

# EXPERIMENTA

Revista de divulgación científica de la Universidad de Antioquia

Edición

**18**



UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA



# Editorial

# Edición

# 18

Portada

Mujeres defensoras del territorio wayuu. Proyecto «Cuatro historias sobre soberanía alimentaria: crisis globales, iniciativas locales» realizado con Fuerza Mujeres Wayuu y la Universidad de Victoria (2023). Foto: María José Rubiano. Cortesía de Claudia Puerta Silva.

[www.udea.edu.co/experimenta](http://www.udea.edu.co/experimenta)

Nos interesa saber tu opinión sobre esta publicación. Escríbenos tus sugerencias y comentarios a [revistaexperimenta@udea.edu.co](mailto:revistaexperimenta@udea.edu.co)

En diciembre de 2019 el Gobierno nacional recibió el informe «Colombia hacia una sociedad del conocimiento», resultado de una nueva Misión de Sabios, 26 años después de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. Dicho informe se preparó con el fin de orientar el diseño de políticas públicas relacionadas con el desarrollo social, y a la vez como estrategia que facilita la utilización del conocimiento para la construcción de una sociedad más equitativa y sostenible. Es precisamente esta estrategia el objetivo orientador en las investigaciones que se desarrollan en nuestra universidad: utilizar el conocimiento generado para la construcción de una sociedad más equitativa y sostenible.

Teniendo en cuenta que la construcción de sociedades mejores es un propósito con abundantes variables y ópticas, en este número de *Experimenta* iniciamos con el factor salud, base del desarrollo humano, y este, de las sociedades. De la Escuela de Nutrición y Dietética nos llega el aporte de una columnista invitada, quien aborda el tema de los sellos de advertencia en alimentos, con base en la Ley de Etiquetado recientemente aprobada en Colombia. El Grupo Ingeniería de Tejidos y Terapias Celulares implementó un método para prevenir y tratar infecciones en heridas de la piel mediante el desarrollo de equivalentes cutáneos. Investigadores de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias nos comparten el proyecto realizado con caficultores del municipio de Ituango, trabajo en el que se evidenciaron los conocimientos y las prácticas tradicionales de los caficultores. En el grupo de investigación Saberes y Sabores Originarios y Políticas Alimentarias, estudiantes de la Escuela de Nutrición y Dietética desarrollaron un proyecto centrado en la reparación social desde la transformación del sistema alimentario municipal, en el marco de las acciones de recuperación emprendidas después del conflicto armado. Por otro lado, el conocimiento del entorno se convierte en pilar significativo para enriquecer las relaciones sociedad-naturaleza; con base en ello, investigadores del Instituto de Biología emprendieron el conocimiento y la comparación de una diversidad de moscas de las flores, potenciales bioindicadores de los sistemas páramo, bosque y pastizales. También del Instituto de Biología nos comparten una experiencia particular en la cual se hizo la intervención de un espacio ubicado en el municipio San Vicente Ferrer, espacio que ha sufrido una interesante transformación gracias a la intervención del Grupo de Entomología, logrando un crecimiento paulatino de la flora y el retorno de la fauna. Investigadores del Grupo de Biofísica, quienes venían trabajando en las propiedades eléctricas de las células animales, avanzaron hacia la comprensión de la respuesta electrofisiológica de las plantas. Además de lo anterior, una estudiante de la Maestría en Ingeniería de Materiales, quien hace parte del Grupo CI-DEMAT, trabajó en el estudio de diversas propiedades de recubrimientos cerámicos de amplio uso en implantes dentales y ortopédicos. Y desde el Programa de Filología, un estudiante investigador nos cuenta su peculiar visión del ejercicio de la edición crítica en las obras de El brujo de Otraparte, Fernando González.

Finalmente, en nuestras secciones habituales, el perfil está dedicado esta vez a la antropóloga Claudia Patricia Puerta Silva, una emocionante historia de vida e investigación que nos muestra que la pasión es el insumo básico para desarrollar una verdadera carrera dedicada al conocimiento. En la sección «Trayectorias», el grupo Didáctica y Nuevas Tecnologías nos comparte una larga historia de hallazgos, logros y experiencias en lo relacionado con la aplicación de tecnologías de la comunicación a la educación. En la reseña encontramos el libro *Orígenes* de Lewis Dartnell, un relato cautivador que nos sumerge en la vastedad de la historia humana y nos ayuda a comprender nuestro lugar en el mundo, en una interesante combinación de ciencia, historia y filosofía. Y como siempre, el cuento nos narra una simpática situación en la que los personajes se sumergen es una de sus acostumbradas conversaciones llenas de conocimiento y buen humor.



Revista Experimenta

Publicación de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Antioquia  
ISSN 2357-3503

John Jairo Arboleda Céspedes  
Rector

Luz Fernanda Jiménez Segura  
Vicerrectora de Investigación

Carmenza Uribe Bedoya  
Directora

Lina Alexandra Gómez Henao  
Laura Ospina Montoya  
Editoras

Comité editorial

Carmenza Uribe Bedoya  
Bernardo Bustamante Cardona  
Luz Marina Restrepo Múnera  
Sara Cristina Vieira Agudelo  
Mario Víctor Vázquez Ceballos  
Gloria Valencia Bustamante  
Luz Adriana Ruiz Marín

Producción y diseño

Dirección de Comunicaciones  
Vicerrectoría de Investigación  
Universidad de Antioquia

Corrección de texto

Silvia Vallejo Garzón

Ilustraciones

Christian Benavidez - Voyager Illustration

Infografías

Felipe Uribe Morales

Fotografía

Cortesía de los grupos de investigación y autores  
Alejandra Uribe Fernández  
Jose Luis Londoño

La revista Experimenta es una publicación de la Universidad de Antioquia que tiene como objetivo la divulgación de la actividad científica desarrollada en la Institución. Los artículos aquí publicados tienen fines educativos y divulgativos; por tanto, el contenido de esta publicación podrá ser utilizado únicamente con fines académicos y educativos, no comerciales, de acuerdo con la norma de propiedad intelectual.

Universidad de Antioquia

Vicerrectoría de Investigación  
Recepción de correspondencia: Calle 70 N.º 52-51  
Teléfono (604) 2195190  
revistaexperimenta@udea.edu.co  
www.udea.edu.co/experimenta  
Apartado Aéreo 1226  
Medellín, Colombia

2024

# Contenido

Edición 18

- 7 ¿Me lo como o no me lo como?
- 12 Equivalentes cutáneos para prevenir infecciones en heridas en la piel
- 18 Caficultores de Ituango: fisicoquímicos empíricos expertos en café
- 26 La UdeA midió el impacto de los Laboratorios Territoriales en las familias productoras de cacao
- 32 Claudia Patricia Puerta Silva  
Sensibilidad, humanismo y conocimiento
- 42 Transformación y consumo de alimentos en Granada, Antioquia
- 48 Polinización en las alturas. Las moscas de las flores, guardianas de la biodiversidad paramuna
- 56 «La Mosca», un impulso a la conservación de la biodiversidad en el Oriente antioqueño
- 62 Electricidad: el lenguaje secreto de las plantas
- 68 Escudo de plata: análisis de propiedades mecánicas y bactericidas de un recubrimiento cerámico
- 75 La magia de la edición crítica en la restitución de las obras de El brujo de Otraparte: Fernando González Ochoa
- 83 Grupo Didáctica y Nuevas Tecnologías, treinta años de un viaje por la educación mediada por las TIC
- 93 Orígenes
- 95 Un asunto caliente en la vida de Juan
- 100 El alkimista



32

Claudia Patricia Puerta Silva



48

Polinización en las alturas. Las moscas de las flores, guardianas de la biodiversidad paramuna



75

La magia de la edición crítica en la restitución de las obras de El brujo de Otraparte: Fernando González Ochoa



# ¿ME LO COMO O NO ME LO COMO?

El etiquetado nutricional de advertencia da información a los consumidores para que puedan tomar mejores decisiones alimentarias a favor de su salud.

Isabel Cristina Carmona Garcés

Nutricionista Dietista, M. Sc. en Educación, Ph. D (c) en Administración.  
Docente de la Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia.  
Grupo de Investigación Interdisciplinaria en Educación para la Salud y Educación Nutricional  
—GIISEN—  
[isabel.carmona@udea.edu.co](mailto:isabel.carmona@udea.edu.co)

«Todo lo escrito merece ser leído», dice Alan Pauls.  
Pero ¿todo lo escrito se lee y comprende?



«¡Mija!, usted que es nutricionista me explica qué son estas cosas negras que aparecen en casi toda la comida que compro, ¿para qué sirven y qué quieren decir?». Como nutricionista dietista e investigadora, la pregunta de mi abuela me llevó a otra: ¿los nuevos sellos nutricionales serán leídos y comprendidos por los consumidores de alimentos empacados?»

En Colombia, el sobrepeso y la obesidad aquejan a más de la mitad de la población adulta y a un cuarto de la población infantil y adolescente. Así mismo, las principales causas de enfermedad y muerte son las enfermedades crónicas no transmisibles como las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, la diabetes y el cáncer; todas ellas relacionadas con el sobrepeso, la obesidad y una alimentación poco saludable.

Esto ha dado paso a innumerables estrategias, que están siendo implementadas por diversos actores como las organizaciones supranacionales, el gobierno, el sector salud, el educativo, el sector productor de alimentos y bebidas, las organizaciones civiles, las asociaciones de consumidores, entre otros, para contribuir a una alimentación adecuada, a un peso saludable y a la reducción y control de las ya mencionadas enfermedades crónicas no transmisibles.

Entre las estrategias planteadas se encuentra la de mejorar la información nutricional que los productores de alimentos dan a través de los empaques y etiquetas, para que los consumidores puedan conocer el contenido nutricional de los alimentos que compran y que posteriormente van a consumir, de manera que puedan tomar decisiones informadas.

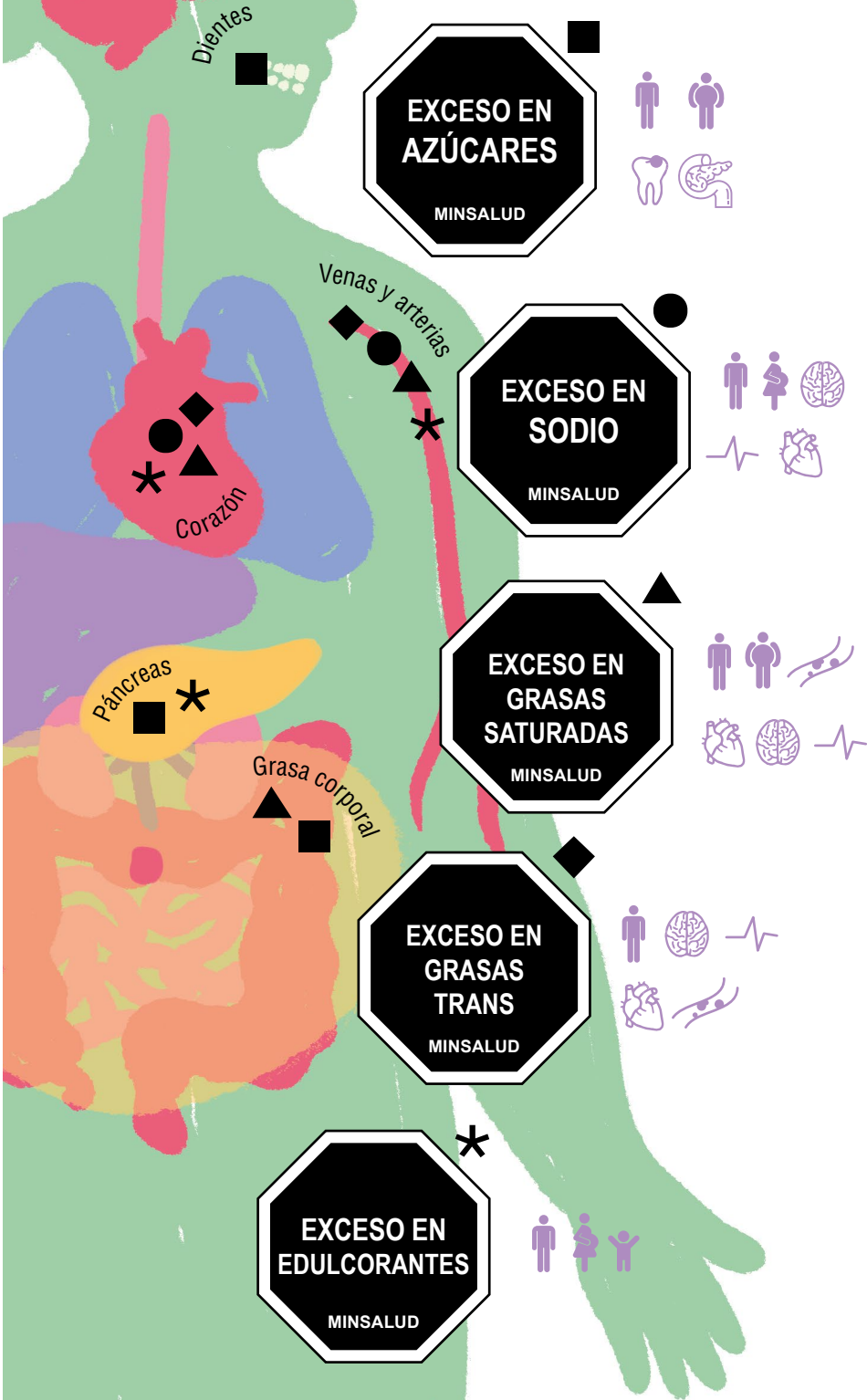
Es así como en diferentes países latinoamericanos —Chile, Perú, Ecuador, México, Honduras, entre otros— ya se ha adoptado el etiquetado nutricional como obligatorio y se han incluido los sellos frontales de advertencia con el fin de visibilizar aquellos nutrientes e ingredientes alimentarios que pueden significar un riesgo para la salud al consumirlos en exceso.

En Colombia, el Ministerio de Salud aprobó la Resolución 810 de 2021, y luego la Resolución 2492 de 2022 que la modifica. En ellas se estableció la nueva reglamentación para el etiquetado nutricional de los alimentos envasados o empacados para consumo humano, que contempla la obligatoriedad de la tabla nutricional, la cual, por su tamaño y contenido a veces no puede ser leída o comprendida fácilmente por los consumidores. También incluye la manera en la que los fabricantes pueden declarar las propiedades nutricionales o de salud de los alimentos o bebidas que fabrican y, además, define los sellos de advertencia frontales, octogonales y de color negro que deben ir en la cara principal de todos los alimentos y en los cuales mi abuela está interesada.

Retomo aquí la pregunta de mi abuela, «¿para qué sirven y qué quieren decir?». Yo le respondí que los sellos frontales de advertencia pretenden informar de manera más clara, inmediata y visible sobre el «exceso» en algunos nutrientes o ingredientes

# SELLOS NUTRICIONALES PARA LA VIDA

El objetivo de los sellos nutricionales es alertar a los consumidores sobre la presencia de nutrientes o ingredientes de los alimentos que, consumidos en exceso, pueden afectar la salud, pues están relacionados con el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles.



Población objetivo	
	Población general
	Personas con sobrepeso u obesidad
	Gestantes
	Niños y niñas
	Personas con predisposición a la caries dental
	Personas con historia familiar o diagnóstico de intolerancia a la glucosa o diabetes
	Personas con historia familiar o diagnóstico de perfil lipídico alterado (colesterol o triglicéridos altos)
	Personas con historia familiar o diagnóstico de enfermedades cardiocerebrovasculares
	Personas con historia familiar o diagnóstico de hipertensión arterial



de los alimentos procesados que, consumidos sin control, pueden ser perjudiciales para la salud por promover las enfermedades crónicas no transmisibles y sus factores de riesgo como el sobrepeso y la obesidad.

La siguiente pregunta de mi abuela fue: «Entonces, ¿si un producto contiene uno o varios sellos quiere decir que mejor no lo compro y no me conviene comérmelo?». Para dar mi respuesta recurrí a la leyenda que los productos alimentarios en Chile deben poner en sus comerciales: «Prefiere alimentos con menos sellos de advertencia», por lo tanto, mi consejo para la abuela fue el mismo, añadiendo que si no tiene sellos es aún mejor.

Sin embargo, le recomendé complementar la lectura de los sellos frontales de advertencia con la tabla nutricional, con el fin de que se informe sobre el contenido de nutrientes positivos que contribuyen a la salud, como las proteínas, la fibra, las vitaminas y los minerales, que también deben orientar la decisión de compra. Mi abuela, por supuesto, inmediatamente replicó: «Entonces, ¿tengo que seguir llevando las gafas?». Le dije que así era, pues para tomar decisiones informadas se necesita de los datos que proporcionan los sellos frontales y la tabla nutricional, pero también de la lista de ingredientes, que muchas

## En Colombia, el sobrepeso y la obesidad aquejan a más de la mitad de la población adulta y a un cuarto de la población infantil y adolescente

veces tiene un tamaño de letra aún más pequeño y que da cuenta de estos y de los aditivos alimentarios que contiene el producto, permitiéndole evaluar si lo que ella está comprando es lo que realmente espera.

En esta parte de la conversación reflexioné sobre la necesidad de educar en la lectura y comprensión de la información que brindan los alimentos y productos alimentarios en sus materiales de empaque; algunas investigaciones han mostrado que definitivamente no leemos ni comprendemos esta información, y que el principal motivador de la compra sigue siendo el precio, no la calidad nutricional. Mientras esto siga siendo así, continuaremos privilegiando la compra de alimentos baratos y nutricionalmente pobres, cargando con el impacto negativo de esta manera de decidir sobre nuestro peso y salud.

Los profesionales de la salud, especialmente los nutricionistas dietistas, tenemos como reto que las personas de todas las edades reconozcan, lean y comprendan los sellos frontales, la tabla nutricional y en general toda la información proporcionada por la etiqueta; esta labor debe emprenderse en la familia, en los sitios de atención a la primera infancia, la escuela, el colegio, las universidades, los ambientes laborales, las instituciones prestadoras de servicios de salud, entre muchos otros espacios que habitamos a lo largo de la vida.

Se requiere, además, de un despliegue inmediato no solo de estrategias educativas, sino comunicativas, como lo han hecho en Chile, ligando la estrategia de etiquetado y sellos frontales de advertencia a la regulación de la publicidad de alimentos y bebidas, donde se le informa a la población sobre la importancia de elegir alimentos con menos sellos, lo cual aún no se logra en Colombia.

Mi abuela no paró de preguntar y siguió: «Mija, entonces explíqueme bien, ¿qué quiere decir cada sello?». Los sellos quieren decir que el producto que se encuentra empacado tiene «exceso» o «contiene» el nutriente o ingrediente mencionado. Por salud

## Los sellos frontales de advertencia pretenden informar de manera más clara, inmediata y visible sobre el «exceso» en algunos nutrientes o ingredientes de los alimentos procesados que, consumidos sin control, pueden ser perjudiciales para la salud

deberíamos cuidar que nuestra dieta total no exceda el consumo de esos nutrientes o ingredientes: sodio, azúcares, grasa saturada. Y deberíamos, a toda costa, evitar el consumo de grasas trans; así mismo, los productos alimentarios deberían advertirnos cuando contienen sustancias edulcorantes.

Todos los sellos son importantes y deben ser objeto de nuestra atención, lectura y comprensión, para hacer elecciones informadas que contribuyan a mantener nuestra salud, a tener un peso adecuado y a prevenir enfermedades. Sin embargo, cada sello puede interesar más a determinado tipo de personas y con determinado tipo de riesgos o enfermedades. Por ejemplo, existe evidencia suficiente para relacionar el consumo en exceso de sodio con enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares, especialmente con la hipertensión arterial, por lo tanto, los alimentos con este sello deberían ser evitados por las personas con riesgo o presencia de esta condición.

Después de explicarle a mi abuela qué significaba cada sello me contestó: «Me la pusieron muy difícil, entonces ahora ¿qué voy a comer si en el mercado todo tiene esos sellos?». Sin duda, abuela, el principal mensaje es el de elegir alimentos frescos como las verduras, las frutas, las leguminosas, las carnes frescas y preparar los alimentos en casa, como siempre lo haces, poniendo atención y controlando el uso y la adición de ingredientes como la sal, el azúcar y las grasas. El segundo mensaje es el de elegir alimentos con menos sellos y ojalá sin ellos.

Mi abuela manifestó su intención de evitar alimentos con sellos frontales de advertencia, pero también la dificultad de qué elegir en medio de un paisaje lleno de sellos. Mi esperanza es que ella haya comprendido la importancia de esta herramienta, aunque sé que los sellos por sí solos no son suficientes.

Como nutricionista dietista espero que en Colombia este etiquetado sea efectivo y que pase lo que han mostrado los resultados de los sellos frontales en otros países como Chile, Perú y México, en los cuales se ha impactado a la industria alimentaria al promover la producción de mejores alimentos y con menores contenidos de los nutrientes de riesgo. Que los consumidores los lean, comprendan y tomen mejores decisiones a la hora de comprar y consumir alimentos y productos alimentarios.

Para finalizar, regresé a mi pregunta inicial, ¿los nuevos sellos nutricionales serán leídos y comprendidos por los consumidores de alimentos empacados? Y la respuesta es que los mismos actores que hemos promovido esta estrategia ahora tenemos muchos retos más. Solo por mencionar algunos: educar en la lectura y comprensión de los sellos y en general del etiquetado nutricional de los alimentos, promover las dietas basadas en preparaciones tradicionales que cuiden la adición de nutrientes e ingredientes de riesgo, aportar al mejoramiento de los productos alimentarios producidos por la industria y aportar evidencia sobre los impactos de esta medida en nuestra población. Como cualquier estrategia, esta merece ser evaluada y rediseñada para adaptarse a las necesidades de la población, y en ello la academia debe ser protagonista. **X**



# Equivalentes cutáneos para prevenir infecciones en heridas en la piel

La piel es uno de los órganos más grandes de nuestro cuerpo. Si no lo sabías, es porque a pesar de ser tan visible esta capa que nos cubre casi por completo continúa siendo una gran desconocida.

## María Isabel Patiño Vargas

Microbióloga y bioanalista, doctora en Ciencias Básicas Biomédicas. Integrante del Grupo Ingeniería de Tejidos y Terapias Celulares —GITTC— de la Universidad de Antioquia y del grupo Biomedical Engineering —BME— de la Universidad de Groningen [misabel.patino@udea.edu.co](mailto:misabel.patino@udea.edu.co).

## Luz Marina Restrepo Múnera

Bióloga, doctora en Ciencias. Profesora jubilada de la Facultad de Medicina, investigadora del Grupo Ingeniería de Tejidos y Terapias Celulares —GITTC— de la Universidad de Antioquia.

Geles de fibrina con fibroblastos en su interior visualizados por microscopía electrónica de barrido. Foto: cortesía del proyecto.

