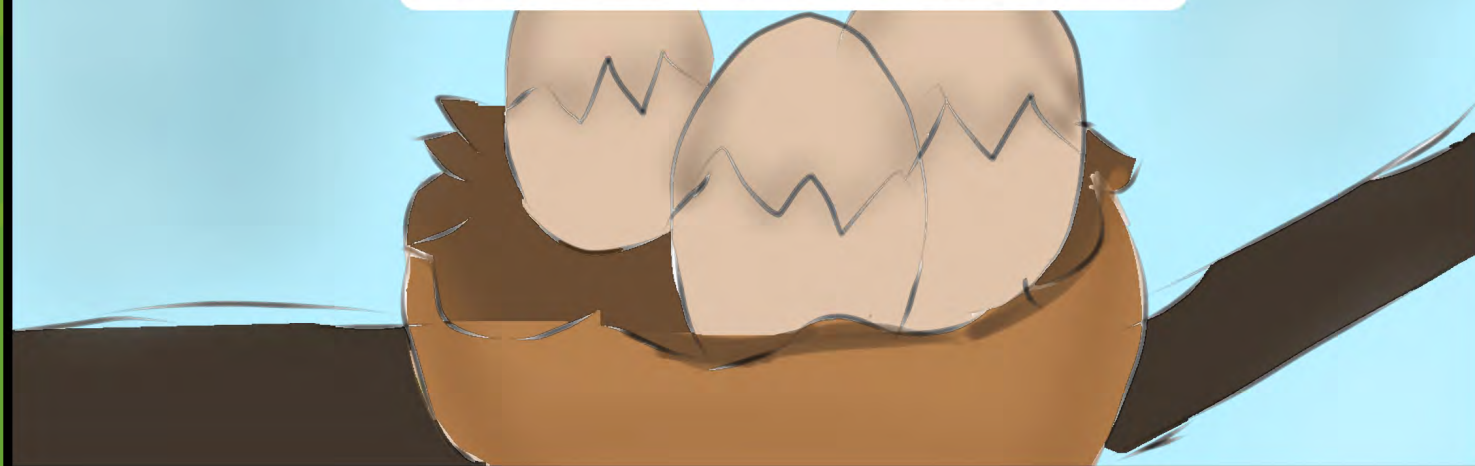
Mi canto se
pierde entre
los motores

Y con cada canto
¡me interrumpe
una sirena!

Más de 70dB afectan tanto el canto como la reproducción de
las aves en zonas urbanas

Por eso, la mayoría de especies abandonan sus nidos producto de
la contaminación acústica

¿Y si este fuera el último nido?
¿Acaso este sería el final del
canto de las aves en la ciudad?

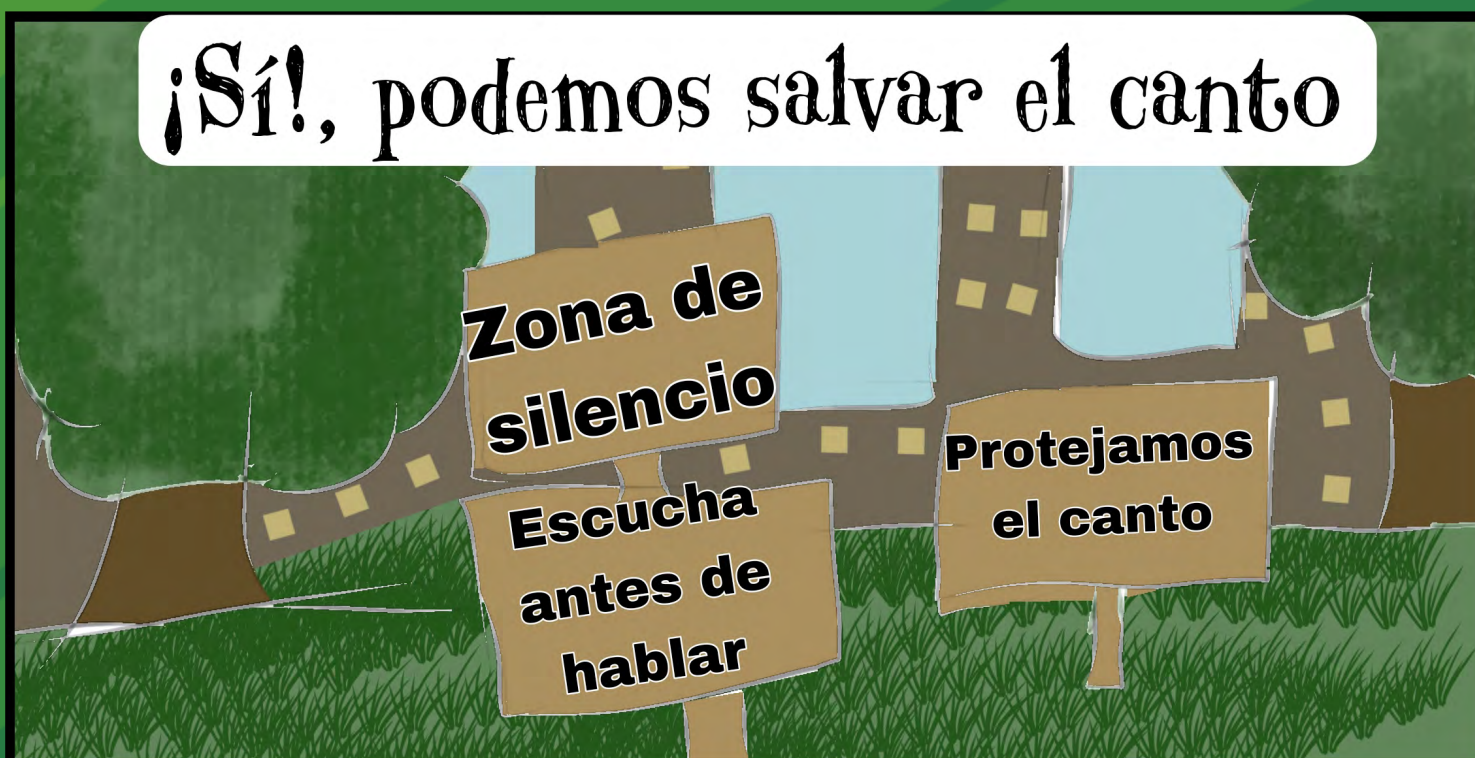


**Las aves
desaparecen
¡por el ruido!**

¿Y las aves que
escuchábamos
antes, podemos
salvarlas?



¡Sí!, podemos salvar el canto





Este trabajo corresponde al resultado de un ejercicio de práctica empresarial desarrollado por Ivon Dayana Miranda Arango, estudiante del programa de Artes Visuales de la Facultad de Artes y Humanidades del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM). La práctica se llevó a cabo en el Museo de Ciencias Naturales de La Salle durante el primer semestre de 2025. Esta experiencia formativa se enmarca en una estrategia de articulación entre el ámbito académico y los espacios de proyección museal, con el propósito de fortalecer los procesos de creación, comunicación y apropiación del conocimiento desde una perspectiva artística y crítica.

La propuesta presentada evidencia la capacidad de la estudiante para vincular saberes del campo de las artes visuales con los contenidos y dinámicas del Museo, a través de un ejercicio que conjuga la sensibilidad estética con la reflexión sobre el patrimonio natural. Así, este trabajo se convierte en una muestra del potencial de las prácticas formativas como escenarios de experimentación, colaboración y mediación entre disciplinas, públicos y territorios.