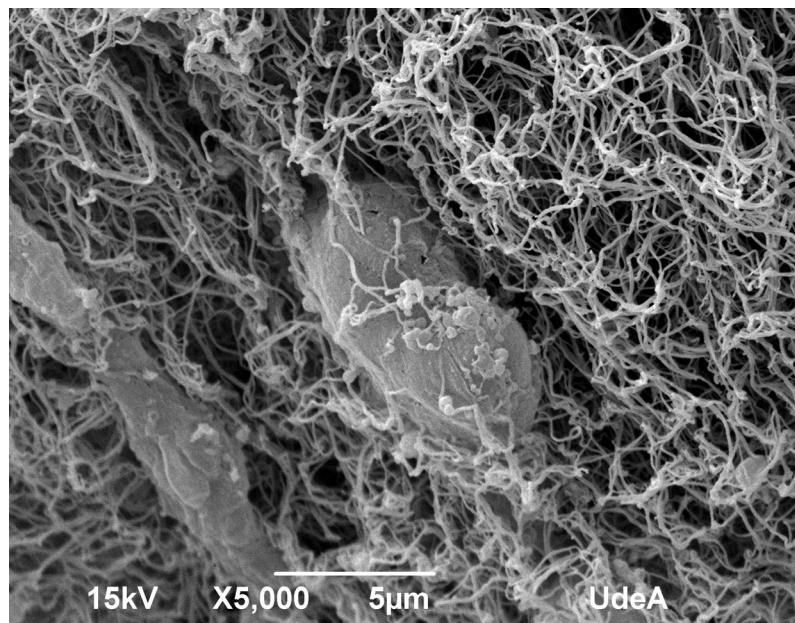


**A**demás de protegernos del ambiente, la piel es una barrera de defensa frente a los agentes infecciosos o patógenos que pueden poner en peligro nuestra salud. Es la encargada de mantener el equilibrio de fluidos en el cuerpo, previene la pérdida de agua y electrolitos cuando es necesario, regula nuestra temperatura corporal y nos alerta del peligro al percibir la presión y el dolor.

Estructuralmente, la piel se compone de tres capas principales: la más externa, llamada epidermis, tiene varias capas de células denominadas queratinocitos, que están unidas entre sí como ladrillos conformando un muro. Bajo la epidermis está la dermis, compuesta principalmente de matriz extracelular, la cual comprende un conjunto de proteínas como el colágeno y la elastina, que protegen el cuerpo contra lesiones mecánicas al darle resistencia y elasticidad a la piel; los fibroblastos son el principal tipo de células que alberga la dermis, y su tarea es elaborar y segregar los componentes de la matriz extracelular para mantener la integridad estructural de los tejidos. Finalmente, la capa más interna, llamada hipodermis o capa subcutánea, se compone principalmente de adipocitos, que son células especializadas en el almacenamiento de grasa como reserva de energía.

La mayoría de nosotros alguna vez ha sufrido rozaduras, raspaduras o se ha arrancado una partecita de la piel; estas lesiones, por lo general, son superficiales y se curan espontáneamente. Sin embargo, algunas heridas, como las causadas por traumatismos mecánicos, accidentes con objetos afilados, intervenciones quirúrgicas o quemaduras, comprometen su integridad estructural y son más difíciles de sanar. Colombia es uno de los países con el mayor número de pacientes con lesiones por quemaduras en Latinoamérica. Hasta hace poco se desconocía la prevalencia de las heridas en la piel en nuestro país, pero un estudio del año 2017, que se llevó a cabo en once departamentos, reportó una prevalencia total de heridas en la piel del 5,2 %, siendo las más comunes las lesiones por presión, las lesiones relacionadas con adhesivos médicos y las heridas que se presentan en el pie de los pacientes diabéticos (herida por pie diabético).

Como se mencionó, una de las funciones principales de la piel intacta es evitar que las bacterias que se encuentran normalmente en su superficie lleguen a la parte interna. En las heridas, una vez que los microorganismos acceden y crecen dentro de la piel dañada, estos pueden multiplicarse en la capa más interna (subcutánea), aumentando el daño del tejido y retrasando la recuperación. En los pacientes con quemaduras mayores del 50 % de la superficie corporal total, las infecciones son muy frecuentes debido a que no cuentan con tejido sano suficiente para cubrir los daños. La principal complicación de estas in-

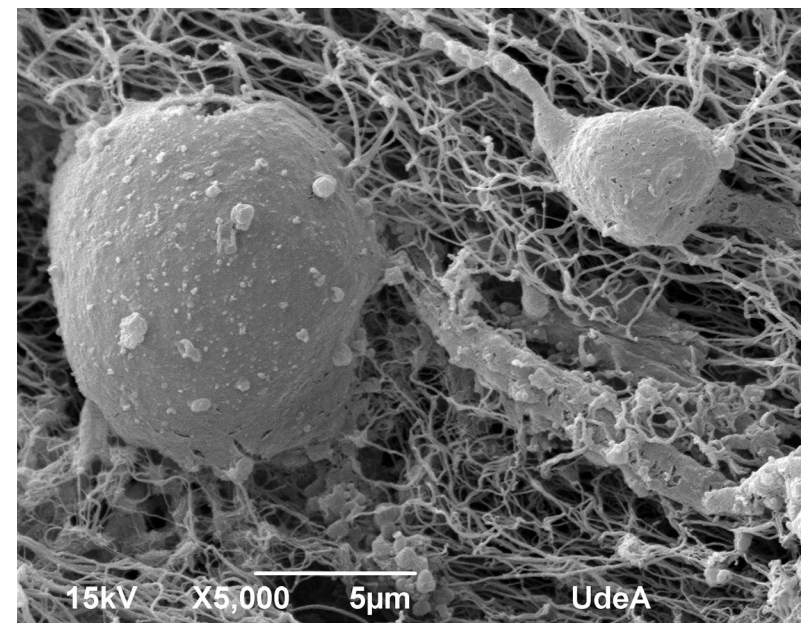


Geles de fibrina con fibroblastos en su interior visualizados por microscopía electrónica de barrido. Foto: cortesía del proyecto.

fecciones ocurre cuando se originan por bacterias resistentes a los antibióticos. En estos casos, las bacterias tienen la capacidad de evadir el tratamiento y propagarse con mayor rapidez, lo que podría evolucionar a un estado séptico (infección en todo el cuerpo) con un alto riesgo de mortalidad.

Por lo anterior, las infecciones en las heridas en la piel se consideran un problema de salud pública latente, y se hace necesario el desarrollo de estrategias novedosas que no se basen en los antibióticos utilizados tradicionalmente, que permitan prevenir las infecciones y combatir la resistencia bacteriana.

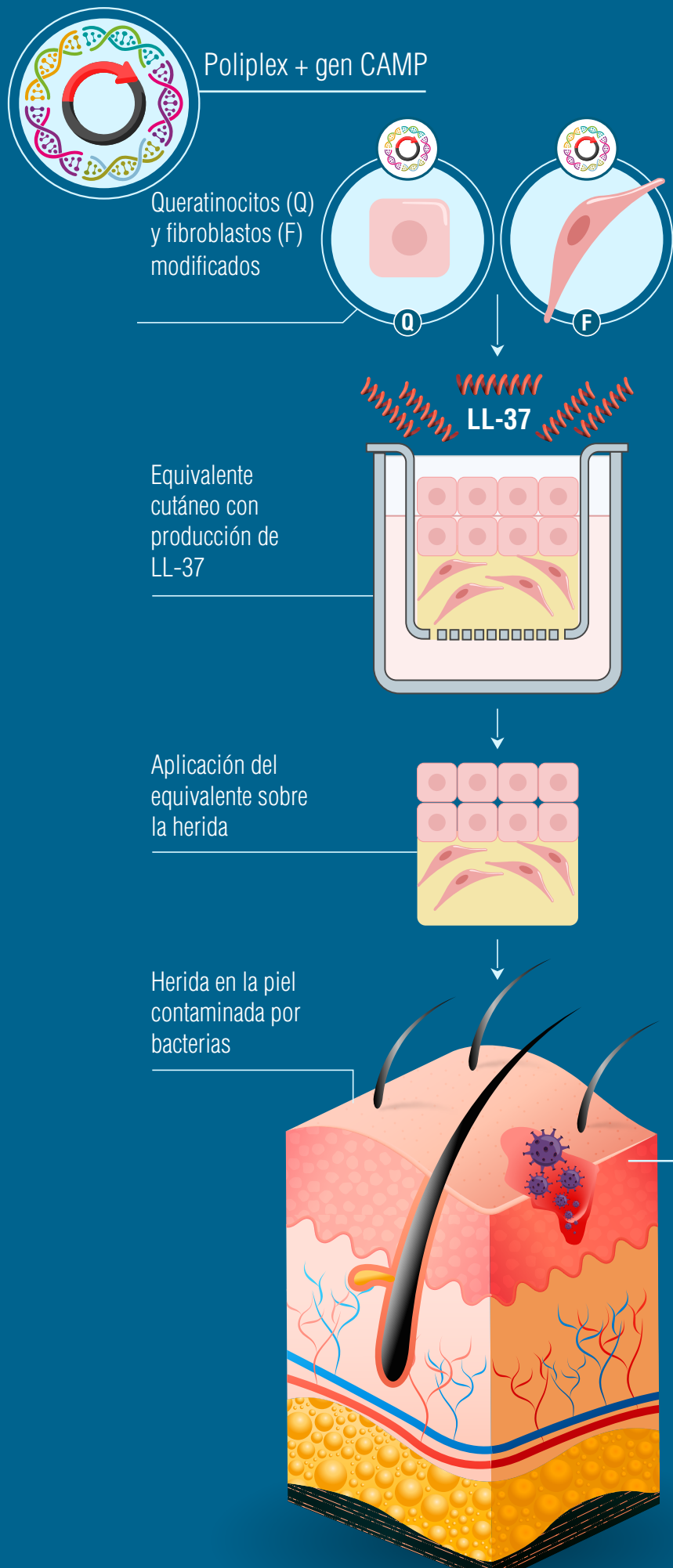
Uno de los enfoques para tratar y prevenir las infecciones en las heridas en la piel está representado por los modelos conocidos como equivalentes cutáneos o modelos tridimensionales de piel. Se trata de tejidos construidos en laboratorio, en este caso con células y fibrina, los cuales pueden ser modificados por ingeniería genética para que adquieran la capacidad de producir en grandes cantidades unas pequeñas proteínas conocidas como péptidos antimicrobianos, que contribuyen a la defensa natural de la piel. El Grupo Ingeniería de Tejidos y Terapias Celulares de la Universidad de Antioquia, en un esfuerzo colaborativo con el Departamento de Ingeniería Biomédica de la Universidad de Groningen, desarrolló un equivalente de piel que produce uno de estos péptidos conocido como péptido antimicrobiano LL-37, compuesto por 37 aminoácidos



dos (unidades estructurales de las proteínas). Este pequeño péptido ha demostrado ser capaz de destruir diferentes tipos de bacterias y de interactuar y perforar las membranas bacterianas, lo que lo hace diferente de los antibióticos tradicionales, ya que estos últimos matan a las bacterias al inhibir procesos celulares específicos como la síntesis de proteínas bacterianas y la replicación del material genético. Por lo tanto, la inducción de resistencia bacteriana a los antibióticos a través del LL-37 es poco probable, pues los cambios en la estructura de la membrana celular de las bacterias ocurren raramente. La síntesis y secreción de LL-37 se observa principalmente en las células epiteliales, como los queratinocitos que se mencionaron antes, pero la producción de este péptido no se ha identificado en los fibroblastos. Por lo tanto, estimular la producción del LL-37 en las células que son utilizadas en la construcción de los equivalentes cutáneos hace que estos equivalentes puedan usarse, a su vez, para prevenir infecciones en heridas cutáneas.

Para fabricar estos equivalentes capaces de combatir las heridas en la piel, tomamos queratinocitos y fibroblastos de piel humana, y por ingeniería genética los modificamos en el laboratorio; para ello, se introdujo dentro de estas células la información genética del péptido LL-37, la cual está contenida en el gen de la ca-





## EQUIVALENTES CUTÁNEOS

Los equivalentes cutáneos, elaborados con fibroblastos y queratinocitos modificados por poliplexes, podrían ser aplicados sobre las heridas en la piel para prevenir la contaminación por bacterias al disminuir su proliferación

**Poliplexes:** complejos formados por la interacción entre ácidos nucleicos con carga negativa y polímeros catiónicos (con carga positiva) basados en polietilenimina

telicidina humana (CAMP). Para transportar este gen al interior de las células tuvimos que utilizar un vector químico (poliplexes en este caso) cuya estructura ayuda a encapsular y proteger la información del gen CAMP a través de interacciones entre las cargas negativas del gen y las cargas positivas del químico empleado. El resultado es la formación de unas partículas pequeñas que son capaces de penetrar las células (queratinocitos y fibroblastos) y llegar hasta el núcleo, que es el sitio donde las células guardan la información genética.

Luego de confirmar que las células tenían en su interior la información genética que les adicionamos y verificar si eran capaces de producir el péptido LL-37, estas se utilizaron para la construcción de los equivalentes cutáneos modificados. Primero, se elaboró una especie de gelatina (gel de fibrina) con fibroblastos dentro de ella, y posteriormente se depositaron los queratinocitos sobre el gel. Después de 21 días en cultivo en el laboratorio observamos que las capas superficiales correspondientes a lo que podría ser la epidermis se habían desarrollado, por lo que evaluamos cómo era su forma y si producían el péptido LL-37. Encontramos que los equivalentes modificados tenían características del tejido muy similares a las de la piel normal. Además, localizamos la presencia del LL-37 tanto en las capas dérmicas como epidérmicas, lo que se evidencia con una coloración especial y particular en las células que lo producen. Este hallazgo demostró que los fibroblastos también estaban produciendo nuestro péptido de interés, es decir, el LL-37.

Para responder el interrogante de si estos equivalentes cutáneos tendrían actividad antimicrobiana, pusimos a prueba equivalentes cutáneos tanto modificados con el gen de interés como no modificados, a través de la exposición a cepas de bacterias (*Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*), que son reconocidas como los principales agentes causantes de infección y retraso en la cicatrización de heridas.

Observamos que los equivalentes modificados afectaron el crecimiento bacteriano después de 24 horas de exposición, lo cual se evidenció por la disminución en el número de bacterias que eran capaces de crecer después de estar en contacto con los equivalentes cutáneos modificados y que producían el péptido LL-37. Este crecimiento se mide en «unidades formadoras de colonia».

Con esta investigación aprovechamos la ingeniería genética para mejorar las actividades celulares existentes en los equivalentes cutáneos, desarrollando por primera vez equivalentes tridimensionales de piel humana que pueden actuar como «biorreactores» o fábricas para producir y secretar péptidos antimicrobianos, en este caso en particular el péptido LL-37. Esta plataforma permitirá disponer de sistemas de control *in situ* de las infecciones en las heridas en la piel, además de favorecer su cubrimiento y posterior cicatrización. ✕

### Glosario

**Modificación genética-ingegneria genética:** proceso que emplea tecnologías de laboratorio para alterar la composición del ADN de un organismo. Eso puede incluir la eliminación o la adición de un nuevo segmento de ADN.

**Plásmido:** molécula de ADN circular que está separada físicamente del ADN cromosómico y se replica de manera independiente. Se encuentra comúnmente en las bacterias y es utilizada para insertar nuevas secuencias genéticas a las células.

**Vector no viral:** son todos aquellos métodos utilizados para introducir material genético en las células, que suponen la síntesis de una molécula determinada y no están basados en virus. Se consideran más seguros que los métodos virales, ya que presentan menor potencial inmunogénico.



# Caficultores de Ituango:

fisicoquímicos empíricos  
expertos en café

## Cecilia Gallardo-Cabrera

Química Farmacéutica, doctora en Ciencias Químicas, coordinadora del Grupo de Estabilidad de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos

—GEMCA—

[cecilia.gallardo@udea.edu.co](mailto:cecilia.gallardo@udea.edu.co)

## Marcela Martínez-Castaño

Ingeniera de Alimentos, candidata a magíster en Gestión de Ciencia y Tecnología, investigadora Grupo de Estabilidad de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos —GEMCA—

La reputación mundial del café colombiano no solo se debe a las cualidades especiales de sus tierras de cultivo, sino también a la experticia de sus caficultores. Durante décadas han desarrollado conocimientos sobre técnicas, procesamiento, cosecha y transformación del café que, sumados a su vocación y amor por los cafetales, han sido claves para desarrollar un producto de excelencia.



Café seco. Foto: cortesía del proyecto.



**E**l campesino colombiano ha mantenido una estrecha relación con la planta del café desde que la acogió en sus prácticas productivas en el siglo XVIII. Colombia, con una latitud similar a Etiopía, tierra originaria del café, se destaca por ser uno de los pocos países con dos temporadas de cosecha al año. En Ituango, que queda al norte de Antioquia, el segundo departamento productor de café en el país, este producto es uno de los principales renglones económicos. La primera variedad de café que llegó allí fue típica o pajarito. «Para coger ese café se tenían que encaramar al árbol o recogerlo en una escale-rita, se podían recoger tres, hasta cuatro tarrados de café. Se sembraba a la orilla de las quebradas, el árbol era fuerte para los terrenos y no necesitaba abono», recuerda uno de los caficultores participantes del proyecto «Incremento de la competitividad de los caficultores mediante el fortalecimiento de capacidades en CTeI del municipio de Ituango», desarrollado por el Grupo de Estabilidad de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos —GEMCA—.

En doce veredas de Ituango nos trazamos el objetivo de aumentar las capacidades de los caficultores para capturar y condensar la calidad técnica y simbólica del café, promoviendo una alta competitividad de su actividad productiva. Abrimos nuestro trabajo de campo preguntando a los caficultores: ¿cómo reconocen el punto de madurez?, ¿cuánto tiempo fermentan el café?, ¿cómo determinan que el café está seco?, ¿cómo almacenan el café?, ¿toman su propio café?, ¿qué hacen las mujeres con el café que cultivan?

En la finca de doña Margarita, en la vereda Guacharaquero, encontramos un frasco de café tostado y molido de una marca ampliamente comercializada en nuestro país y preguntamos por qué compraban el café y no consumían el propio; después de un cruce largo de palabras, en el que doña Margarita nos ayudó a desestructurar nuestras preconcepciones, logramos entender que ella reutilizaba el frasco, llenándolo con el café que ella produce, tuesta y muele.

Como país productor de café pensamos que los caficultores solo estaban dedicados a la producción del

café verde, pero pudimos constatar que algunos integraban en sus haceres el proceso completo hasta conseguir una taza lista para beber. En cuanto a su identidad como caficultores, se encontró que ven la cadena del café de forma integral: «La calidad de la bebida no solo parte del grano de café que se exporta, sino desde una planta a la cual se debe cuidar todo el año», con lo que entienden que cada etapa incide en la bebida final.

## Laboratorios rurales del café

Ante las evidencias de una cultura que produce, transforma y consume su propio café, se diseñó la estrategia pedagógica Laboratorio Rural para acercar al caficultor a sus propias memorias y saberes tradicionales sobre el tueste.

En los Laboratorios Rurales combinamos fogón, paila y mecedor, con la metodología usada por el Maestro Tostador (*Roaster Master*), una experticia de la industria del café que comprende arte y ciencia.

Se entregó un formato de papel con una línea de tiempo con las fases generales del tueste: precalentamiento, tueste y enfriamiento. En este tueste artesanal también se moduló la intensidad de la fuente de calor (estufa eléctrica) según la línea de tiempo y el desarrollo del grano (en estos laboratorios no fue posible medir la temperatura).

# EL PRECISO ARTE DEL SECADO

¿Cómo los caficultores monitorean el proceso de secado del café?

Los caficultores observan que la almendra, al secarse, experimenta cambios en el color, la dureza y el sonido.



## SONIDO

Dan la vuelta al café en el patio de secado con el rastrillo o con la mano. Explican que el café está húmedo cuando no suena, y cuando está seco produce sonido crujiente.



## COLOR

Observan que la almendra húmeda exhibe un color verde claro que se transforma en un verde cemento como el Pantone 5803C.



## DUREZA

Miden la dureza mordiendo la almendra, una técnica a la que llaman «dentímetro». Si está chichuda se encuentra todavía húmeda.



## UBICACIÓN



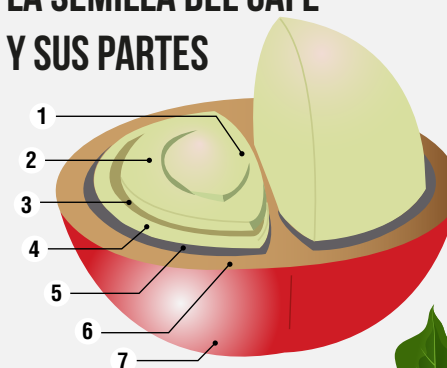
1. La Hundida, 2. Paloblanco, 3. Florida, 4. Guacharaquero, 5. Buenavista, 6. El Cortaderal, 7. Quindío, 8. Santa Lucía, 9. El Naranjo, 10. Los Galgos, 11. La Honda, 12. El Tinto, 13. El Cedral.

El proyecto se desarrolla en **13 veredas con participación de 300 beneficiarios.**

Los caficultores, empíricamente, asocian cambios en las propiedades físicas de la almendra (endospermo) con los porcentajes de humedad. Así logran seguir la reducción del porcentaje de humedad desde un 55 % a un 12 %. A este último porcentaje se estabiliza el café, lo que posibilita su almacenamiento y transporte.

En el proceso de secado, y a través de expresiones como «**a este café le falta un sol**», se reconoce el conocimiento que relaciona, desde la experiencia, que la distribución del agua puede estar de forma libre o ligada a las moléculas que la constituyen; otras expresiones como «**a este café lo apuraron**» sugieren capacidades para reconocer que los procesos de secado acelerado dañan la integridad celular de la almendra.

## LA SEMILLA DEL CAFÉ Y SUS PARTES



1. Corte central
2. Grano de café (endosperma)
3. Piel plateada (tegumento)
4. Pergamino (endocarpio)
5. Capa de pectina
6. Pulpa (mesocarpio)
7. Piel exterior (pericarpio)



## «En doce veredas de Ituango nos trazamos el objetivo de aumentar las capacidades de los caficultores para capturar y condensar la calidad técnica y simbólica del café»

En el primer momento preguntamos por las señales emitidas por el grano mientras se tostaba. Durante el tueste, los caficultores extrajeron muestras de granos cada dos minutos y los pegaron en la línea de tiempo. En un segundo momento se hizo una preparación de bebidas con el café tostado usando tres métodos de barismo: prensa francesa, *aeropress* y V6o. Los caficultores probaron las tres bebidas preparadas y compartieron las percepciones sobre las diferencias de sabor y gustos.

En el laboratorio pudimos observar, así como en el proceso de secado, el saber de los caficultores sobre los cambios en el color, el sonido y el olor del café en el tueste que, desde su memoria, aprendizajes de infancia y saberes tradicionales, asocian a la transformación del grano y que corresponden a los cambios químicos que sufren los precursores presentes en la semilla de café al someterse al tostado. Por ejemplo, la expresión: «Va cambiando del verde cemento al verde azulejito, al amarillo, al café, y al final se pone negro», está relacionada respectivamente con la sucesión de los siguientes procesos fisicoquímicos: la deshidratación, la degradación de la clorofila, la reacción de Maillard y caramelización y, finalmente, la pirolisis.

También mencionaron que no solo cambia el color, sino que hay modificaciones en el olor, desde un «olor del café pergamino, olor a beneficiadero, olor a panela, olor a café tostado, hasta un olor a humo»; es decir, identificaron otras señales que corroboran el desarrollo sucesivo de los procesos fisicoquímicos arriba mencionados.

Cuando se concentraron en el sonido, identificaron el denominado *crack*, detallado en la literatura de tueste: «Suena como quebrando chamiza», que es el sonido producido por el grano cuando sufre una explosión ejercida por el vapor de agua acumulado en su interior.

Hablaron también de los cambios en la dureza del grano detectada con los dedos de la mano: «Cuando el grano está crudo es duro, cuando ya está tostado se deja quebrar con los dedos», sugiriendo, de forma intuitiva, los cambios estructurales de la semilla durante el tueste.



Sobre elegir el momento para terminar el tueste, algunos preferían que se detuviera el proceso cuando el grano tenía un color café claro, mientras que otros pedían que lo dejaran oscurecerse un poco más, mostrando no solo los gustos particulares, sino también el conocimiento sobre la relación entre el nivel de tueste con los perfiles de aroma y sabor de la taza.

En este laboratorio también se manifestaron dichos respecto a la práctica de tostar café en su propia casa: «Tostar café acalora», «Tuesto café en la tarde cuando ya he terminado todo el oficio», «Tuesto al mediodía, porque si lo hago en la tarde me coge el sereno y me tuerzo». Estas aseveraciones están asociadas a las prácticas de cuidado en salud como prevenir la exposición del cuerpo a cambios bruscos de temperatura y, por otro lado, es un reconocimiento de que el tueste se hace a temperaturas superiores a otros procesos culinarios, que el grano después de absorber calor también emite calor, conocida como la fase exotérmica en la cinética del tueste, donde los granos liberan calor y aumentan la temperatura del entorno. Estos comentarios nos indican la necesidad de implementar equipos más apropiados para aprovechar tales saberes.

## Identidad cafetera

También realizamos la actividad Artesanato para la construcción de identidad de marca con enfoque participativo, para el autorreconocimiento de tradiciones y saberes como generadores de un identificador regional basado en su riqueza agroecológica y cultural. La intención pedagógica se estructuró a través de tres momentos: inspiración, cocreación y socialización.

En la fase de inspiración pudieron ver una amplia variedad de marcas de café comerciales, con lo que comprendieron la conexión entre productos y clientes potenciales a través de la expresión

**«El conocimiento acumulado contrasta con la poca e inadecuada infraestructura de secado que poseen los caficultores de Ituango»**



## Cadena de valor del café

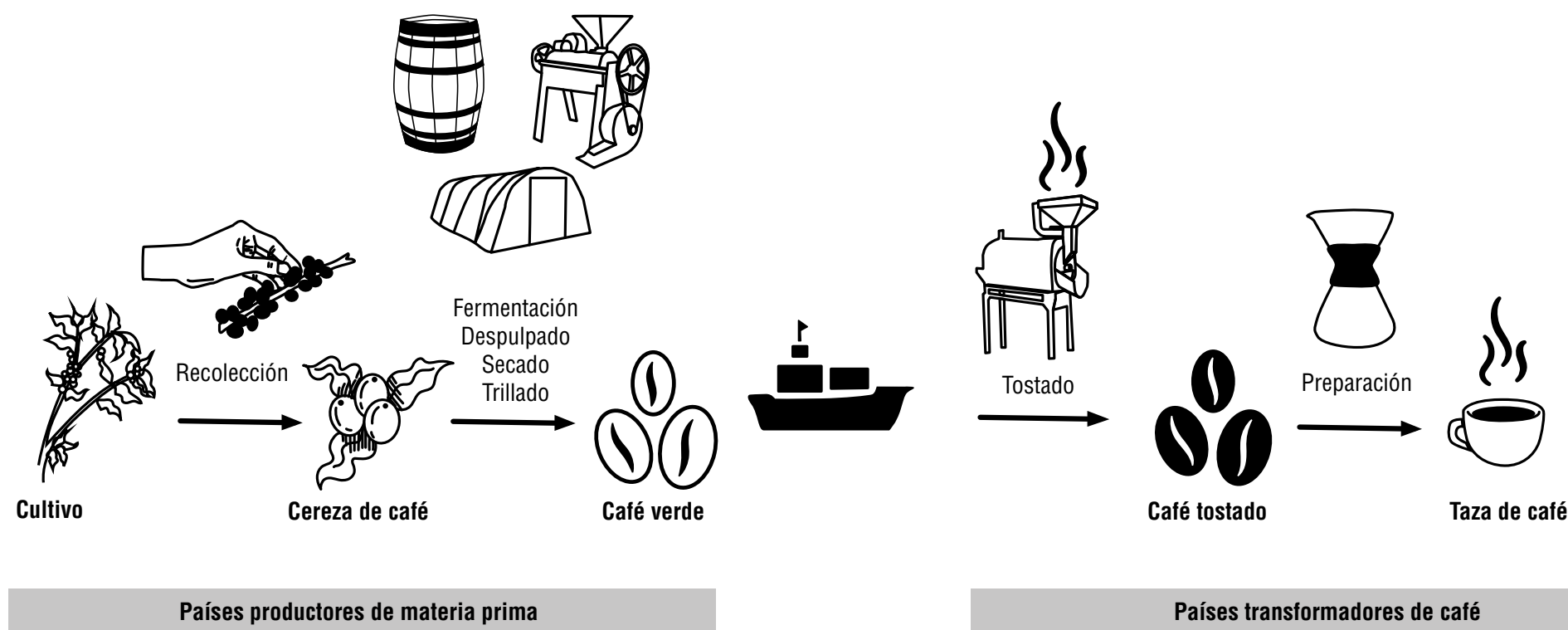


Figura 1. Cadena de valor del café.  
Fuente: elaboración del proyecto.

de sensaciones de confianza, riesgo, comodidad, felicidad o satisfacción. Resaltaron, a través de la elaboración de ilustraciones, la relevancia de las abejas y de la mula. Se refirieron a la capacidad de los abuelos para obtener un «café seleccionado con la experiencia que nos da los años y la sabiduría que nos da la labor». Otras ilustraciones mostraron el conocimiento sobre la biodiversidad de su territorio: el tigre, las aves, los cultivos como tomate, frijol, limón, naranja, mandarina, árboles forestales, frutas silvestres, frambuesas, piñuela; observando que el café es una planta que fructifica en conjunto con otros cultivos que requiere el caficultor para su alimentación y que es hospedera de orquídeas, insectos, mamíferos y otros animales. Las creaciones también resaltaron su geografía tan especial al estar en el Nudo de Paramillo. Así mismo, destacaron en el ejercicio algunas frases que reflejan el sentir de la comunidad: el mejor café de Quindío, soy de Ituango, territorio de paz, juntos saldremos adelante, y nombres de la marca como Café ituanguino, Amor leal, Café locura y Café de la montaña. También se identificaron colores con los cuales se sentían más representados, como el verde, el amarillo y el rojo.

Uno de los impactos que el proyecto pretende dejar en la comunidad, tras dos años de trabajo, y en los dos que quedan, es la capacidad instalada del Laboratorio del Caficultor, un espacio en la cabecera municipal donde podrán procesar el café a través del tueste, la preparación y catación de sus bebidas, resultado de la aplicación de los saberes tradicionales y el conocimiento científico como una apuesta de apropiación social del conocimiento. El laboratorio está pensado también para que los caficultores puedan recibir a clientes potenciales que reconozcan la biodiversidad de Ituango, experimenten las diferentes calidades y reconozcan el arduo trabajo de los caficultores.

Los hallazgos, arriba descritos, nos muestran un caficultor cuyos saberes y conocimientos superan la identificación como país solo productor de materia prima; que el conocimiento acumulado contrasta con la poca e inadecuada infraestructura de secado que poseen los caficultores de Ituango y que es indudable la necesidad de mejorarlo tecnológicamente. Así que reconocer al caficultor como portador de conocimiento abre la posibilidad de vincular procesos creativos para generar, desde su propio saber, un producto innovador, sostenible y de alta calidad para responder a las nuevas demandas de los consumidores. ✕

**Proyecto** «Incremento de la competitividad de los caficultores mediante el fortalecimiento de capacidades en el CTEI del municipio de Ituango». Financiado por el Sistema General de Regalías-Minciencias en alianza con la UdeA-Aprocant. Grupo de Estabilidad de Medicamentos, Cosméticos y Alimentos —GEMCA—, Universidad de Antioquia. **Investigadores:** C. Gallardo, L. E. Pérez, L. M. Cifuentes, W. Estrada, M. Martínez, J. Rojas, A. Martínez, A. J. Tobón, M. A. Quirama, V. Barrera, D. J. Gómez, J. C. Mazo, N. B. Oquendo.





Participantes de los Laboratorios Territoriales. Foto: cortesía del grupo de investigación.

# La UdeA midió el impacto de los **Laboratorios Territoriales** en las familias productoras de cacao

**Mario Fernando Cerón-Muñoz**

Profesor de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia  
mario.ceron@udea.edu.co

Cuando una comunidad rural tiene un proyecto agrícola productivo, la valoración económica de los proyectos sociales en contextos rurales cobra relevancia al cuantificar el retorno económico de las interacciones entre la academia y la sociedad.





Cómo saber si una estrategia de intervención en una comunidad o en un sistema productivo tuvo el impacto esperado? En el caso de proyectos rurales para mejorar técnicas, procesos de cultivo y aspectos empresariales, familiares y comunitarios, los gobiernos o las instituciones privadas invierten recursos en infraestructura o en el fortalecimiento de las capacidades de los productores. Sin embargo, poco se conoce sobre el retorno de esta inversión.

Investigadores de la Universidad de Antioquia realizaron una valoración económica de los Laboratorios Territoriales —LT— que la Institución desarrolló con familias productoras de cacao en los municipios de Necoclí, Cauca, Dabeiba y Támesis, en el departamento de Antioquia, entre el 2019 y el 2021. Esta investigación hizo parte del Centro de Desarrollo Agrobiotecnológico de Innovación e Integración Territorial —CEDAIT—, dentro del subproyecto «Implementación de los Laboratorios Territoriales en las subregiones del Bajo Cauca, Suroeste, Occidente y Urabá», financiado por el Sistema General de Regalías —SGR—, la Gobernación de Antioquia, la Universidad Católica de Oriente, la Compañía Nacional de Chocolate y la Universidad de Antioquia.

Entre los resultados encontraron que, por cada peso invertido el retorno fue de \$ 4,49 pesos. ¿Cómo lo calcularon? Siguiendo la metodología del Retorno Social de la Inversión —SROI—, que permite identificar la cantidad de cambio generada por cada unidad monetaria invertida. Esta herramienta es de gran utilidad para los estudios con enfoque de costo-beneficio, porque permite comparar los costos con los efectos positivos, determinando la relevancia de los proyectos sociales y fortaleciendo su gestión financiera, al identificar los escenarios en los cuales se puede maximizar la utilidad social.

La metodología del SROI ha sido empleada en diversas investigaciones, y, para este caso, fue adaptada

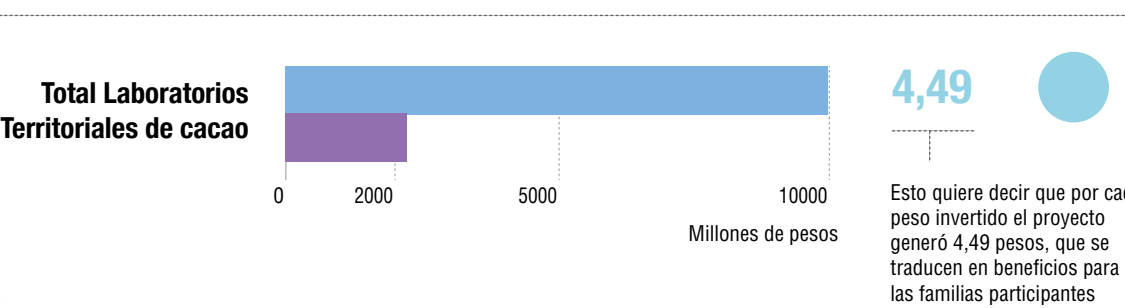
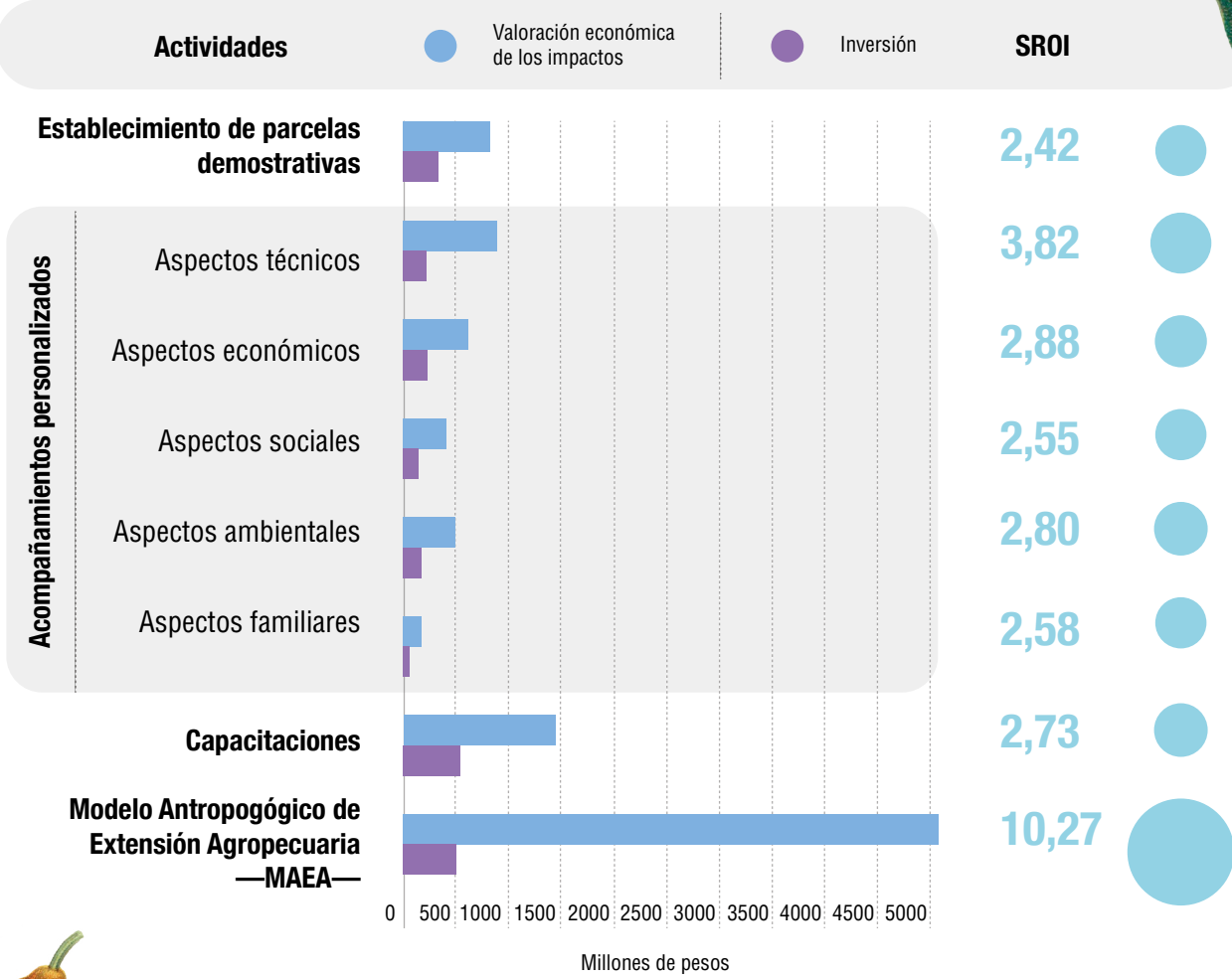
por los autores para estudiar los acompañamientos personalizados y las capacitaciones desarrolladas con familias productoras de cacao en los municipios mencionados. También se usó para analizar los impactos del diseño de un Modelo Antropogógico de Extensión Agropecuaria —MAEA—, que surgió a partir de la validación en campo de los planteamientos de los LT y que se establece como un modelo de enseñanza para comunidades rurales que busca dar protagonismo a sus saberes, consolidando la relación entre la academia y la sociedad, y fortaleciendo la construcción comunal de conocimiento.

Los investigadores, con ayuda del trabajo de campo desarrollado por el equipo de extensionistas y las familias participantes, identificaron los cambios experimentados para luego monetizarlos, sumarlos y, finalmente, dividirlos por el total de la inversión. En la sumatoria de los cambios monetizados los autores descontaron aspectos externos al proyecto, relacionados con la proporción estimada de los cambios que se vincularon con otras organizaciones diferentes a la Universidad o bajo procesos de autogestión comunitaria no asociados con esta iniciativa.

Los investigadores monetizaron las variables con dos técnicas: el ahorro de costos potenciales —ACP— y el reconocimiento de la disposición de pagar por los cambios —DAP—.

## Retorno Social de Inversión —SROI— en familias productoras de cacao

El SROI es un índice en el que se relacionan los cambios generados por un proyecto y la inversión que este necesitó. En los Laboratorios Territoriales de la Universidad de Antioquia, realizados en Necoclí, Cauca, Dabeiba y Támesis, entre los años 2019 y 2021, se usó el SROI para analizar el impacto de estos en las familias productoras de cacao.







Laboratorios Territoriales. Foto: cortesía del proyecto.

En el ACP identificaron los costos de mercado que permitieron expresar los nuevos conocimientos o las prácticas desarrolladas por las familias, y para la DAP tomaron un estudio previo en donde se había definido esta disposición en productores de café y para cambios similares a los analizados por los LT. Algunos ejemplos de monetizaciones, siguiendo el ACP, son los siguientes:

**Cambio 1.** Nuevos conocimientos en el manejo de plagas y enfermedades: su monetización se puede realizar a partir de la identificación del costo de capacitación en manejo de plagas.

**Cambio 2.** Nuevas prácticas en el beneficio del cacao: su valoración se identifica a partir del costo de capacitación en beneficio del cacao.

**Cambio 3.** Mejoría en las relaciones entre los miembros de la familia: su monetización puede ser desde el costo de una terapia familiar.

**«Este tipo de trabajos dan los lineamientos metodológicos para valorar la inversión pública en procesos de extensión rural»**

**«Entre los resultados encontraron que, por cada peso invertido el retorno fue de \$ 4,49 pesos»**

Este tipo de trabajos dan los lineamientos metodológicos para valorar la inversión pública en procesos de extensión rural, acorde a los planteamientos de medición de impacto del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria —SNIA—. También contribuyen a la cuantificación de los resultados de las acciones realizadas en los Planes de Desarrollo Territorial, para demostrar su cumplimiento en el uso eficiente y transparente de los recursos destinados a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales.

La investigadora Vanessa Aguilar Marín sintetizó los resultados alcanzados en la infografía que se presenta en esta publicación. Los investigadores publicaron el libro *Retorno social de la inversión: una apuesta de los Laboratorios Territoriales de la Universidad de Antioquia para la medición de impacto en familias productoras de cacao*, en donde describen el proceso investigativo para valorar económicamente el impacto de esta estrategia de innovación social. Este libro es una fuente documental valiosa para futuras investigaciones relacionadas con el tema, o para quienes deseen aprender sobre estas metodologías de valoración de impacto.

#### Glosario

**Antropogogía:** es la ciencia de la educación permanente. Se enfoca en el aprendizaje individual y colectivo durante las diferentes etapas de la vida del ser humano, es decir, la niñez, la adolescencia, la juventud y la adultez, en su momento temprano y maduro. Su apuesta implica procesos formativos acordes a cada uno de estos ciclos, con el propósito de contribuir al desarrollo humano y social.



**QR 1.** Videos con las experiencias en los municipios de Necoclí, Cauca, Dabeiba y Támesis en el departamento de Antioquia, Colombia.



**QR 2.** Enlace del Fondo Editorial Biogénesis para buscar publicaciones relacionadas con los LT, especialmente dos libros adicionales: 1) *Proyecto educativo de los Laboratorios Territoriales (PELT)* y *Modelo Antropogógico de Extensión Agropecuaria (MAEA)* y 2) *Establecimiento y manejo del cultivo de cacao en economías familiares*. x





Claudia Puerta Silva  
Foto: Isaac Hatfield.  
Cortesía de Chen Wang.

«Vidas para el conocimiento»

# Claudia Patricia Puerta Silva

Sensibilidad, humanismo  
y conocimiento

**Carmenza Uribe Bedoya**

Química. Directora de la revista *Experimenta*  
Profesora jubilada de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Antioquia



E

mpieza la primavera en París y los días son más largos. Los colores y sonidos de la nueva estación invaden a la gente. En las tardes, los parques se llenan de adultos con niños, todos buscan aire y sol. Claudia Puerta Silva estudia un DEA en antropología social y etnología en 1999 en París, y, mientras tanto, ejerce de niñera. En el parque, en primavera, Claudia observa, se hace preguntas, detecta regularidades, elabora conclusiones. Es su vida, observar a los seres humanos. Allí ella desarrolla su propio estudio de un no-lugar, o sea, un espacio del que, en teoría, nadie es dueño. Sin embargo, Claudia descubre que esto no es tan preciso, porque el parque Montsouris sí es un lugar para muchos de sus asiduos visitantes. Lo que Claudia hace es desarrollar y poner en práctica habilidades propias de la antropología, la profesión que cuenta con uno de los objetos más complejos de estudiar: el ser humano.

Cuando en marzo de cada año regresa el sol, el parque Montsouris se llena de mamás y de niñeras con sus niños. Claudia observa que cada una se ubica en un lugar específico; unas, las africanas y las latinoamericanas, a la sombra; otras, las francesas, y en general, las europeas, al sol. Claro que sí,



Trabajo de campo en el Parque Nacional Natural Los Katíos, proyecto «Cartografía Sociocultural de Antioquia en el marco de la Expedición Antioquia 2013, eje Economía, Sociedad y Cultura» (2008). Foto: cortesía de la investigadora.



Foto: cortesía de la investigadora.

**La Guajira es el lugar  
que a Claudia le  
generó compromiso  
y responsabilidad  
con este pueblo  
indígena, el segundo  
más numeroso de  
Colombia después de  
los emberá**

es la particular selección que cada una hace con base en su origen. Las mujeres provenientes de países tropicales o cálidos no tienen especial predilección por el sol, porque lo han tenido siempre, pero las de los países con estaciones saben que es un regalo escaso y lo disfrutan más. Pero analizar las espacialidades en un parque de París fue mucho más allá para Claudia, quien también encontró evidencias de los procesos de migración, de las matrices de racismo, de los marcadores de identidad tales como los velos de las musulmanas y la especial vestimenta de las africanas, y de ahí a elaborar un discurso con sentido sociopolítico hay pocos pasos. Atravesada por la antropología, Claudia Puerta Silva ha sido fiel a una disciplina que llevó íntimamente en su mente, aun antes de matricularse. Acompáñenme a conocer el camino recorrido por ella, la antropóloga comprometida, la observadora perspicaz, la investigadora incansable.

### El punto de giro

Hasta sus compañeros de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad de Antioquia se sorprenden al saber que Claudia Puerta Silva estudió seis semestres de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Eafit, antes de decidir que lo suyo era, en realidad, la antropología. Allá lo hizo bien, era disciplinada, aprendía sin mayores dificultades y trabajó, en calidad de estudiante, en el proyecto «Conexiones», una red escolar de comunicaciones liderada por la Universidad Eafit en cabeza de la ingeniera de sistemas Claudia Zea y de quien ejercía como director de Investigaciones en esa Universidad, Félix Londoño. Eran los noventa, la época del cambio definitivo en la manera de comunicarnos, porque fue la década en la cual Internet se volvió parte de nuestras vidas. Pero Claudia estaba cada vez más inquieta, porque lo que ella buscaba aprender no era tanto ese conocimiento de las redes de intercomunicación, sino algo que estaba más cercano a las sociedades humanas: comprenderlas, entender sus problemas y las causas y consecuencias de estos. Mientras aún estudiaba Ingeniería de Sistemas se matriculó en la Universidad de Antioquia en el programa de Antropología, y entre más avanzaba en antropología más crecía su crisis con la ingeniería, hasta que llegó el punto de giro en su vida: la mañana del primer día de su séptimo semestre de ingeniería no se matriculó, y en su lugar decidió que estaría dedicada a la antropología, su verdadera pasión, su proyecto de vida, lo que la identifica.



Sin embargo, Claudia reconoce que no perdió el tiempo estudiado de ingeniería, y que haber trabajado en «Conexiones» le dio elementos claves para manejar con soltura el discurso social que ahora posee. De la ingeniería conserva una estructura de pensamiento afín al conocimiento sistémico, a la organización mental de los procesos y una relación fluida con todo lo digital, así como capacidades en comprensión de lectura, en escritura y en manejo del inglés. Es frecuente que en las áreas sociales y humanas haya cierta resistencia a las matemáticas y a las tecnologías, pero Claudia hace buen uso de sus fortalezas disciplinares, puesto que en antropología los modos de representar la realidad están basados en análisis de sistemas, en pensamiento complejo, en solución de problemas y en una mezcla de los datos cuantitativos de la economía, la ingeniería y la estadística, con las interpretaciones cualitativas que aporta la antropología. Son diálogos potentes.

### Hija del INER y de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas

El programa de Antropología en la Universidad de Antioquia, de donde se graduó Claudia Puerta Silva, hace parte de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Pero en el momento de enfocarse en su trabajo de grado en el pregrado, Claudia decidió candidatizarse a una plaza de auxiliar en el Instituto de Estudios Regionales —INER— para hacer parte de un proyecto relacionado con las afectaciones sobre la salud humana y los ecosistemas por la minería, financiado por una institución canadiense. El trabajo consistía en elaborar un marco intercultural de indicadores de desempeño ambiental y social de la minería que reconociera los impactos específicos de estas prácticas sobre el pueblo wayuu. Sin embargo, Claudia no desempeñó tareas sencillas de auxiliar, sino que le encargaron un volumen de trabajo grande cuyo fin fue entender cómo el enfoque de la salud de los ecosistemas se relaciona con las concepciones sobre salud y enfermedad en el pueblo indígena. En el INER Claudia conoció a Robert VH Dover, un estadounidense que evaluó su trabajo de grado, y de ahí en adelante se convirtió en parte importante de su vida. El INER le aportó, como dependencia, el aval para presentarse a estudiar en Francia. Claudia fue directora del INER entre 2012 y 2015, época en la cual coincidió con la directora del Instituto de Estudios Políticos Adriana González, y juntas trabajaron en el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales —CLACSO— y el Consorcio de investigación comparativa en integración regional y cohesión social —RISC, por sus siglas en inglés—. Fue un trabajo articulado entre las dos dependencias que además de lo académico abordó lo administrativo.

### Los wayuu, el pueblo indígena en la mente y el corazón de Claudia

Decía Claude Lévi-Strauss: «La antropología es una de las pocas vocaciones verdaderas que hay, junto a la música y las matemáticas, y el antropólogo puede volverse consciente de ello internamente, incluso antes de haberlo aprendido». Para Claudia Puerta Silva, la antropología ha sido mucho más que su vocación, es su manera de ver el mundo, su modo de vida. Desde las visitas a comunidades en La Pintada en su niñez, pasando por su trabajo para graduarse como antropóloga, su tesis de doctorado, la trayectoria de Claudia ha estado íntimamente ligada al oficio de la antropología, casi todo ello desarrollado con los wayuu. La Guajira es el lugar que a Claudia le generó compromiso y responsabilidad con este pueblo indígena, el segundo más numeroso de Colombia después de los emberá. El pueblo wayuu tiene aproximadamente 500 000 habitantes que están ubicados en un territorio ancestral entre el estado de Zulia, en Venezuela, y el departamento de La Guajira, en Colombia. En el marco de la antropología sociocultural, Claudia se ha enfocado en conocer su cotidianidad, cómo perciben el mundo y cómo explican o entienden lo que les pasa, qué tec-



Durante el trabajo de campo del proyecto «Cuatro historias sobre soberanía alimentaria: crisis globales, iniciativas locales» realizado con Fuerza Mujeres Wayuu y la Universidad de Victoria (2023)  
Foto: Génesis Gutiérrez Romero. Cortesía de la investigadora.

nologías usan y en qué trabajan, su lenguaje y sus rituales, sus conflictos socioambientales y su relación con el Estado, cómo se organizan políticamente y cómo se toman las decisiones. Pero también ha tejido un vínculo

afectivo que la moviliza en términos de conocimientos, actividades y acciones concretas. Los grandes temas a los que Claudia ha apuntado para su trabajo con los wayuu son los conflictos socioambientales ligados a proyectos mal llamados de desarrollo: minería, agroindustria, represas, infraestructura, parques eólicos y, en general, todo lo que tiene que ver con el régimen económico y socioespacial que se impone sobre su territorio o sobre esa población, así como las consecuencias





Durante el viaje de socialización del trabajo de grado de antropología de Victoria Cifuentes Rojas titulado *Mar, monte y manglar: género y conservación ambiental en Bahía Málaga* (2012). Foto: Victoria Cifuentes. Cortesía de la investigadora.

de toda esa realidad. Ella se enfoca en analizar cómo las poblaciones se movilizan política, social y simbólicamente para articularse, hacer frente o resistir a estas intervenciones que son impuestas. También trata de entender qué margen de maniobra tienen, el cual, la verdad, es restringido. La modernidad, el capitalismo y la colonialidad hacen que los wayuu arriesguen su autonomía. Es por todo esto que Claudia intenta entender, a través de sus proyectos, cómo se dan los procesos de dependencia y cómo podrían avanzar en la recuperación de su autonomía.

Junto con quienes la acompañan a La Guajira, Claudia ha aprendido a llegar a la comunidad, inmiscuyéndose poco, sin hacer despliegues de cámaras y grabadoras, con el fin de escucharlos atentamente y aportarles en el objetivo de que aprendan los proyectos colaborativos o autónomos. Pero más que los resultados de conocimiento que se publican en libros y en artículos, lo que a los wayuu verdaderamente les importa son las experiencias de interacción, la posibilidad de sentirse escuchados. Es lo que busca Claudia Puerta Silva, construir conocimiento pertinente e involucrarse en sus propias iniciativas y proyectos de vida.

### La Universidad, esa puerta de acceso al mundo

Haber tomado la decisión de dejar Eafit y unirse a la Universidad de Antioquia fue para Claudia mucho más que un cambio de carrera. Significó abrirse a un mundo distinto, porque la universidad privada y la pública son dos universos diferentes. Su paso por la Universidad de Antioquia no empezó propiamente cuando se matriculó en el primer semestre de Antropología, puesto que ella, siendo hija de profesores de la UdeA, caminó por los espacios universitarios desde niña, lo que le dio confianza y seguridad cuando inició la carrera.

Al terminar el pregrado, la propia Universidad la apoyó no solo con los avales correspondientes, sino con la motivación para continuar estudios de posgrado en el exterior. Cuando finalizó el programa de doctorado, nuevamente la Universidad presente, con más posibilidades de desarrollo profesional, y luego, una convocatoria de méritos de docentes le dio la puntada para vincularse definitivamente como profesora e investigadora. Un camino que se dice fácilmente, pero que no lo es en la práctica, porque es una vía llena de renuncias, disciplina, dedicación, obstáculos superados y un cúmulo de personas que conforman el círculo de amigos que acompañan. El trabajo de Claudia como profesora de la Universidad de Antioquia ha incluido, además de los cursos que hacen parte de su plan de trabajo docente, otras numerosas actividades, como el desarrollo de proyectos de investigación y extensión, la dirección de trabajos de grado de estudiantes de pregrado y de posgrado, la participación en grupos

de investigación centrados en sus áreas académicas de interés, la representación en organismos universitarios —como fue su participación activa en el comité central de investigación CODI—, la dirección del INER y el liderazgo en el componente metodológico del Plan de Desarrollo Universitario, lo cual le ha permitido interactuar con el Consejo Superior y el Consejo Académico, y le ha posibilitado dialogar con egresados, jubilados, estudiantes, deportistas, semilleristas, profesores de todas las dependencias y regiones. Toda esta actividad ha sido la oportunidad de Claudia para conocer otras voces y concretar orientación con base en diálogos sobre paz, ambiente, multilingüismo, pluralidad y toda clase de temas estratégicos universitarios.

### Los inspiradores

En el marco de una carrera tan fructífera y apasionante como la que ha desarrollado Claudia Puerta Silva, le preguntó por sus inspiradores y ella reconoce, como muchos de nosotros, a sus padres como los primeros, ambos profesores universitarios: Edilma Silva Maya, pedagoga, y Antonio Puerta Zapata, trabajador social, quienes en su niñez la llevaban a La Pintada para acompañar situaciones sociales particulares, o a la Universidad, para que interactuara con otros niños. Importan-



Foto: Claudia Puerta Silva y Robert VH Dover. Cortesía de la investigadora.



tes referentes para ella en la Universidad de Antioquia fueron la profesora Sandra Turbay, quien la animó para ir a Francia a completar su formación; también Aida Gálvez, Sofía Botero, Ramiro Delgado, Álvaro Benavides, Cristina Echavarría, Lucelly Villegas, Clara Aramburo, María Teresa Arcila, Hernán Henao y muy especialmente el profesor Robert VH Dover, una persona cercana que ejerció gran influencia sobre Claudia y con quien trabajó desde que se vinculó al INER al terminar el doctorado. Con él viajó a Maracaibo en un momento de esperanza para Venezuela, a trabajar en un proyecto que Claudia denomina «marcador en mi vida», sobre indígenas, medicina social, médicos en el barrio, todo esto en la frontera colombo-venezolana. Con Robert aprendió a reconocer el papel de la antropología en la comprensión y transformación de los fenómenos sociales locales y mundiales, especialmente los que tienen lugar en el sur global. Claudia aprendió que Robert, desde la docencia, intentaba construir una visión sobre la acción de la antropología, pues nunca estuvo cómodo con mantener una posición aislada de lo que ocurría en nuestro país o en otros lugares del mundo habitados por poblaciones subalternas. Si bien reconocía la función de la labor científica en el ámbito del conocimiento, para él no era la prioridad. Buscaba en la docencia y la investigación la posibilidad de transmitir un

sentido de la responsabilidad y de la ética a los estudiantes. De todo esto se alimentó Claudia para ser la antropóloga que es hoy. Robert murió en diciembre de 2018 y en marzo de 2019 la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas hizo un homenaje a su memoria, en el cual Claudia pronunció las siguientes palabras: «Seguirá siendo un faro para nuestro trabajo, pues su legado se mantendrá vivo. A cada una de nosotras, a cada uno de ustedes, nos tocó con su cuidado, apoyo, respeto, creatividad y erudición; se mantendrá en nuestra memoria con su sonrisa cálida y su serenidad».



## Futuros en construcción

Claudia sigue creando y consolidando vínculos significativos con estudiantes y colegas para acompañarse en sus investigaciones y en el resto de las actividades misionales de la Universidad. Esto se replica en su vida cotidiana, cuidando sus amistades y su familia. Tiene por delante un proyecto de investigación de cooperación internacional que, en sus palabras, cerrará la espiral de conexiones vitales; es un proyecto con financiación del Social Sciences and Humanities

Research Council de Canadá y liderado por la Universidad de Victoria, con cuyos investigadores viene colaborando desde hace unos cinco años, y que retomará lo construido hace más de veinte con el proyecto de los indicadores de desempeño ambiental y social y la medición de calidad de vida wayuu. Será la base de una actualización de los indicadores de bienestar wayuu que permitan alimentar un Sistema de Evaluación de la Sostenibilidad (Sustainability Assessment System, SAS) para la toma de decisiones y evaluación de proyectos con base en sus efectos en el bienestar wayuu. Este sistema se inspira en la herramienta creada por los maoríes de Nueva Zelanda y ajustado para los toquath de Canadá. Dicho proyecto, a siete años, permitirá consolidar el trabajo de colaboración de la Universidad de Antioquia con organizaciones y activistas wayuu defensoras de derechos humanos y del territorio.

Claudia visualiza su jubilación en una década, y quiere seguir aportando a la impronta de nuestra Universidad en la sociedad. Planea participar activamente de la regionalización de la antropología en el suroeste de Antioquia, del logro de la equidad de género en los ámbitos universitarios, de la eliminación de las violencias basadas en género y de todas las otras violencias por discriminación y desigualdad. ✕

Parque eólico en el Cabo de la Vela. Fotografía tomada durante el trabajo de campo del proyecto «Cuatro historias sobre soberanía alimentaria: crisis globales, iniciativas locales» realizado con Fuerza Mujeres Wayuu y la Universidad de Victoria (2023). Foto: Génesis Gutiérrez Romero. Cortesía de la investigadora.



# Transformación y consumo de alimentos en Granada, Antioquia

**María Camila Baena Avendaño**

Nutricionista-Dietista  
camilabaena2016@gmail.com

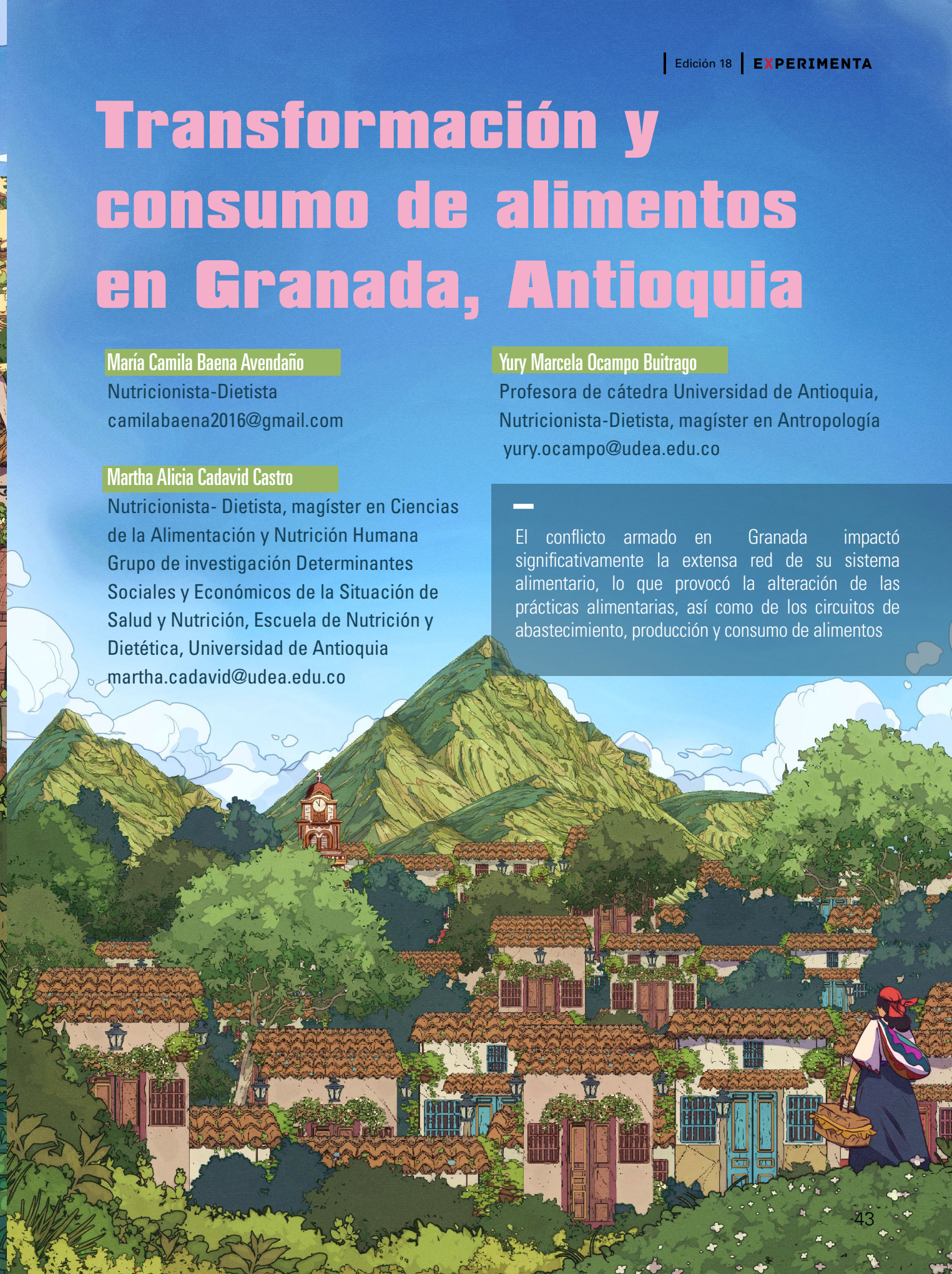
**Martha Alicia Cadavid Castro**

Nutricionista- Dietista, magíster en Ciencias de la Alimentación y Nutrición Humana  
Grupo de investigación Determinantes Sociales y Económicos de la Situación de Salud y Nutrición, Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia  
martha.cadavid@udea.edu.co

**Yury Marcela Ocampo Buitrago**

Profesora de cátedra Universidad de Antioquia,  
Nutricionista-Dietista, magíster en Antropología  
yury.ocampo@udea.edu.co

El conflicto armado en Granada impactó significativamente la extensa red de su sistema alimentario, lo que provocó la alteración de las prácticas alimentarias, así como de los circuitos de abastecimiento, producción y consumo de alimentos





**E**n Granada, Antioquia, se vivió el conflicto armado de manera muy intensa entre los años noventa del siglo XX y la primera década del 2000. La presencia y confrontación de grupos armados como los Frentes 9 y 47 de las FARC-EP, el Bloque Metro de las Autodefensas y el Ejército Nacional, hicieron que el municipio quedara casi deshabitado. Esto repercutió en las formas en las que se producen y circulan los alimentos en el municipio, o en lo que llamamos un sistema alimentario.

El sistema alimentario se define como un conjunto de acciones que comprenden la producción de alimentos, el procesamiento, envasado, transporte, la comercialización, el consumo y la disposición de los desechos producidos a lo largo de este. En Granada, dichos procesos se vieron afectados principalmente por el desplazamiento poblacional, ya que muchas personas tuvieron que salir de sus fincas y abandonar los cultivos para incorporarse a las ciudades, donde los patrones alimentarios dejan a un lado una gran cantidad de alimentos tradicionales.

Además, el rompimiento de los lazos sociales también generó cambios en la adquisición de alimentos, lo que hizo que el suministro alimentario se constituyera en una actividad riesgosa para quienes habitaron las veredas durante el conflicto. El auge de la producción de alimentos de los años ochenta, que convirtió al municipio en despensa alimentaria, tuvo un declive en la primera década del siglo XXI, en razón del conflicto, sumado a las malas condiciones en las que históricamente se han desarrollado las actividades agropecuarias en el país.

Algunas organizaciones de la sociedad civil, como la Asociación Tejiendo Territorio para la Paz —Tejipaz— y la Asociación de Víctimas Unidas por la Vida —Asovida—, se han centrado en aportar a la recuperación del municipio mediante la reparación y transformación de su sistema alimentario, especialmente a través de la agroecología y el comercio justo. Esto permitió el comienzo de la Escuela de Líderes Gestoras y Gestores de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional —Elige-Ssan— como parte de un proyecto desarrollado por la Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional de Colombia.

En una de las fases de esta escuela se hizo énfasis en diagnosticar, de manera participativa, el sistema alimentario. El consumo y la transformación actual de los alimentos, eslabones del sistema alimentario, fueron estudiados como parte del proyecto de práctica profesional de Nutrición y Dietética, encontrando que en Granada se hace poco procesamiento de alimentos y este ocurre gracias a pequeñas organizaciones lideradas por mujeres, con escasos recursos técnicos y financieros, aunque algunas cuentan con el apoyo de organizaciones y asociaciones del municipio para la comercialización. También es evidente que ha aumentado el consumo de productos ultraprocesados y de comidas rápidas adquiridas por fuera del hogar, especialmente en la población más joven y que existen diferencias de consumo entre la zona rural y urbana.

## Comprender el sistema alimentario desde la transformación, el procesamiento y consumo

Los cambios que se dan en los alimentos luego de ser cosechados se conocen como transformación y procesamiento. A las prácticas, hábitos y comportamientos en torno a la selección, preparación e ingesta de alimentos se le denomina consumo. Para analizarlas se siguió la metodología de observación participante y los diálogos de saberes de Elige-Ssan, realizados en la cabecera municipal y en cuatro veredas (Las Palmas, La Quiebra, La Estrella, Galilea), por medio de entrevistas y grupos focales.

Sobre el consumo se trabajó específicamente con diez mujeres madres, ya que estas son las que mayor conocimiento tienen sobre los patrones alimentarios propios y de su familia. Para la categoría de procesamiento de alimentos se trabajó con los integrantes de Elige-Ssan en general, especialmente aquellos que realizan procesos de transformación de panela, mermeladas, café, miel y otros productos.



En el mapa de recursos se ubicaron zonas de mayor concentración y se indicó su uso en zonas diferentes a la localidad. Aquí, se hicieron evidentes las riquezas naturales del territorio, en cuanto agua, bosque y fauna. Cortesía del proyecto.

## Procesar alimentos: rescatar e innovar

Los resultados del diagnóstico arrojaron que el procesamiento de alimentos realizado en el municipio es muy poco; cuando se da, se hace principalmente por emprendimientos y organizaciones medianas o pequeñas, con menos de cinco empleados. Los emprendimientos, ya sean individuales, familiares o microempresas, reciben apoyo de asociaciones y organizaciones para comercializar a un precio justo, entre las que se destacan Tejipaz, la Asociación de Agricultores de Granada —ASOGRAN— y la Asociación de Paneles Unidos de Granada Antioquia —ASOPUNGRA—. A pesar de esto, la comunidad considera que falta apoyo en temas de financiación, capacitación y educación para generar una transformación.

En esta categoría del sistema alimentario se evidenció el rol fundamental de las mujeres, quienes participan en la producción de panela, la selección, pelada y lavada del café y la transformación de



La Universidad de Antioquia y la Universidad Nacional de Colombia se unieron para desarrollar un proyecto con el que se buscó, mediante la investigación acción participativa, caracterizar y analizar el sistema alimentario e identificar acciones y propuestas para lograr el comercio justo, el consumo responsable y la incidencia política

Una de las mayores cualidades de algunos de los productores de Granada es que emplean técnicas de agroecología para su producción, y muchas de las organizaciones de procesamiento y transformación utilizan la innovación social y el comercio justo

frutas en conservas o mediante deshidratación; también en procesos organizativos como los de Tejipaz, que está principalmente conformada por mujeres, la Asociación de Mujeres Campesinas e Indígenas del municipio de Granada —AMUCIC— y Asovida.

También se encontró que, para innovar, los granadinos emplean estrategias como mejorar el empaque, tener una presentación llamativa, recuperar las recetas ancestrales como el bizcocho arriero y experimentar con el sabor de los productos que se comercializan, por ejemplo, elaboran vino de mora, mermelada de uchuva, de maracuyá y de café, cerveza de café, alfajores, aromáticas, entre otros productos. Además, una de las mayores cualidades innovadoras de algunos de los productores de Granada es que emplean técnicas de agroecología para su producción.

### La cabecera y las veredas se alimentan diferente

En cuanto al consumo de alimentos, se halló que los más apetecidos y consumidos por las personas de Granada son, entre otros, arroz, frijol, carne, panela, ensalada, sancocho, sopa, que hacen parte de la alimentación tradicional. Las porciones son abundantes y es frecuente el consumo de preparaciones fritas.

El creciente consumo de productos ultraprocesados y de comidas rápidas por fuera de casa, especialmente por los jóvenes, parece tener relación con el desplazamiento de las zonas rurales a urbanas, pues la mayor disponibilidad de estos productos en las zonas urbanas propicia que los incorporen a sus dietas.

«La gente acá come lo normal, pero también están introduciendo comidas rápidas. Dicen “ay no, que no alcanzamos a hacer almuerzo porque todos trabajan”, van y se comen un patacón con carne desmechada o van y les compran unas salchipapas a los niños» (Grupo focal C1, 2022).

El consumo de frutas es mayor en las zonas rurales, pues estas personas tienen más posibilidades de cultivarlas e incluirlas diariamente en su alimentación. De igual manera, en la zona rural uno de los alimentos de consumo diario son los frijoles.

Frente a la adquisición de alimentos se encontró que, a pesar de que Granada es un municipio con una alta producción agrícola, las cosechas no están disponibles en tiendas y legumbrerías locales, lugares donde, por lo regular, compra los alimentos la población granadina, con lo cual el consumo local de alimentos es muy bajo. Los principales destinos de la produc-

ción son las plazas de mercado y centrales de abasto de municipios como El Santuario, Rionegro y Medellín, donde a su vez los comerciantes granadinos abastecen sus tiendas, legumbrerías, graneros y supermercados.

Este proyecto mostró que, entre los cambios generados por el conflicto armado, están los alimentarios, aunque hay otros aspectos que generan transformaciones en dicho sistema alimentario como la globalización, los estilos de vida modernos, el desplazamiento poblacional, el control territorial, la producción, el consumo de alimentos y las formas y sitios de abastecimiento y adquisición.

Potencializar la producción y transformación de alimentos a través del apoyo financiero y educativo resulta importante para ese largo proceso de reparación y recuperación del municipio, ya que podrían aportar a la economía familiar y local, y fortalecer el sistema alimentario de la región.

Respecto al consumo de alimentos, este se corresponde con el patrón de alimentación antioqueña, abundante en grasas y harinas, y con pocas frutas y verduras, a lo que se suma la incorporación de ultraprocesados y comidas rápidas que podrían influir en el estado nutricional

de las poblaciones que están teniendo estos cambios. Pese a los procesos de recuperación de la alimentación tradicional, tanto en producción como en consumo, es necesario seguir trabajando en su fortalecimiento, lo que resulta importante para futuros proyectos e investigaciones.

Asimismo, este proyecto mostró que los procesos de investigación participativos generan análisis y reflexiones contextualizados sobre el sistema alimentario, que pueden servir de insumo para las políticas públicas y la movilización social en torno a la construcción de un sistema alimentario saludable, sustentable y equitativo. ✕

### Glosario

**Productos ultraprocesados:** comestibles derivados de procesos industriales, los cuales tienen gran cantidad de ingredientes, entre estos conservantes y aditivos.

**Soberanía alimentaria:** garantía para una comunidad de tener acceso a la tierra, a las semillas tradicionales y a los procesos de siembra y producción de alimentos sin

que se vea afectada por factores políticos externos. Derecho de las comunidades a definir sus propias estrategias de alimentación y producción. Derecho a producir y consumir los propios alimentos y que estos sean una prioridad para los mandatarios locales, reconociendo la labor de los campesinos (concepto construido en Elige-Ssan).

**Seguridad alimentaria y nutricional:** derecho que tiene todo individuo, hogar, municipio y sociedad a que el Estado le garantice una alimentación buena, saludable, necesaria, de alto valor nutricional, que esté disponible cerca al hogar, de forma constante. Es saber lo que se produce y saber lo que se cocina (concepto construido en Elige-Ssan).

Derivado del proyecto «Fortalecimiento de procesos de movilización y participación social para la gestión solidaria y democrática del sistema alimentario en el municipio de Granada, Antioquia», cofinanciado por la Vicerrectoría de Extensión de la Universidad de Antioquia, la Dirección de Regionalización, la Unidad de Paz, la Escuela de Nutrición y Dietética y las facultades de Enfermería, Ingeniería y Ciencias Económicas de la misma institución, en alianza con la Universidad Nacional de Colombia y Tejipaz, en colaboración con Asovida. El proyecto fue financiado por el Banco Universitario para Programas y Proyectos de Extensión —BUPPE— de la Universidad de Antioquia y cofinanciado por Tejipaz y la Universidad Nacional de Colombia, desde su departamento de Nutrición Humana.



# Polinización en las alturas

Las moscas de las flores, guardianas de la biodiversidad paramuna

Augusto León Montoya

Biólogo, doctor en Biología  
Grupo de Entomología Universidad de Antioquia —GEUA—  
aleon.montoya@udea.edu.co

Como si de una coreografía se tratara, las moscas de las flores participan de una de las interacciones más asombrosas de la naturaleza: la polinización por insectos, luciendo como abejas para el resguardo de la diversidad biológica paramuna.

Laguna de Santa Rita en el Complejo de Páramos Citará, municipio de Andes, Antioquia entre los 3611 y los 3705 metros sobre el nivel del mar  
Foto: cortesía del autor.



Es un día soleado en el páramo de Belmira. La noche estuvo fría, llovió en la madrugada y al amanecer el suelo se cubrió de escarcha. La neblina se ha ido dispersando y poco a poco se asoman entre las nubes los primeros rayos de sol. Mientras el ambiente se calienta las flores parecen despertarse. Sus pétalos se abren y emanan aromas para invitar y cautivar al visitante que aparece anunciándose con un zumbido. Se mueve de aquí para allá, revolotea, va de arriba abajo, al frente y atrás. Después de exhibir estas maniobras y una perfecta ejecución de acrobacias aéreas, por un momento se detiene, se queda estática, suspendida, levitando. Parece analizar el entorno. En un instante se abalanza hacia una flor, a la que se acerca con sutileza, fundiéndose en un abrazo con ella. Se aferra a los pétalos usando sus fuertes patas, cubiertas de pelos y uñas largas. Acerca la lengua para libar y alimentarse del néctar y, hábilmente, consume el polen producido por los estambres, órganos sexuales masculinos de la flor, para obtener los recursos proteico-energéticos indispensables en su vuelo vigoroso y la maduración de sus órganos sexuales. En este encuentro íntimo, pequeños granos de polen se adhieren al cuerpo cubierto de pelos del visitante. Permanece sobre la flor unos segundos más y ¡zas!, emprende de nuevo el vuelo dirigiéndose hacia otra flor. De ser exitoso el encuentro y coincidir con una flor de la especie previamente visitada, los granos de polen que transporta sobre su cuerpo entrarán en contacto con los pistilos, órganos sexuales femeninos de la flor, fundiéndose en uno de los procesos naturales más maravillosos y complejos: la polinización por insectos. Como resultado se formará el fruto que servirá de alimento para otros insectos y algunos vertebrados, incluyendo al hombre. Así entonces, en hábitats de alta montaña como páramo y bosque altoandino se forman los frutos del mortiño (también conocido como agraz silvestre). Más abajo de las «islas del cielo» y el bosque altoandino, en este mismo proceso se forman los frutos del aguacate, que, seguro, mientras lee estas líneas, le espera más tarde para acompañar el almuerzo. O quizás los frutos rojos que dieron lugar a granos que luego se fermentaron y que son los mismos que le permiten saborear y degustar las notas y los atributos de aroma, sabor, acidez, cuerpo y regusto de un buen café colombiano en taza.

Probablemente, después de esta descripción se esté imaginando una abeja, pero no, aquí nuestras protagonistas son las moscas de las flores (*Diptera, Syrphidae*), una de las entidades emblemáticas de los bosques altoandinos y páramos en el proceso de polinización, baluartes únicos de nuestra diversidad e identidad

como país, pero que a menudo pasan desapercibidas a pesar de cumplir un papel fundamental y altamente valioso al proporcionar el servicio ecosistémico de la polinización, particularmente en hábitats de alta montaña donde la abundancia y diversidad de abejas tiende a disminuir.

Conspicuas, carismáticas y elegantes, las moscas de las flores exhiben colores y formas tan fascinantes como complejas. Su fuerte asociación con las flores que son visitadas por abejas y avispas parece haberles servido de modelo para que hoy luzcan vestidos y formas que las asemejan a ellas. Los adultos de las moscas de las flores presentan colores de advertencia (aposemáticos), principalmente com-

binaciones de amarillo o naranja con negro, verde plateado o azul iridiscente, pasando por tonalidades tornasoladas muy comunes en abejas y avispas; todo para que los depredadores naturales como aves y otros vertebrados, que han aprendido que abejas y avispas tiene aguijón y veneno, al encontrarse con las moscas de las flores, que parecen haberse vestido de estas, las eviten. Su mimica es tan impresionante que incluso pueden confundir a las personas. En una ocasión fui de visita a la casa de mi madre y ¡oh, sorpresa la que me llevé! Al abrir la nevera encontré un frasco de miel cuyo rótulo tenía la imagen de *Eristalis tenax*, una mosca de las flores mundialmente conocida como mosca abeja o mosca zángano, la cual es muy similar en apariencia

a la *Apis mellifera*, la abeja de la miel, evidenciándose entonces que el vestido le queda a la medida y por tanto logra confundir al incauto observador.

Además de ser organismos clave en la polinización en estado adulto, los estadios inmaduros (es decir, sus larvas) de las moscas de las flores cumplen funciones relevantes en la mayoría de los eslabones de la cadena alimenticia. Un porcentaje de especies son importantes en el control biológico, ya que son depredadoras de plagas de cultivos, consumiendo principalmente pulgones, también conocidos como áfidos, además de otros artrópodos de cuerpo blando. Otro gran número de especies son saprófagas, alimentándose de material vegetal en descomposición. Muchas de estas especies se desarrollan en tanques de agua conocidos como fitotelmatas, los cuales son comunes al interior de las hojas de las bromelias y heliconias, principalmente en hábitats conservados. En estos reservorios de agua las larvas se alimentan de microorganismos y materia orgánica en descomposición, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, contribuyendo a la purificación del agua y sirviendo de alimento para otros organismos. Entre los saprófagos también sobresalen las larvas que se alimentan de madera en descomposición, aportando a la formación del suelo y al reciclaje de nutrientes, mayormente en bosques maduros y conservados.

El amplio espectro de historias de vida, la fidelidad por el hábitat, así como la sensibilidad a las condiciones ambientales específicas para el desarrollo larvario, permite identificar especies indicadoras de hábitat, convirtiendo igualmente a los sírfidos en modelos ideales para evaluar el estado de conservación y la disponibilidad de recursos específicos en un hábitat particular.

Con el fin de conocer y comparar la diversidad de las moscas de las flores en ecosistemas de páramo de Antioquia e identificar especies potencialmente bioindicadoras, miembros del Grupo de Entomología de la Universidad de Antioquia, liderado por la profesora Marta Wolff, planeamos y realizamos muestreos sistemáticos de insectos en los complejos de los páramos Santa Inés, Belmira y Sonsón, entre los años 2016 y 2019. En cada complejo se identificaron tres hábitats: páramo, bosque altoandino y pastizal, incluyendo nueve estaciones de muestreo por cada complejo, para un total de tres repeticiones por cada tipo de hábitat. En cada estación se hicieron seis muestreos bimensuales con una duración de diez días efectivos. Durante estos eventos de colecta, los insectos se recogieron mediante la instalación de métodos de búsqueda pasiva como las trampas de interceptación o de barrera conocidas como Malaise, dispuestas tanto a nivel del suelo como en el dosel de los árboles, además



Páramo Santa Inés en el Complejo de Páramos Belmira-Santa Inés, municipio de Belmira, Antioquia, entre los 3100 y los 3200 metros sobre el nivel del mar.  
Foto: cortesía del autor.



# Polinización en las islas del cielo

Colombia alberga más del 50 % de los páramos o islas del cielo del mundo. La pérdida de hábitat por presiones antrópicas es su mayor amenaza y pone en riesgo inminente de extinción local y a largo plazo total a especies únicas y fundamentales.

Por el aumento acelerado del calentamiento global, los páramos se están calentando entre 1,6 y 2 veces más rápido que las tierras bajas circundantes, incluso en cualquier lugar fuera del círculo polar ártico, y son escenarios críticos para la sobrevivencia y permanencia de las especies.

Estudios ecológicos y taxonómicos, como los realizados en el marco de estos proyectos para entender procesos cruciales como la polinización, servirán como punto de partida para desarrollar planes de conservación y buscar estrategias que permitan mitigar los efectos del calentamiento global y las presiones antrópicas sobre las poblaciones de moscas de estas islas del cielo en el futuro cercano.

Endémicas de Colombia   Endémicas de los Andes tropicales   Ampliamente distribuidas



BIOINDICACIÓN			DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA			ESPECIES EXCLUSIVAS		
	En páramo			En bosque			En potrero	
11	14		34	110		37	24	14
Géneros	Especies		Géneros	Especies		Especies	Especies	Especies
	1			30	88			
	Género			Géneros	Especies			
	1	2		23	59			
	Género	Especies		Géneros	Especies			

El término inglés *sky island* fue popularizado por el naturalista Heald Weldon. En su definición, las islas del cielo son cadenas montañosas aisladas y separadas de otras montañas por grandes distancias, ubicadas por encima de las nubes y rodeadas por mares de tierras bajas circundantes, generalmente antropizadas. Las islas del cielo ofrecen hábitats con condiciones extremas que han favorecido fenómenos evolutivos y ecológicos resultando en la diversificación de una fauna y flora única, mayormente endémica, con poblaciones relicto altamente sensibles a los cambios ambientales como el calentamiento global y la antropización.



## Lucir como una abeja

Las moscas de las flores presentan una mímica muy especializada en la morfología, coloración y comportamiento de abejas y avispa, imitando su vuelo, produciendo incluso el característico zumbido, "Bzzzz, Bzzzz, Bzzzz". Las moscas pueden diferenciarse por las siguientes características:



- 1. Antena con tres segmentos: múltiples segmentos en abejas y avispa.
- 2. Un único par de alas: dos pares en abejas y avispa.
- 3. Patas posteriores simples: tibia posterior con una estructura o peine especializado para llevar polen.
- 4. Ausencia de aguijón: presencia de aguijón en abejas y avispa.



de platos de colores con alcohol, complementados con la utilización de redes entomológicas como metodología de búsqueda activa, para atrapar los insectos en vuelo o sobre la vegetación. El material colectado fue procesado, separado e identificado utilizando las facilidades del laboratorio de la Colección Entomológica Universidad de Antioquia. Los datos de colecta se asociaron a cada espécimen mediante el etiquetado, asignándoles un código único CEUA —Colección Entomológica Universidad de Antioquia— y consignando los datos en un archivo Excel, siguiendo el formato internacional Darwin Core.

A partir de estos datos, y en colaboración con el profesor Juan Luis Parra (Grupo de Ecología y Evolución de Vertebrados de la Universidad de Antioquia), se hicieron análisis ecológicos para medir los parámetros asociados a la variación de la diversidad entre y dentro de los hábitats estudiados de los dos complejos de páramo, con un artículo publicado en la revista indexada *Journal of Insect Conservation*.

## Los resultados más sobresalientes del estudio

- Los páramos de los complejos de Belmira y Sonsón albergan una notable diversidad beta (medición del cambio en la composición de especies a lo largo de un gradiente) y endemismo (especies únicas) concentrado en áreas muy pequeñas y fuertemente aisladas.

- En conjunto, los hábitats de páramo y bosque albergan el 30 % y 24 % de las 413 especies de moscas de las flores registradas para el país.

- Encontramos que hay una mayor variación de la diversidad entre complejos de páramo y hábitats (por ejemplo, al comparar la diversidad entre los complejos de Belmira y el de Sonsón o comparando la diversidad de los páramos con la de los bosques) que dentro de ellos (por ejemplo, comparando únicamente la diversidad al interior

de un complejo o de todos los hábitats de páramo), lo que indica que cada complejo de páramo y hábitat son refugios que albergan especies únicas (endémicas), por lo tanto, se deben conservar la mayor cantidad de complejos y hábitats en lugar de unos pocos en buen estado, promoviendo la conectividad funcional a través de corredores que permitan el movimiento de las especies.

- Se propusieron once géneros y catorce especies como bioindicadores de páramo, un género para bosque y un género y dos especies para pastizales, que son potencialmente útiles para evaluar e implementar programas de conservación en ecosistemas de tierras altas del noroccidente colombiano.

- Asimismo, se encontró que más del 50 % de las especies de sírfidos de los complejos de páramo de Belmira y Sonsón tiene hábitos depredadores de plagas en sus estadios inmaduros, seguidos de cerca por especies saprófagas, lo que indica una alta disponibilidad de recursos en los hábitats estudiados, indicando por tanto una buena conservación y estado de salud de los mismos.

- Gracias al esfuerzo que se ha realizado en el laboratorio de Colecciones Entomológicas de la Universidad de Antioquia, desde 2017 hemos descubierto y descrito veinticuatro nuevas especies que son únicas para el mundo, y que están actualmente publicadas en revistas indexadas.

Se confirma que la Colección Entomológica Universidad de Antioquia es la más completa y bien curada sobre la diversidad de moscas de las flores en Colombia, constituyendo un referente para el neotrópico y el mundo. Hace parte de nuestro patrimonio, el cual salvaguarda, preserva y cuida estos tesoros únicos y emblemáticos que nos pueden contar historias sobre sus ciclos de vida, sus preferencias por hábitats, su fenología y distribución altitudinal, entre otros detalles, pero que igualmente guardan secretos que aún están por descubrirse, los cuales podremos descifrar en la medida en la que nos apropiemos de la colección de insectos de nuestra Alma Mater y propendamos por conocer, describir y conservar estas especies únicas que habitan las islas del cielo antioqueñas. ✕

Los artículos publicados hacen parte de los proyectos «Las moscas de las flores (*Diptera, Syrphidae*) como bioindicadoras de la calidad del ambiente en los ecosistemas altoandinos del noroccidente de Colombia» (convocatorias 745-2016, código 4747) y «Fortalecimiento de colecciones biológicas: sistematización y digitalización de la Colección Entomológica Universidad de Antioquia-CEUA» (convocatoria 1030-2021, código 88829) financiados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República de Colombia.

### Izquierda

Páramo Santa Inés en el Complejo de Páramos Belmira-Santa Inés, municipio de Belmira, Antioquia, entre los 3100 y los 3200 metros sobre el nivel del mar. Foto: cortesía del autor.

### Derecha

Laguna de Santa Rita en el Complejo de Páramos Citará, municipio de Andes, Antioquia, entre los 3611 y los 3705 metros sobre el nivel del mar. Foto: cortesía del autor.





# «La Mosca»,

un impulso a la  
conservación de la  
biodiversidad en el  
Oriente antioqueño

**Juliana Torres Toro**

Bióloga, magíster en Biología  
Grupo de Entomología, Universidad de Antioquia  
juliana.torres@udea.edu.co

---

En el Oriente antioqueño, cerca de Medellín, investigadores de la UdeA han trabajado por años en restaurar un bosque húmedo montano que hoy es reserva natural. Allí, el Grupo de Entomología ha descubierto varias especies de moscas y continúa investigando la biodiversidad de dicho lugar.



Foto: cortesía del grupo.





Árboles listos para la siembra. Foto: cortesía del grupo de investigación.

**L**unes, 17 de marzo de 2020. Me levanté temprano para ir a la Universidad. Estuve a las siete de la mañana en la portería de la Avenida del Ferrocarril, pero no podía entrar, pues el día anterior los directivos de la Universidad comunicaron el cierre inmediato de la sede central ante la amenaza e incertidumbre de la pandemia por covid-19. Varias personas coincidimos en una situación similar, estábamos allí mostrando el carné y dando explicaciones, cada uno alterado ante la negativa de pasar. Después de un rato pude ingresar con un pequeño grupo de investigadores del Instituto de Química, y, como en una estampida, entré con la determinación de realizar un «rescate»: recuperar especímenes objeto de una investigación que se llevaba en curso en la Microestación Biológica.

A principios de ese año varios miembros del Grupo de Entomología Universidad de Antioquia —GEUA— estuvimos disfrutando de un lugar encantador donde ha coincidido la celebración de los logros comunes y la ciencia, la recién declarada (en abril de 2022) Reserva Natural de la Sociedad Civil, La Mosca que ha sido un segundo hogar para el grupo.

## El renacer de un bosque que nos abrió nuevas puertas

La Mosca se encuentra ubicada sobre la unidad del batolito antioqueño, en el municipio de San Vicente Ferrer, un bosque muy húmedo montano bajo y con paso de fuente hídrica. Durante casi veinte años, la profesora Marta Wolff, en compañía de Carolina Henao, investigadora del GEUA, y otros de sus miembros, han liderado la transformación de este espacio, inicialmente removiendo o disminuyendo las especies vegetales no nativas como el «pasto kikuyo» (*Pennisetum*), el «helecho marranero» (*Pteridium*) y varias especies de coníferas, entre ellas los pinos (*Pinus*), con comportamiento expansivo o invasor, ubicados en el área cuando el terreno era una finca familiar con propósitos más agrícolas y que en ese entonces fueron ganando terreno con el paso del tiempo.

Casi en simultáneo se creó un pequeño vivero con el fin de germinar semillas de árboles nativos. También se promovió el crecimiento de aquellas plantas que ya se encontraban allí. Como una tradición, anualmente, el grupo realiza visitas en las cuales se han llegado a sembrar hasta cien árboles por ocasión.

Ese febrero, al igual que en marzo de 2019, realizamos una

corta salida de campo para recolectar larvas de «moscas soldado» que en 2011 habían sido detectadas en el predio y preservadas por la profesora Marta Wolff y compañeros del grupo, quienes hicieron pequeñas expediciones a redes de cavernas formadas por el solapamiento de rocas, llamadas organeras.

Ocurrió que las larvas que se almacenaron desde ese entonces en una gaveta de madera, por alguna razón química, sin intervención humana, se habían transparentado, por lo cual ya no era posible observar con claridad las estructuras para su determinación taxonómica, así que las visitas en 2019 y 2020 resultaron indispensables para obtener muestras frescas. Primero hubo que abrir un poco el camino. Al llegar a la entrada de un organal, aunque estaba cubierto de ramas, quedaban algunos espacios por donde los murciélagos fruteros de la especie *Carollia perspicillata* se despliegan en búsqueda de su alimento y regresan a la cueva, su hogar. La parte más externa del suelo del organal estaba cubierta de guano, que era el tesoro buscado, el sustrato donde debían estar las larvas. Entonces, armados con una palita y frascos plásticos recogimos una buena cantidad de guano que al lunes siguiente llevamos a la Microestación de la Universidad.

Una vez en el laboratorio, con la profesora Marta, separamos e individualizamos las larvas, tratando de mantener las condiciones de temperatura y humedad para su adecuado desarrollo, que consiste en que la larva que se mueve y se alimenta del sustrato pasa a un estado inmóvil o de pupa, y luego, mediante cambios hormonales, empiezan a emerger los adultos. Todo ello ocurría mientras que el covid-19 cogía fuerza en el país.



*Carollia perspicillata*. Foto: Bernard Dupont en Flickr.



## Descubrimientos en la reserva

El día del «rescate» recuperamos las muestras y los materiales necesarios y tuvimos que improvisar un laboratorio en la casa para continuar con las colectas diarias, y con mucho cuidado, durante las últimas semanas, recobramos más de cien ejemplares con sus puparios completos. Un par de ellos se enviaron a Brasil, donde después de algunos meses los recibió el profesor José Roberto Pujol, un colega y amigo del grupo del Departamento de Zoología de la Universidad de Brasilia.

En Brasil, los puparios se sometieron a un procedimiento para visualizar y fotografiar mejor las estructuras mediante la técnica SEM; paralelo a ello, en el GEUA estudiábamos con esteo microscopio las larvas y los adultos para conocer su identidad. Después de varios meses de investigación se logró determinar que efectivamente los ejemplares se trataban de dos nuevas especies para la ciencia, que nombramos *Pteticus benecki*, en honor a nuestro amigo el entomólogo forense Mark Benecke, y *Pteticus pseudospatulatus*, por el parecido de esta especie con *P. spatulatus*, una especie centroamericana. Casualmente, el manuscrito donde le contamos a la comunidad científica este hallazgo fue publicado dos años



Larva *P. pseudospatulatus*. Foto: cortesía del proyecto.



Larva en el guano. Foto: cortesía del proyecto.

después de recuperar las larvas, el 17 de marzo de 2022, y fue también la primera vez que en la literatura científica pudimos reportar que esta familia de moscas usaba el guano de murciélago como sustrato para vivir.

Las especies de moscas *Pteticus benecki* y *Pteticus pseudospatulatus* se van sumando a la lista de nuevas especies encontradas en la reserva, ya que en el año 2012 se describió *Fannia lamosca*, el primer nuevo descubrimiento (familia Fanniidae) que recibió su nombre en honor a los esfuerzos del grupo. Finalmente, otro hallazgo importante sobre el lugar es el registro como localidad de la especie de chinche descrita en el 2021 y llamada *Castolus rafaeli* (familia Reduviidae).



*Pteticus benecki*. Foto: cortesía del proyecto.



*Pteticus pseudospatulatus*. Foto: cortesía del proyecto.

## Preservando un pedacito del patrimonio natural antioqueño

La Mosca se ha transformado a sí misma gracias a los esfuerzos realizados por el grupo; en sus espacios se evidencia el crecimiento paulatino pero constante de la flora y el retorno y la colonización de gran variedad de fauna, especialmente de polinizadores. Es refugio de abundantes aves como carriquies, barranqueros, guacharacas; de mamíferos como zorros, armadillos, zarigüeyas; anfibios y reptiles, entre muchos otros seres vivos.

Este lugar se potencia día a día como una morada para la biodiversidad, es un pulmoncito de bosque en un espacio rural cercado por cultivos y la creciente urbanización en la zona. La Mosca ha transformado las vidas de cada uno de nosotros, con la experiencia y la oportunidad, en menor o mayor medida, de compartir este espacio, de ser partícipes de la labor y la investigación de este maravilloso ecosistema que promete nuevos hallazgos que están en curso, la descripción de nuevas especies y, sin duda, el aporte a la conservación de la naturaleza en el departamento de Antioquia.

## Glosario

**Guano:** sustrato compuesto por la acumulación masiva de excrementos de murciélagos o aves.

**Pupario:** exuvia esclerotizada o endurecida de la última muda de la larva de la cual sale la mosca adulta.

**SEM:** siglas en inglés para Scanning Electron Microscope. Microscopía electrónica de barrido. Una técnica para estudiar estructuras microscópicas en tridimensionalidad.

**Taxonomía:** término que se refiere a la organización, clasificación y nomenclatura, es decir, la asignación de nombres a los seres vivos.



# Electricidad:

## EL LENGUAJE SECRETO DE LAS PLANTAS

Ian Elías Cuartas Arzuza  
José Miguel Arbeláez Arbeláez (Q. E. P. D.)

Estudiantes de Biología, Instituto de Biología  
Integrantes del Grupo de Biofísica. Universidad de Antioquia

Juan Camilo Calderón

Médico, doctor en Fisiología y Biofísica  
Coordinador del Grupo PHYSIS, Facultad de Medicina. Universidad de Antioquia

Marco Antonio Giraldo

Físico, doctor en Biofísica  
Coordinador del Grupo Biofísica, Instituto de Física,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia  
mantonio.giraldo@udea.edu.co

Como si se tratara del sistema nervioso de los humanos y otros animales, se ha descubierto que las plantas también tienen la capacidad de generar y transmitir señales eléctricas de una célula a otra. Estos mensajes eléctricos les ayudan a crecer, a responder al sol y al agua, o a protegerse de los insectos. El laboratorio de los grupos de Biofísica y PHYSIS ha medido propiedades eléctricas de células animales (corazón y neuronas), y ahora se ha enfocado en hacer estas mediciones en las plantas, siendo el primer laboratorio del país en este tipo de investigaciones.

### Las plantas: activas exploradoras de su entorno

Seguramente, de niños jugamos con aquellas curiosas plantitas que, cuando las tocábamos, cerraban las hojas con rapidez como si se durmieran. Estas plantas, a las que llamamos comúnmente dormideras o dormilonas, se cierran así para protegerse de los herbívoros. Todo ello ocurre gracias a los impulsos eléctricos.

*Mimosa pudica*, como se llama esta planta, genera señales eléctricas cuando es sometida a un estímulo mecánico. Estos son potenciales de acción, que análogamente a como sucede en nosotros los humanos, y en los demás animales, viajan desde las hojas hasta unas estructuras llamadas pulnículos, que se encuentran en su base, donde provocan una redistribución del agua de unas células a otras, lo que en últimas genera que la hoja se cierre.

Este mismo mecanismo es el que utiliza la planta carnívora Venus atrapamoscas (*Dionaea*

*muscipula*) para cerrar sus hojas y atrapar la presa: algún insecto, o, incluso, alguna pequeña rana desprevenida. A pesar de que en estas dos plantas la respuesta eléctrica está asociada a un movimiento rápido bastante notorio y llamativo, no son las únicas que presentan dinámicas eléctricas; de hecho, estos fenómenos hidro-electro-químicos están en todas las plantas cumpliendo diversos roles fisiológicos, desde regular el intercambio de gases y determinar la direccionalidad del crecimiento hasta desatar mecanismos de defensa, o incluso comunicarse con otros organismos. De esta manera, las plantas, a pesar de sus hábitos sésiles, son organismos activos que censan su medio y responden de acuerdo con las condiciones de este. Las plantas son consideradas por algunos investigadores como organismos inteligentes, con memoria y capaces de aprender, todo esto gracias a la señalización eléctrica.

### El surgimiento de la electrofisiología vegetal

Hablar de electricidad en las plantas parecería algo ilógico, y lo mismo pensó la comunidad científica a comienzos del siglo XX. Sin embargo, el biofísico e inventor indio J. C. Bose presentó en 1921, por primera vez, sus trabajos sobre la «electricidad vegetal». En ese entonces, luego de una larga confrontación académica entre Galvani y Volta, ya era ampliamente aceptado que los animales mostraran fenómenos eléctricos en sus tejidos. Pero ¿y las plantas? Esos organismos considerados inferiores, básicos, aburridos y sin movimiento, ¿cómo podrían tener electricidad? Parecía imposible, y ni siquiera con los arduos, metódicos y complejos experimentos realizados por Bose esta idea llegó a ser aceptada.

La fisiología de las plantas se explicaba únicamente por fenómenos químicos, los cuales son lentos, al igual que las dinámicas que en estas ocurren. El tema fue marginado y no fue sino hasta los años ochenta del siglo pasado que se volvió a hablar de él, cuando nuevas técnicas y aproximaciones teóricas permitieron dar forma a muchas



de las ideas ya propuestas años atrás por Bose. De esta manera, surgió una nueva área dentro de las ciencias botánicas: la electrofisiología vegetal.

## Respuestas electrofisiológicas de las plantas

La electrofisiología vegetal es la rama de la biología que estudia los procesos eléctricos que ocurren en las plantas. Conocer las dinámicas eléctricas de las plantas permite tener una visión más amplia e integral de sus procesos fisiológicos. Solo cuando se tuvieron en cuenta los fenómenos eléctricos se pudo dar explicación a algunos procesos fundamentales como el intercambio de gases a través de los estomas, la direccionalidad del crecimiento (tropismos), los movimientos, ya sean rápidos como en *Mimosa pudica* y *Dionaea muscipula*, o lentos, como las plantas que abren y cierran las hojas de acuerdo con el ciclo día/noche, la toma de nutrientes del suelo, la respuesta al estrés abiótico (e. g. salinidad, sequía, acidez, falta de oxígeno), la presencia de patógenos y herbívoros, la interacción simbiótica con hongos y bacterias en las raíces, entre muchos otros.

También es posible, gracias a técnicas electrofisiológicas, determinar cuándo hay alteraciones de los sistemas celulares y qué implicaciones pueda tener esto en la fisiología de la planta.

De esta manera surgieron metodologías como la estimación de flujo iónico con microelectrodo —MIFE, por sus siglas en inglés—, entre otras, que permiten identificar variedades de plantas tolerantes a algún tipo de estrés de acuerdo con la respuesta eléctrica, lo cual es de gran utilidad a nivel agronómico. Además, saber cómo afectan los diversos tipos de estrés a las plantas y cómo responden para sobrellevar los mismos permite escoger qué medidas tomar para menguar el efecto negativo de las condiciones de estrés y mejorar así la producción. De este modo, la electrofisiología tiene amplias aplicaciones en la agricultura, y sus utilidades aumentan cada vez más con el tiempo, si se consideran las posibilidades que brinda de mejorar las condiciones de seguridad alimentaria, algo de tanta urgencia para la humanidad en la actualidad.

## ¿Cómo se estudian los fenómenos eléctricos en las plantas?

Diversas técnicas se han desarrollado a lo largo de los años con el fin de elucidar las propiedades electrofisiológicas, en un comienzo de células animales, pero luego extrapoladas a modelos vegetales.

Para poder aplicar dichas técnicas se debe tener acceso a la membrana celular, sin embargo, a diferencia de las células animales

las células vegetales tienen, además, pared celular. Esta estructura está compuesta en gran parte por polisacáridos que confieren sostén, firmeza y resistencia a las presiones de turgencia altas, propias de las células vegetales. Para poder acercarnos a la membrana debemos primero remover la pared celular y obtener protoplastos (célula vegetal sin pared).

Una vez obtenidos los protoplastos se puede entonces acceder a la membrana celular. La técnica más importante para caracterizar y describir los canales iónicos en una membrana es la de *patch-clamp* y es la que aplicamos en el laboratorio de los grupos de Biofísica y PHYSIS. Para ello fabricamos pipetas cuya punta tiene un diámetro de aproximadamente 1 o 2 micrómetros, por lo que se conocen como micropipetas. Estas se llenan de una solución que simula la del citoplasma celular y que además se conecta a un electrodo metálico. La punta de la micropipeta se acerca y adhiere a la membrana celular, gracias a una succión aplicada con una manguera conectada a la boca del investigador o a una jeringa (presión negativa), obteniendo así una resistencia eléctrica muy grande que se conoce como un gigasello (cuando la resistencia es superior a  $1\text{ G}\Omega = 10^9\ \Omega$ ). Una vez formado el sello, y gracias a una nueva succión, se rompe la membrana en el pedacito dentro de la pipeta y su contenido se mezcla con el citoplasma de la célula, adquiriendo así lo que se conoce como la configuración *whole-cell*.

De esta manera, ya podemos analizar la actividad eléctrica de todos los canales iónicos ubicados en la membrana, pues al poner otro electrodo en la zona al exterior de la célula estamos midiendo y controlando el potencial eléctrico entre el interior y el exterior celular. Así, cuando inducimos un cambio de voltaje en la célula los canales se abren generando una corriente iónica, la cual es registrada por los electrodos del equipo. Cada tipo de canal posee respuestas diferentes de acuerdo con el protocolo de estimulación, de modo que con esta técnica podemos identificar los tipos de canales presentes y caracterizarlos.

Lo descrito solo es una de las formas de hacer *patch-clamp*, y que realizamos en el laboratorio; sin embargo, existen diferentes configuraciones y variaciones de la técnica de acuerdo con el fenómeno eléctrico celular que se desee medir. Así, *patch-clamp* se considera una técnica muy versátil y útil en electrofisiología.

## Desentrañando el movimiento de *Mimosa pudica*

La próxima vez que veamos una plantita dormidera cerrar sus hojas ya sabremos que no es porque tenga sueño, sino porque ha percibido un estímulo

Fotografía: Krishnendu Pramanick en Pixabay.com





# DINÁMICAS ELÉCTRICAS: DE TEJIDOS A CÉLULAS

Para que un estímulo pueda desencadenar una respuesta fisiológica en la planta debe ocurrir lo que se conoce como transducción de la señal; es decir, que el estímulo genere una respuesta molecular en la membrana o al interior de la célula.

## LA TRANSDUCCIÓN

**DE SEÑALES** es un mecanismo complejo en el que hay múltiples procesos involucrados:



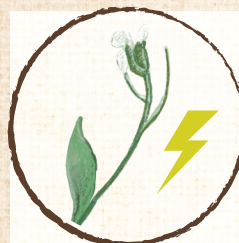
**MECÁNICOS:**  
Como la presión y la turgencia.



**HIDRÍCOS:**  
Asociados a la ósmosis y el movimiento del agua.

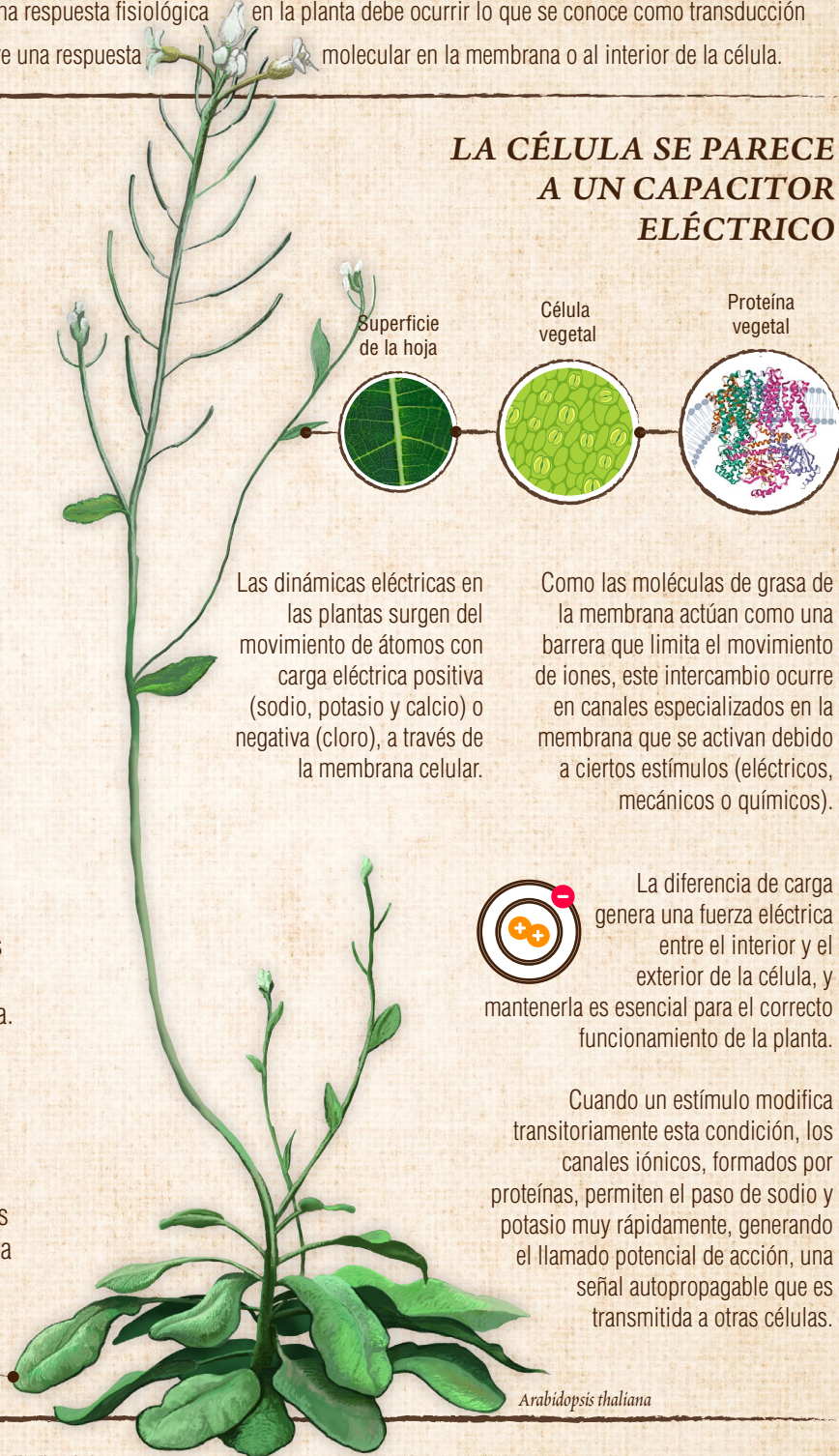


**QUÍMICOS:**  
A través de hormonas y otras moléculas de diversa naturaleza.



**LUMÍNICOS, TÉRMICOS O ELÉCTRICOS:**  
Son estos últimos en los que nuestra atención está puesta.

## LA CÉLULA SE PARECE A UN CAPACITOR ELÉCTRICO



*Arabidopsis thaliana*

**PATCH CLAMP** es una técnica experimental que permite medir las propiedades eléctricas de una parte de la membrana (parche o *patch*) o de la célula completa.

mecánico, el cual ha generado la activación de ciertos canales iónicos de membrana en las células de las hojas, provocando un movimiento de iones que, a su vez, desencadena un potencial de acción que viaja a través del sistema vascular a las células adyacentes; esta señal induce la activación de los canales en las células a las que llega, propagándose hasta que finalmente alcanza a las células objetivo: las células motoras del pulvínulo. En estas, la activación de los canales provoca una respuesta conjunta, ocurriendo una salida de agua y metabolitos, lo que hace que se pierda la presión interna que mantiene a las células y a las estructuras que las conforman firmes y erguidas. Este es el ejemplo más claro y llamativo de la actividad eléctrica en las plantas, aunque ahora sabemos que todas las plantas presentan este tipo de fenómenos, y que son además esenciales para su fisiología.

Organismos que parecieran tan simples y comunes, y que creíamos comprender en su totalidad, nos siguen sorprendiendo día a día. En su momento, el comportamiento excepcional de las plantas carnívoras representó un reto para el mismísimo Charles Darwin, quien estaba empeñado en darle un lugar a tales organismos en su teoría de la evolución de las especies, cosa que no le fue posible, ya que el sesgo del pensamiento antropocéntrico de la época dificultaba siquiera imaginar comportamientos complejos en las plantas. Hoy en día nos hemos dado cuenta de que las plantas son organismos mucho más activos de lo que pensábamos, interactuando constantemente con su entorno para poder sobrevivir y responder a los retos que se

les presentan; algo tan descabellado e increíble que fue ignorado por mucho tiempo. A pesar de los avances en el entendimiento de estos fenómenos biofísicos de señalización eléctrica, aún hay bastantes interrogantes y mucho por descubrir en esta reciente, intrigante y desafiante área de las ciencias botánicas, la cual está esperando de mentes curiosas que se quieran aventurar a develar los secretos de la vida vegetal.

Después del trabajo realizado por nuestros grupos de investigación Biofísica y PHYSIS durante los últimos años sobre electrofisiología de las células cardíacas y neuronas, nos estamos adentrando en el fascinante mundo de la electrofisiología vegetal. Animales y plantas somos diferentes, pero también muy parecidos. ✕

## Glosario

**Capacitor eléctrico:** dispositivo que almacena carga eléctrica para liberarla de manera controlada, de uso muy común en los aparatos electrónicos. Consta de dos partes metálicas cargadas separadas por un aislante.

**Estomas:** estructuras especializadas a modo de poro, presentes en la superficie de las hojas y algunos tallos para el intercambio gaseoso.

**Genómica:** estudio de todo el ADN de un organismo.

**Gigasello:** sello de muy alta resistencia entre una membrana celular y una micropipeta de electrofisiología.

**Micrómetro:** una milésima parte de un milímetro, o una millonésima parte de un metro.

**Potencial de acción:** estado temporal de una célula caracterizado por una variación grande de la polarización eléctrica.

**Sésil:** que vive fijo a un sustrato o superficie.

**Tropismo:** crecimiento direccional de las plantas o partes de ellas, ya sea hacia un estímulo u opuesto a este.

**Turgencia:** ganancia de volumen en la célula gracias a un aumento de su contenido celular, lo que genera que se ejerza presión hacia el exterior.

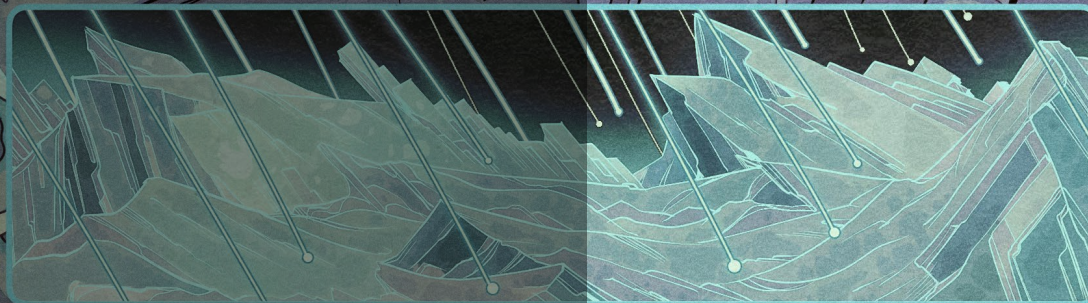


# Escudo de plata

Análisis de propiedades mecánicas y bactericidas de un recubrimiento cerámico

Magali Restrepo Posada

Ingeniera de materiales,  
estudiante de maestría en Ingeniería de Materiales  
Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales  
—CIDEMAT—, Facultad de Ingeniería  
[magali.restrepo@udea.edu.co](mailto:magali.restrepo@udea.edu.co)



Los recubrimientos cerámicos que incorporan metales blandos, como la plata, son una alternativa económica y atractiva para el reemplazo de implantes de caderas y rodillas. El análisis de las propiedades mecánicas, de fricción y bactericidas no solo plantea desarrollos prometedores en el campo biomédico, sino también en aplicaciones industriales de corte y conformado.



Se estima que en Colombia se realizan 10 000 reemplazos de cadera y rodilla al año que generan costos para el sistema de salud por cerca de \$ 90 000 millones. Según el *National Joint Registry* del Reino Unido, el número de reemplazos de cadera aumentó un 19,47 % y de rodilla un 27,72 % durante la última década. Al menos el 5 % de estas cirugías están sujetas a complicaciones asociadas a infecciones causadas principalmente por bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Un implante dental, un tornillo en la cadera y una rótula artificial son elementos que tienen en común funcionar como prótesis en el cuerpo humano y que están fabricados principalmente de materiales de aleaciones ferrosas, de cobalto-cromo y de titanio, siendo este último el material más usado en la actualidad para estas aplicaciones. Sin embargo, después de cierto tiempo (diez o quince años) pueden generar toxicidad en el cuerpo ocasionando que el implante deba ser extraído y reemplazado.

Una de las principales ventajas de los recubrimientos cerámicos, frente a los metálicos y poliméricos, es su elevado uso en aplicaciones biomédicas, en especial de implantes dentales y ortopédicos, pues presentan una buena combinación entre propiedades mecánicas, tribológicas (relacionadas con la resistencia a la fricción) y bactericidas. Los recubrimientos son capas que se ubican sobre un sustrato, en este caso sobre una aleación de titanio, con el fin de aumentar las propiedades del recubrimiento con metales blandos como la plata, el oro, el cobre, entre otros.

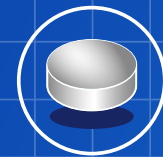
El interés por comprender el funcionamiento de los recubrimientos de nitruro de titanio aluminio vanadio plata, o TiAlVN(Ag), se origina a partir de la investigación del Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales —CIDEMAT— de la Universidad de Antioquia titulada «Desarrollo de un recubrimiento de TiAlVN(Ag) obtenido por la técnica *magnetron sputtering* para aplicaciones biomédicas». Tuvo como objetivo principal reducir algunos fenómenos de desgaste del recubrimiento mediante la adición de la plata (Ag). Esta acción se fundamenta en el comportamiento autolubrificante de la plata, lo que implica su capacidad para deslizarse fácilmente sobre otra superficie sin necesidad de lubricación adicional. La plata, al ser insoluble en la mayoría de los nitruros (materiales cerámicos que se caracterizan por tener en su estructura química como elemento prin-

cipal el nitrógeno), se aloja en forma de nanopartículas o esferas en la matriz del TiAlVN, actuando, entre otras cosas, como lubricante sólido. Estas propiedades hacen que dichos recubrimientos compuestos sean prometedores en el uso de herramientas de corte y conformado de materiales metálicos. Por ejemplo, podría contribuir a la reducción del desgaste aun a elevadas temperaturas como las que experimenta un disco de corte de una pulidora o cortadora.

Las superficies de titanio presentan problemas debido a su baja dureza y una resistencia al desgaste relativamente pobre, lo que las hace susceptibles al desgaste adhesivo y por fatiga. Por ejemplo, se han encontrado problemas con estas aleaciones, principalmente en los implantes quirúrgicos, como las articulaciones artificiales de cadera y rodilla, puesto que se corroen después de diez o quince años de uso. Esta corrosión se atribuye principalmente a deficiencias en las propiedades tribológicas como el alto coeficiente de fricción y la alta sensibilidad al desgaste adhesivo. Además, las superficies de titanio pueden liberar iones metálicos de la aleación (de aluminio y vanadio), lo que genera irritación local de los tejidos del implante; en ocasiones, es necesario recurrir al reemplazo.

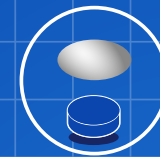
# TRIBOLOGÍA EN ACCIÓN

A través de la técnica *magnetron sputtering* se fabricó un recubrimiento cerámico compuesto de una matriz y un dopante (plata - Ag) sobre un sustrato que es una moneda hecha de una aleación de titanio. El recubrimiento dio lugar a un nuevo material que presentó mejores propiedades de fricción útiles en aplicaciones industriales de alto desgaste y propiedades antibacteriales para potenciales aplicaciones biomédicas.



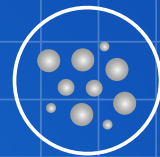
## SUSTRATO

Moneda de aleación de titanio (Ti6Al4V) caracterizada por su alto uso en aplicaciones biomédicas



## MATRIZ

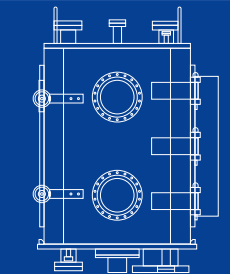
Compuesta de un nitruro de titanio aluminio vanadio, que le da dureza y resistencia al material.



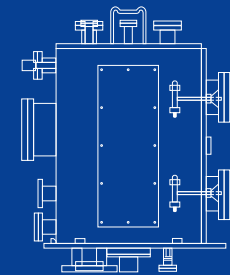
## PLATA (Ag)

Material dopante con propiedades antimicrobianas.

Vista frontal



Vista lateral



**Magnetron sputtering:** técnica para la fabricación de recubrimientos por deposición física de vapor.

**Tribología:** estudio del desgaste por fricción.

Termocupla: controla la temperatura.

Placa de plata Ag

Rotación del sustrato

Flujo de argón (Ar)  
Flujo de Nitrógeno (N<sub>2</sub>)

Placa de titanio aluminio vanadio (Ti6Al4V)

Magnetron

Magnetron

Corriente directa

Corriente directa

Voltaje Bias

Sistema de vacío

Ag Plata

Ar Argón

Al Aluminio

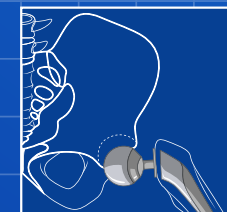
Ti Titanio

V Vanadio

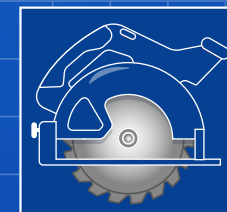
N Nitrógeno

S N Polos magnéticos que tiene el equipo: sur y norte

## POTENCIAL APLICACIÓN



En materiales médicos como quirúrgicos e implantes



En el ámbito industrial en herramientas de alto desgaste como en discos de corte para cortadoras de alta precisión



Una alternativa ampliamente utilizada para contrarrestar el desgaste es la nitruración por plasma de las aleaciones de titanio, a menudo seguida de la aplicación de un recubrimiento duro, por ejemplo, del nitruro de titanio (TiN), creando así los conocidos recubrimientos dúplex. Sin embargo, el proceso de nitruración del Ti6Al4V requiere de temperaturas superiores a los 650 °C, las cuales pueden disminuir las propiedades de la aleación y generar distorsiones en las piezas tratadas. Por su parte, los recubrimientos dúplex resultan ser una alternativa muy costosa. Por estas razones, la técnica *magnetron sputtering* se convierte en un camino fiable debido a la alta homogeneidad, compactación y pureza en los recubrimientos. Además, presenta una reducción de costos en comparación con los recubrimientos dúplex.

Los recubrimientos de matriz cerámica con metales blandos, como TiN-Ag, TaN-Cu, ZrN-Ag, presentan una buena combinación de dureza/tenacidad y resistencia al desgaste. La matriz cerámica (TiN, TaN, ZrN) aporta la dureza, mientras que la tenacidad y el bajo coeficiente de fricción es una contribución de la fase blanda y autolubrificante de la plata, que da lugar a un coeficiente de fricción más bajo, un menor desgaste y una mayor durabilidad del implante o la pieza recubierta. A su vez,

la plata mejora las propiedades biomédicas del recubrimiento al actuar como un agente antibacteriano, pues ayuda a combatir las infecciones relacionadas con los implantes al matar las bacterias o disminuir su proliferación. En casos extremos, estas infecciones pueden ocasionar el fracaso del implante.

La presencia de partículas de plata insolubles en la matriz de TiAlVN se confirmó mediante las técnicas de difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Estos análisis revelaron que el incremento del contenido de plata afecta de manera considerable la estructura columnar (una estructura en forma de muro o columna característica del recubrimiento, como se observa en la figura 1) y conduce también a cambios de textura y de crecimiento preferencial del TiAlVN en el plano dos cero cero (200).

Por su parte, la dureza de los recubrimientos disminuyó con el aumento de contenido de plata debido a su baja dureza gobernada por la ley de mezclas de un material compuesto. Así mismo, las tensiones residuales del recubrimiento aminoraron con el contenido de plata, ya que esta asume buena parte de las tensiones mediante la deformación plástica.

Propiedades como la rugosidad y el espesor de los re-

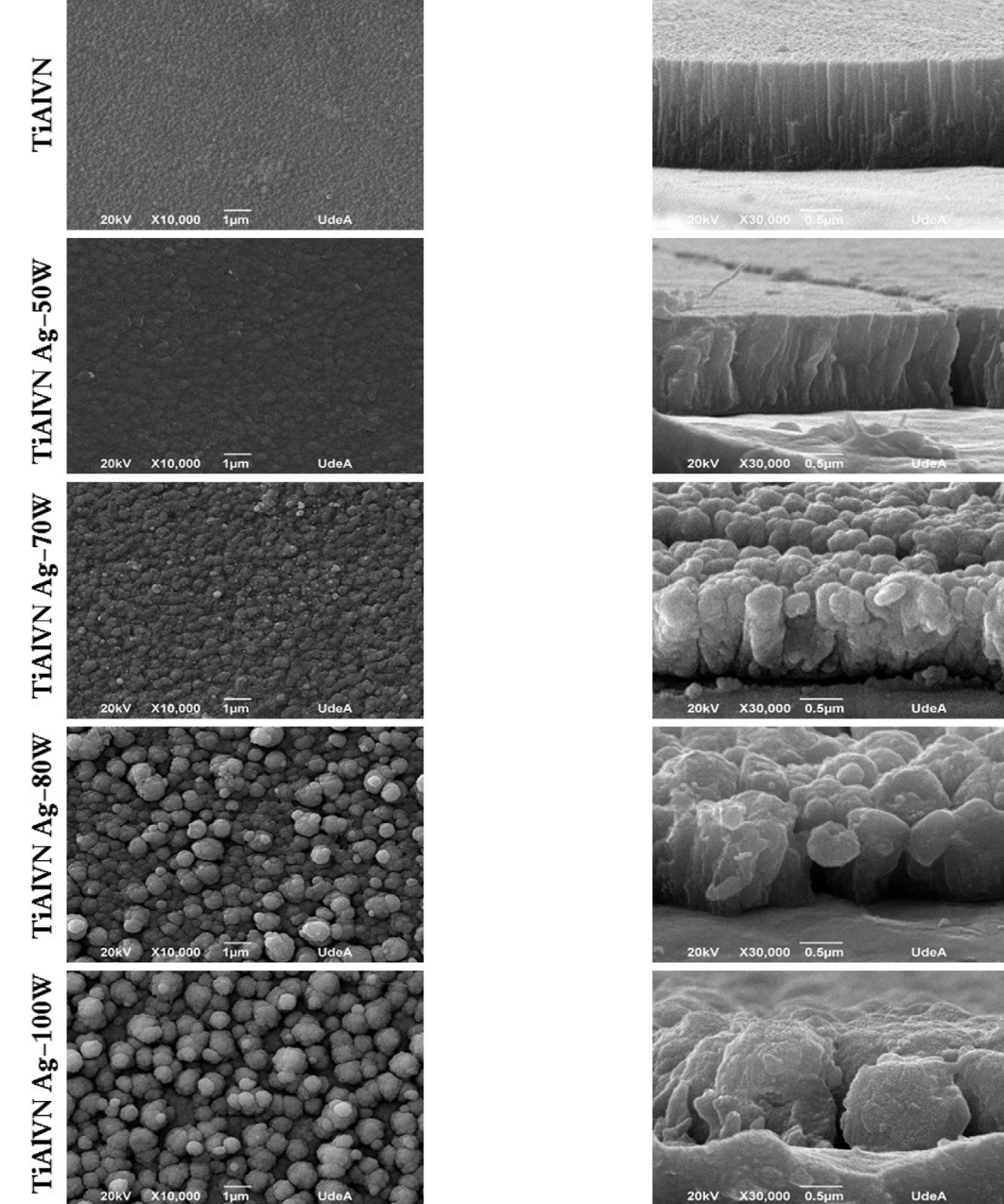


Figura 1. Recubrimientos de TiAlVN (Ag) a diferentes potenciales  
Fuente: Marín et al. (2022).

cubrimientos aumentaron con el incremento de plata debido a cambios morfológicos inducidos por el material dopante, como la interrupción del crecimiento columnar cuando este se segrega en los límites del grano y en los espacios intercolumnares de la estructura.

Los espesores de los recubrimientos no fueron mayores a una micra, mucho menores al de un cabello humano, debido a la aglomeración de partículas de plata y la formación de Ag-clústeres en la superficie del recubrimiento como resultado del proceso de difusión de las partículas de Ag durante el tratamiento térmico.

El coeficiente de fricción disminuyó con el aumento en el contenido de plata debido a sus propiedades autolubricantes. Sin embargo, a un porcentaje mayor a 28,6 % at de Ag (porcentaje atómico de plata) el coeficiente de fricción comienza a aumentar, debido al exceso de este material en la superficie del contracuerpo durante el ensayo tribológico, lo que conduce a un fuerte desgaste, fundamentalmente de tipo adhesivo.

Los resultados permiten concluir que, con excepción del recubrimiento con el mayor contenido de plata, estos recubrimientos compuestos poseen un gran potencial para ser aplicados, no solo en instrumentación quirúrgica, sino también en diferentes tipos de implantes, por su adecuado balance entre dureza y tasa de desgaste, y por el posible efecto bactericida que le puede conferir a la pieza recubierta, lo cual representa un alto valor agregado a la misma. X

#### Referencias

Marín, F. L., Gilberto, G. y Torres, G. (2022). Influence of silver content on microstructural, bactericidal, and cytotoxic behavior of TiAlVN (Ag) composite coatings deposited by magnetron sputtering. *Materials Chemistry and Physics*, 291, 126776. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.126777>.

#### Glosario

**El desgaste adhesivo:** propiedad tribológica que puede medirse a partir de la resistencia resultante del deslizamiento de las asperezas (impurezas de recubrimiento) durante el movimiento frente a un contracuerpo (un material que se utiliza como blanco de prueba en tribología y que se fracturan por este movimiento), dependiendo de la magnitud de las fuerzas que tiene el sistema.

**Material dopante:** material que se agrega al recubrimiento, en este caso, la plata.

**Plano dos cero cero (200):** direcciones cristalográficas de la plata obtenida por la difracción de rayos X en el recubrimiento.

**TiAlN:** nitruro de titanio aluminio.

**TiAlVN:** nitruro de titanio aluminio vanadio.

**TiAlVN(Ag):** nitruro de titanio aluminio vanadio plata.



# La magia de la edición crítica

en la restitución de las obras de *El brujo de Otraparte*: Fernando González Ochoa

**Pablo Julián García Valencia**

Filólogo Hispanista de la Universidad de Antioquia  
Miembro del Grupo de Estudios Literarios —GEL—  
y del semillero de Edición Crítica de la  
Facultad de Comunicaciones y Filología de la  
Universidad de Antioquia  
[pjulian.garcia@udea.edu.co](mailto:pjulian.garcia@udea.edu.co)

Las ediciones críticas tienen un rol en dilucidar el «teléfono roto» de las obras literarias cuyo sentido estético e ideológico se ha tergiversado. Para la restitución del pensamiento y la obra del escritor Fernando González se revisaron las libretas personales, el mecanuscrito y la correspondencia.



# BAJO PECADO MORTAL

## es condenada por dos Obispos la lectura del libro de Fernando González

### “Viaje a pie”.

#### El Arzobispo de Medellín:

Nos, Manuel José Caycedo, por la gracia de Dios y de la Santa Sede Apostólica Arzobispo de Medellín, asistente al Solio Pontificio.

Constituidos por nuestro cargo pastoral en guardián de la fe y de las buenas costumbres [c.336], apremiados por el deber de alejar el peligro de perversión que traen las malas lecturas (c. 1395) y habiendo sido denunciado ante Nos como gravemente nocivo el libro intitulado «Viaje a pie», cuyo autor es el doctor Fernando González.

Después de haberlo sometido al examen y haberlo hallado prohibido A JURE, porque ataca los fundamentos de la Religión y la moral con ideas evolucionistas, hace burla sacrílega de los dogmas de la fe, es blasfemo de Nuestro Señor Jesucristo y con sarcasmos volterrianos se propone ridiculizar las personas y las cosas santas, trata de asuntos lascivos y está caracterizado por un sensualismo brutal que respiran todas sus páginas.

#### DECLARAMOS:

El libro del doctor Fernando González, «Viaje a pie» está vedado por derecho natural y eclesiástico, y por tanto su lectura es prohibida bajo pecado mortal.

Dado en Medellín, a 30 de Diciembre de 1929.

† MANUEL JOSE.

Arzobispo de Medellín.

#### El Obispo de Manizales:

Ratificamos, de acuerdo con lo dispuesto en las Conferencias Episcopales, la condenación del libro «Viaje a pie» del doctor Fernando González, hecha por el Ilustrísimo señor Arzobispo de Medellín.

En consecuencia, declaramos prohibida, bajo pena de pecado mortal, a los fieles de nuestra Diócesis, la lectura de dicho libro. Basta leer sus páginas saturadas de volterianismo y lascivia para persuadirse de que está prohibida por el mismo derecho natural.

El presente decreto y su ratificación serán leídos en todas las Iglesias y Capillas de la ciudad episcopal y publicados por la prensa para conocimiento de los fieles.

Dado en Manizales, a 8 de Abril de 1930.

† TIBERIO.

Obispo de Manizales.

Desde la Antigüedad pervive una constante preocupación por preservar las obras escritas que en el presente conforman el legado más sobresaliente de nuestra literatura universal. Esta actitud viene motivada por la intención de contrarrestar las alteraciones, la corrupción, la tergiversación, y la censura institucional, producto de la manipulación constante de los testimonios escritos, de lo cual deviene una transformación del sentido literal de ese acervo de libros. Así, la filología nace con el noble propósito de recuperar el sentido primigenio de la apuesta estética e ideológica de un escritor, alterada voluntaria o involuntariamente por los copistas o editores en el transcurso de los años. En consecuencia, las ediciones críticas son el producto de esta ardua labor.

A lo largo de la historia se han realizado trabajos filológicos sobre las obras de Homero hasta textos como la *Biblia*. Por ejemplo, los editores críticos del libro sagrado se encuentran con variantes textuales tal y como lo explica el doctor Ignacio Carbajosa. El manuscrito o *Codex Vaticanus* contiene la sentencia: «el que tenga oídos, que oiga», mientras que el *Codex Sinaiticus* dice: «el que tenga oídos para oír, que oiga». Los editores prefieren la primera versión corta, ya que explican la adición «para oír» de la segunda como la intervención de un copista que pretendió armonizar la frase con otras versiones de los evangelios en que encontramos la expresión completa «oídos para oír».

En *Para nacer he nacido* Pablo Neruda ofrecía un ejemplo en el que tan solo una vocal puede alterar no solamente el sentido de un poema, sino desviar por completo su norte interpretativo. Pues,

no es lo mismo escribir: «Yo siento un fuego atroz que me devora» que publicar «Yo siento un fuego atrás que me devora». En palabras de Vásquez, el lector puede hacer inferencias erróneas, por ejemplo, sobre las preferencias sexuales del poeta. De este modo, se evidencia la enorme responsabilidad que tiene el filólogo ante la manipulación del texto literario, pero al mismo tiempo la posibilidad de hacer una enorme contribución con su restauración mediante el análisis minucioso del material reunido y la aplicación de su juicio crítico.

### ¿Qué es una edición crítica y cómo se elabora?

Podemos definir el proceso de elaboración de una edición crítica mediante una sencilla analogía. Existe un juego infantil denominado «el teléfono roto», que consiste en la transmisión de un mensaje que un primer niño debe decirle al que está a su lado, en el oído, sin que los demás lo escuchen, para que este a su vez se lo diga a otro y, así, el último de los niños revele en voz alta lo comprendido del mensaje.

Pues bien, el mensaje sería equiparable al texto literario que es transmitido por la publicación de diversas ediciones de un libro en el transcurso del tiempo. En el juego era común a medida que se pasaba el mensaje este se fuera tergiversando y, en ocasiones, distaba mucho del inicial. Entonces, quien dirigía el juego comenzaba a preguntarle a cada niño qué había entendido para así descubrir el punto de quiebre.

Asimismo, el editor crítico es un especialista en literatura que, mediante la confrontación del mensaje transmitido por diversas versiones de una misma obra, encuentra las divergencias e inconsistencias para así restaurar el mensaje inicial difundido por un escritor.



## ¿Se publican ediciones críticas en nuestro país?

En el contexto de nuestra literatura nacional, si bien se editan con frecuencia obras literarias de los autores más representativos del presente y del pasado, pocas iniciativas en ediciones críticas han visto la luz. No obstante, con el ánimo de suplir esta carencia, el Grupo de Estudios Literarios —GEL— en la línea de Ediciones críticas, lexicografía e interpretación de textos, de la Facultad de Comunicaciones y Filología de la Universidad de Antioquia, ha emprendido, en los últimos años, el estudio y la elaboración de ediciones críticas de los autores más relevantes de nuestra literatura. De este modo, se han ejecutado proyectos como la edición de las obras de Manuel Mejía Vallejo, Pedro Gómez Valderrama, Tomás Carrasquilla y Fernando González, entre otros. En la empresa editorial de la narrativa de este último escritor participan también la Corporación Fernando González —Otraparte—, entidad que salvaguarda el legado y la memoria de Fernando González, y la Editorial Universidad de Antioquia que publicará en siete volúmenes de manera paulatina la obra completa del escritor una vez el proceso filológico llegue a su fin.

### Corpus de las obras

La obra completa de Fernando González está compuesta por veintiséis libros entre los que se encuentran epistolarios, obras narrativas, ensayos, textos políticos, entre otros textos. Su obra más representativa es *Viaje a pie* (1929), cuyo proceso de edición y publicación, no obstante, tuvo varios tropiezos. En primer lugar, el hermano del escritor y mecenas, Alfonso González Ochoa, fue quien estuvo a cargo de gestionar el contrato de publicación con la editorial parisina Le Livre Libre, a la vez que editó la obra en su estadía en la capital francesa. En su labor aplicó cambios trascendentales en materia de contenido<sup>1</sup>; en algunos casos omite o trastoca pequeños fragmentos textuales, en otros, por ejemplo, mutila incluso un capítulo completo. A continuación, ilustramos el tenor de las intervenciones textuales de Alfonso González y editores posteriores con dos breves,

<sup>1</sup> El trabajo de grado sobre la edición crítico genética de *Viaje a pie* viene acompañado de una lectura crítica titulada: *Censura eclesial sobre la obra de juventud de Fernando González Ochoa y el control editorial de Alfonso González Ochoa en Viaje a pie*. En este escrito sostenemos la tesis de que las modificaciones textuales realizadas por el hermano mayor del escritor no tienen como origen una disconformidad o confrontación ideológica entre ambos, sino que se debe al deseo de Alfonso de que la obra escape a la férrea censura de la Iglesia, la cual había puesto previamente impedimento a la libre circulación de las obras tempranas del escritor.

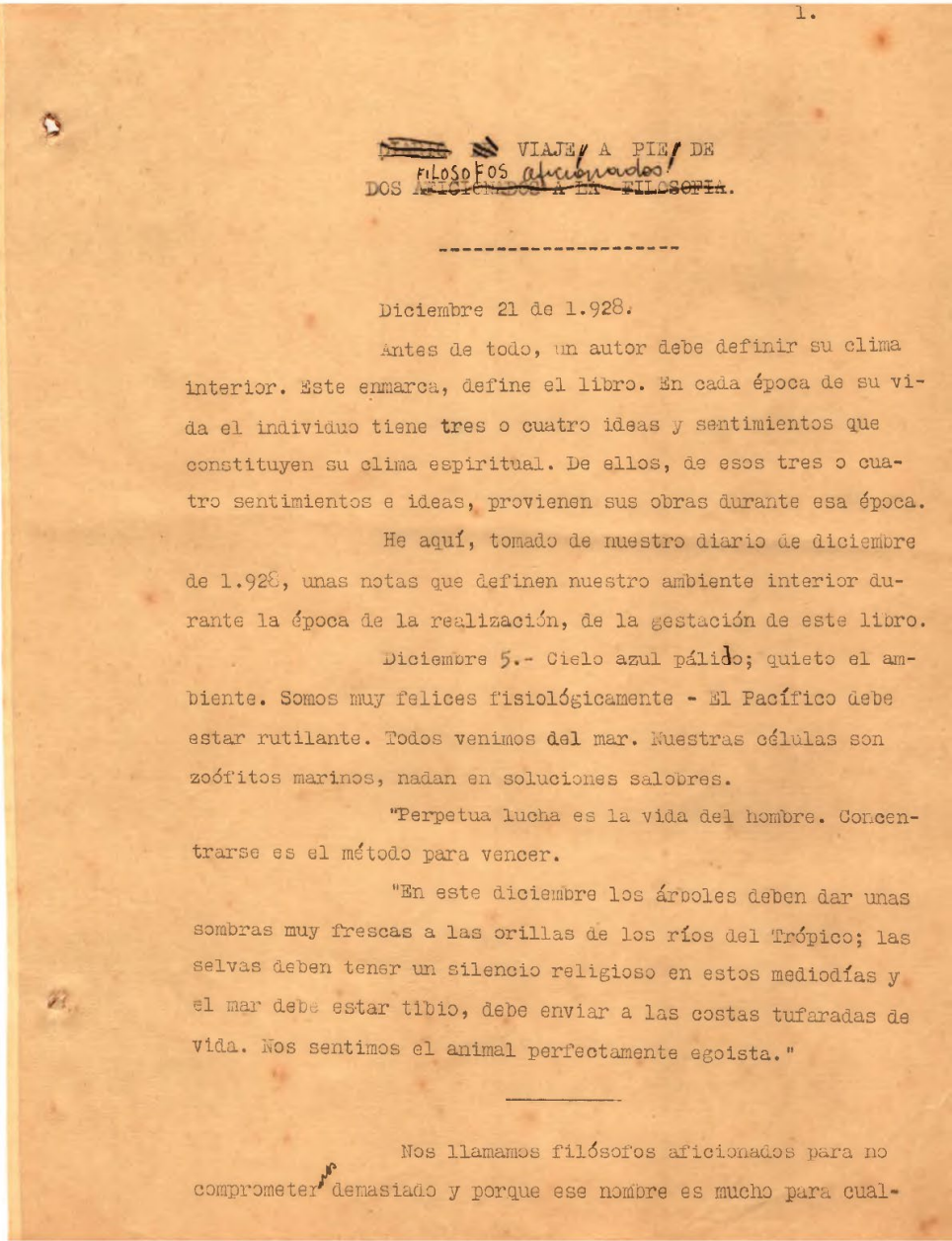


Figura 2. Mecanuscrito de *Viaje a pie*  
Fuente: archivo personal del escritor.  
Corporación Fernando González  
—Otraparte—.



pero elocuentes ejemplos. En el mecanuscrito de la obra, el escritor dice en las páginas iniciales:

Todos nuestros colegas, desde antes de Thales, han sido modestos. En los manuales de filosofía lo primero que se explica es aquéllo de que filósofo quiere decir amigo de la sabiduría; se enseña allí, en las primeras hojas, a descomponer la palabra en filos y en sophos, con lo cual el estudiante imberbe cree que sabe griego y les repite eso a las primas, junto con aquello que decía Sócrates a las venus baratas de los alrededores de la Acrópolis en sus noches de moralizador; «Sólo sé que nada sé».

La primera edición conserva la parte inicial del fragmento citado, no obstante, introduce el cambio en el fragmento que dice: «[...] junto con aquello que decía Sócrates en los alrededores de la Acrópolis durante sus noches de moralizador: «Sólo sé que nada sé». En esta segunda versión evidenciamos la omisión de la unidad ‘venus baratas’» remarcada en la cita, con la cual el autor se refería poéticamente a las prostitutas. El editor por considerar que la iglesia podría argüir rasgos de inmoralidad decide eliminar ese sintagma nominal con lo cual focaliza astutamente, en lugar de las destinatarias de los discursos socráticos, el lugar de enunciación, es decir, la Acrópolis.

El segundo caso viene mediado llanamente por el mero descuido, probablemente, en la fase de diagramación de la segunda edición de *Viaje a pie*, publicada por Ediciones Tercer Mundo 1967. El pasaje en la primera edición reza: «A los treinta años el hombre adopta una filosofía. Las siguientes notas, tomadas de nuestro diario [...]». En cambio, en la segunda edición aparece: «A los treinta años tomadas de nuestro diario [...]». Evidenciamos, pues, el corte abrupto de la materia textual y la ininteligibilidad del fragmento. Estos dos casos son un reflejo de los cambios accidentales o que deliberadamente introduce un editor.

Además de estos inconvenientes, la Iglesia católica regional, presidida por el arzobispo Manuel José Caycedo, a pesar de los esfuerzos e intenciones de Alfonso González, censuró la lectura de la obra con un acta en que afirmaba que quien la leyera incurriría en «pecado mortal».

Este panorama evidencia la necesidad de una edición respetuosa del pensamiento del escritor antioqueño, posibilitada, entre otras cosas, por el acceso al archivo personal de González. La Corpo-

ración Otraparte, generosamente, permitió el contacto con las libretas personales, el mecanuscrito de la obra, la correspondencia, entre otros documentos, sin los que hubiese sido imposible la restitución del sentido original de *Viaje a pie*, pues estos documentos fueron útiles para detectar los sucesivos procesos de escritura y la génesis textual de la obra, además de que son el punto de referencia para determinar los cambios sufridos desde la publicación de la primera edición en adelante.


En la actualidad, el primer volumen compuesto por las obras: *Pensamientos de un viejo* (1916), *El payaso interior* (1916), *Una tesis [El derecho a no obedecer]* (1919) y *Viaje a pie* (1929) se encuentra en fase de revisión para la posterior diagramación y publicación en la editorial universitaria. Este es el primer fruto de una ardua labor que pretende ofrecer al público académico textos depurados de arbitrariedades, a través de los cuales se puedan construir nuevas lecturas de las obras, o bien reformular o ajustar las existentes; además, tendrán en sus manos fragmentos y amplios pasajes textuales reintegrados a las obras, los cuales constituyen una novedad. Asimismo, el amplio público general que tiene Fernando González en Antioquia y el país podrá servirse también de las lecturas críticas que acompañan los textos y brindan relevantes herramientas interpretativas para, de este modo, profundizar en el conocimiento de los libros de nuestro escritor. ✕



Figura 3. Fernando González. Nevado del Ruiz  
Fuente: Corporación Fernando González  
—Otraparte—. [www.corporacionotraparte.org](http://www.corporacionotraparte.org).

Esta publicación es resultado del trabajo de grado «Edición crítico-genética de *Viaje a pie* (1929) de Fernando González Ochoa (1895-1964)» para optar al título de Filólogo Hispanista. Asimismo, es parte de los resultados del proyecto de investigación número 2022-52830 «Estudio previo y edición crítica de la obra completa de Fernando González Ochoa. Segunda etapa», financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación —CODI— de la Universidad de Antioquia, y contó con el apoyo de la Estrategia para la Sostenibilidad y Consolidación de los Grupos de Investigación 2023, otorgada al grupo de investigación Estudios Literarios —GEL— por parte del CODI.





# GRUPO DIDÁCTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, *treinta años de un viaje por la educación mediada por las TIC*

**Doris Adriana Ramírez Salazar**

Profesora e investigadora, Facultad de Educación,  
Universidad de Antioquia  
doris.ramirez@udea.edu.co

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación



*Es necesario que los educadores empecemos a concebir el salón de clase como un espacio que trasciende todos los límites, y a asumir el computador no como un aparato inmóvil que procesa datos, sino como un vehículo capaz de acompañarnos en la aventura maravillosa de enfrentar, con todo el poder y el gozo de nuestros sentidos, el reto de lo desconocido*

Octavio Henao Álvarez

### Los inicios del itinerario de viaje formativo e investigativo

# H

an transcurrido apenas 66 años desde la entrada del primer computador al país. El 3 de marzo de 1957 las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones —TIC— llegaron en forma de una enorme máquina, un computador IBM traído a Colombia por la Cervecería Bavaria. Este sería el inicio de la historia de las TIC y de su relación con el sector empresarial colombiano, actor social que incursionó en la informática de ese momento. Pero solo hacia finales de los años ochenta y comienzos de los noventa fue que los computadores ingresaron al sistema educativo. En esta época se generaron muchas preguntas y se manifestaron inquietudes acerca de la posible transformación que dichas máquinas podrían traer para los procesos educativos. En un entramado muy fino de relaciones, los devenires del Grupo de Investigación Didáctica y Nuevas Tecnologías hacen parte de la historia de las TIC en nuestro país, específicamente de la relación educación, pedagogía, didáctica, medios y TIC.

En 1984, el profesor Octavio Henao Álvarez, gestor y director del grupo, trajo a Colombia su primer computador personal, que pudo adquirir con los ahorros conseguidos durante sus estudios doc-

torales en la Universidad de Wisconsin, Madison, Estados Unidos. En palabras del profesor Henao (2015): «este computador personal representa el inicio de una larga vida que he dedicado a explorar la lectura y la escritura en otros espacios, diferentes al textual, y permite narrar las historias de cómo hemos formado lectores y escritores para estos formatos». Su inquietud por el desarrollo de las habilidades comunicativas apoyadas en los medios y las TIC crecía, y fue entonces, en 1986, cuando el profesor Octavio convocó a un grupo de maestros de la educación básica y media para desarrollar un conjunto de trabajos de investigación en la línea Informática Educativa de la Maestría en Psicopedagogía de la Facultad de Educación. En este contexto, e inspirado en los aportes de Seymour Papert, el profesor Octavio, con su grupo de estudiantes, formuló y desarrolló un primer proyecto de investigación denominado «Logo como herramienta de aprestamiento para el desarrollo cognitivo y la lectoescritura en niños con problemas de aprendizaje».

Papert propone imaginar a cuatro personas de comienzos del siglo XX: un médico, un experto en comunicaciones, un ingeniero y un maestro. Estos viajarían en una máquina del tiempo para llegar hasta nuestros días. La mayoría de ellos, nos dice Papert, se sorprendería mucho al ver los cambios que ha sufrido su trabajo. De hecho, algunos no reconocerían, ni podrían entender, lo que hace su colega del año 2013, pero el maestro del siglo pasado vería con pesar cómo su colega del siglo XXI sigue haciendo las cosas de manera muy similar (Papert, 1995). Este trabajo configuró el inicio de dos de las líneas de investigación y formación en las que hoy el grupo sigue aportando, y que son «Lectura, escritura y oralidad apoyada en medios y TIC» y «Línea de educación, tecnología e inclusión».

A mediados de la década de los años noventa imperaba en el país un creciente optimismo y confianza en la tecnología, sobre todo proveniente de las empresas y de las instancias involucradas en la formulación de políticas públicas, mientras que maestros y estudiantes se debatían entre la fascinación y el temor. La mirada optimista sobre las TIC se derivó de aquella época de la Misión de Sabios y la Constitución de 1991, quienes recomendaban la inclusión de las TIC en los procesos educativos por considerar que estas eran una forma de cerrar la brecha social y mejorar las condiciones de vida del país. Sin embargo, dicha inclusión se hizo desde cierta perspectiva del conocimiento y con una particular representación de las máquinas y las lógicas propias de las llamadas TIC. El paradigma dominante para la época era la denominada informática educativa, que privilegió la atención sobre el artefacto y valoraba enormemente las posibilidades transformadoras de las innovaciones tecnológicas por encima de las cuestiones pedagógicas y didácticas que suponían tales cambios.

**El paradigma dominante para la época era la denominada informática educativa, que privilegió la atención sobre el artefacto y valoraba enormemente las posibilidades transformadoras de las innovaciones tecnológicas por encima de las cuestiones pedagógicas y didácticas**



Desde hace 35 años se ha convivido con estos dispositivos en las aulas de clase. Los maestros han tenido que aprender a enseñar el uso de programas, y los estudiantes han tenido que matricularse en la clase de informática educativa y transitar en el mundo de Word, Excel y Power Point, y hoy en el de las redes sociales y plataformas. Sin embargo, la visión y perspectiva del profe Octavio, como lo llaman cariñosamente sus estudiantes, va más allá del mero instrumentalismo.

«No solo las nuevas tecnologías han impactado la cognición humana, también lo hicieron otras en el pasado. Por ejemplo, la invención del reloj permitió medir el tiempo, lo que trajo transformaciones significativas en la vida de las personas [...]. Estas tecnologías han cambiado las formas como nos relacionamos con nosotros mismos, con los cuerpos, las interacciones con los demás, y con la naturaleza» (Henao, 2013, p. 115).

La historia del grupo de investigación se formaliza en 1993, hace treinta años, cuando un colectivo de profesores y estudiantes de posgrado de la Facultad de Educación, de la Universidad de Antioquia, motivados por el profesor Octavio, se asocian, declaran líneas de investigación y formación y se inscriben en el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación —Colciencias, hoy Minciencias— como grupo de investigación consolidado, y así continúa este apasionante viaje por el mundo de la educación, la pedagogía, la didáctica, los medios y las TIC. En palabras del profesor Octavio: «Los estudiantes de posgrado son los que pueden asegurar la permanencia del grupo en el tiempo» (Henao, 2015).

Si tenemos en cuenta la profunda transformación que suponen los medios, las TIC, las redes y las plataformas digitales, podría afirmarse que llevamos poco tiempo intentando asumir estas otras formas de comunicación, de aprendizaje y de producción de conocimiento; pero si consideramos la urgencia de mejorar las prácticas y estrategias didácticas que viven nuestros niños y jóvenes en el sistema educativo, resulta que es un tiempo largo.

Octavio Henao Álvarez  
Ilustración: Jhorman Alexander  
Ochoa Betancur



## El capitán del viaje, referente para la formación de investigadores en educación y TIC

*Para mí, sería impensable la vida sin todos estos años dedicados a la investigación... La tarea de enseñar es un asunto de enorme importancia en una sociedad*

Octavio Henao Álvarez

El profesor Octavio es un intelectual soñador, sensible, apasionado y disciplinado, que se ha convertido en referente para nuevos investigadores en el campo de la educación y las TIC. Se graduó en la Universidad de Antioquia, en 1976, como licenciado en Lingüística y Literatura, y desde esa fecha ha sido profesor e investigador en la Facultad de Educación, tiempo en el que ha formado más de cincuenta estudiantes de maestría, diez doctores en educación y un centenar de licenciados. En 1980 la misma Universidad le otorgó el título de Magíster en Psicopedagogía. Recibió el título de Doctor en Lectoescritura y Desarrollo del Lenguaje por la Universidad de Wisconsin en 1981. Luego, en 1986, realizó estudios posdoctorales en Informática Educativa en la Universidad de Murcia, España, y en 1992 una estancia posdoctoral en la Universidad de Oregón, Eugene. Además, fue Vicerrector Académico de la Universidad de Antioquia entre 1989 y 1990, y durante veinte años de su vida académica fue director del Grupo de Investigación Didáctica y Nuevas Tecnologías.

El profesor Octavio se jubiló en el 2013, y la Universidad le concedió en las Jornadas Universitarias del 2015 la categoría Profesor Emérito. En este mismo año el profesor Octavio recibió, en el marco de la convención académica anual de la International Literacy Association, el prestigioso premio Reading Hall of Fame. Este reconocimiento consiste en incluirlo en la comunidad académica internacional que tra-



baja en el ámbito de la lectura y la escritura. De esta manera, se convirtió en el segundo profesor latinoamericano, después de la profesora Emilia Ferreiro, en recibir este reconocimiento internacional.

Para sus estudiantes, el profe Octavio es un verdadero maestro. En palabras de Dora Inés Chaverra: «su formación básica en literatura influye enormemente en la posibilidad de poder acompañar procesos muy puntuales sin perder un horizonte global, que es la formación en la educación a través de la lectura y la escritura [...]. La relación que logra establecer entre los proyectos de investigación que él desarrolla y los programas de intervención o proyectos sociales utilizando los resultados derivados de los estudios es una gran fortaleza». En palabras de Nora Helena Villa: «El profe Octavio está todo el tiempo interrogándose y actualizándose, identificando nuevos asuntos susceptibles de investigar».

## Los viajes, la pregunta por la relación didáctica y las TIC, el pasado, el presente y los otros futuros

*La didáctica es un conjunto sistemático de principios, normas, procedimientos y recursos que se inspiran en un enfoque pedagógico determinado, que todo maestro debe conocer y apropiarse para orientar el aprendizaje de sus estudiantes*

Octavio Henao Álvarez

Transitar por la historia del Grupo de Investigación Didáctica y Nuevas Tecnologías implica traer al escenario del presente las narraciones de los primeros viajes, aquellos cargados siempre de la esperanza en una educación para la formación de seres humanos cultos, sensibles y felices. Las preguntas que orientaron los viajes durante la primera década de trabajo del grupo, estuvieron centradas en indagar las transformaciones que generan los medios y las TIC en los aprendizajes de la lectura y la escritura entre niños y jóvenes de nuestro contexto escolar, aquellos que cohabitan con el libro de texto y las pantallas. Dichas transformaciones debían reflejarse también en otras formas de enseñar de los maestros, distintas a las tradicionales que usualmente tienen lugar en la escuela y que, en esencia, pueden nutrirse de otras didácticas, medios y lenguajes.

Diversas preguntas enmarcaron la primera década de trabajo del grupo, y durante este tiempo tuvieron lugar proyectos de investigación que se dedicaron a los siguientes aspectos:



Foto: cortesía del grupo.

- Estudiar si un recurso informático, como el correo electrónico, soporta y promueve estrategias de aprendizaje cooperativo, por cuanto propicia el trabajo grupal y amplía las posibilidades de interacción entre los alumnos en los proyectos de escritura colectivos.

- Explorar el potencial del hipertexto y los hipermedios como nuevos espacios de lectura, escritura y aprendizaje.

- Indagar cómo puede el uso de un programa de reconocimiento de voz transformar las prácticas de lectura y escritura de niños y jóvenes.

- Abordar la pregunta por el potencial didáctico de las wikis en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la lectura y la escritura en niños.

- Diseñar y aplicar una propuesta pedagógica encaminada a desarrollar habilidades de lectura funcional con el apoyo de un entorno multimedial que utiliza la lengua de señas para la población sorda.

- Explorar las posibilidades del diseño de estrategias didácticas para el desarrollo de habilidades en las áreas de expresión y comprensión oral, lectura y escritura en niños con síndrome de Down, apoyadas en herramientas multimediales.

De allí se derivaron programas como la Red de Escritores, financiada por las Secretarías de Educación y Cultura de Medellín, que posibilitó la formación de más de 20 000 niños, jóvenes y padres

de familia de la ciudad; la participación del grupo en el Programa Nacional Computadores para Educar, financiado por el Ministerio de las TIC, que permitió recorrer el país de norte a sur, con propuestas para que estudiantes y maestros aprendieran y enseñaran utilizando las TIC, y la participación del grupo en el programa A que te Cojo Ratón, financiado por el Ministerio de Educación Nacional, que posibilitó la implementación de un programa de alfabetización digital para más de 10 000 maestros y directivos docentes en todo el territorio colombiano.

Durante la segunda década los interrogantes del grupo se enfocaron en la formación de los maestros para lograr una enseñanza apoyada en los medios y las TIC, más contextualizada, creativa y acorde con las diversas formas de construir conocimiento en las áreas que integran el currículo de la educación inicial, básica y media. Las preguntas hacían referencia a las mediaciones, la didáctica y el aprendizaje colaborativo en las diversas áreas curriculares y niveles escolares, y al potencial de las comunidades y los laboratorios en los procesos de enseñanza-aprendizaje, es decir, en el papel de la inteligencia colectiva. El trabajo del grupo, tanto en el contexto de la investigación como en el de la formación de nuevos investigadores, se ocupaba de trabajar en:

- Analizar las implicaciones que tenían las propuestas didácticas que utilizaban un computador, un videoproector y conexión a Internet para el desarrollo del área del lenguaje en niños de la educación básica.

- Diseñar y aplicar propuestas didácticas apoyadas en los medios y las TIC para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias naturales en el contexto educativo.

- Formular una propuesta de alfabetización digital en el contexto educativo colombiano, orientada a promover el uso crítico y creativo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la lectura y la escritura.

- Identificar la concepción didáctica desde el campo de las comunidades virtuales y cómo inciden en la enseñanza y el aprendizaje.

En esta segunda década existen propuestas de carácter nacional tales como la Red TIC Colombia, una comunidad de maestros que utilizan medios y TIC en la enseñanza, en la que se formaron 3400 maestros y donde se diseñaron 165 propuestas didácticas en diversas áreas del currículo, incorporando los medios y las TIC. Este proyecto se realizó a través de una alianza con el Ministerio de Educación Nacional, al igual que el programa Ser con Derechos, una apuesta formativa que buscó promover en 1500 maestros de las instituciones educativas del país la apropiación de los fundamentos conceptuales, pedagógicos y operativos relacionados con el diseño, la implementación, el seguimiento y la evaluación de proyectos pedagógicos transversales articulados. Este programa de formación se desarrolló mediante una metodología mixta, que incluía en-



cuentros presenciales y actividades sincrónicas y asincrónicas en plataformas. El proyecto «Modelos Didácticos Apoyados en TIC» buscó que más de 10 000 docentes de educación básica del país pudiesen acceder a los materiales educativos, especialmente en materia de televisión y radio, con el propósito de ayudar a la construcción de una cultura escolar que aproveche, de manera integrada, contextualizada, creativa, crítica y eficaz, las TIC en los procesos de enseñanza, aprendizaje y la construcción de conocimientos.

La última década de trabajo del grupo ha estado más permeada por la reflexión en torno a las perspectivas críticas del uso de los medios y las TIC en los procesos educativos, y con ello el énfasis se ha puesto más en el ámbito de la educación superior y la formación continua. Además, el enfoque se ha dirigido a pensar y construir un modelo de educación virtual basado en la interacción y la construcción colaborativa de conocimientos. En esta tercera década, vale la pena destacar los proyectos relacionados con la gamificación y la educación, el aprendizaje móvil, el diseño de entornos de aprendizaje apoyados en los medios y las TIC, el uso de la multimedialidad para el acceso a recursos educativos, las narrativas transmedia y las metodologías activas, la educación expandida, la mediación en el ámbito de la educación en línea y el papel de los asistentes pedagógicos en los procesos de formación virtual.

Particularmente, es importante reseñar dos proyectos de alcance nacional. El diseño y el desarrollo de una Maestría en Educación; metodología virtual que recoge y potencia los aprendizajes logrados en estos años en el ámbito de la educación y las TIC, y apoya la consolidación de una comunidad académica de profesionales en los diferentes niveles educativos utilizando la metodología de encuentros sincrónicos a pesar de la distancia, en los que los estudiantes aprenden, conocen, interactúan, imaginan, conversan, crean y se forman.

Este modelo es una nueva forma de realizar educación posgraduada, que busca formar profesionales en el campo de la educación reflexivos y críticos, con capacidad para identificar, caracterizar y analizar problemáticas asociadas con la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito escolar, comunitario y social, con capacidades para leer sus realidades, contextos y territorios y transformarlos en objeto de estudio, y formular nuevas preguntas de investigación que contribuyan a la generación de conocimientos que puedan ser socializados y divulgados, con capacidades para innovar, resolver problemas, contribuir al análisis de situaciones de carácter disciplinario e interdisciplinario y competencias teórico-prácticas y tecnológicas avanzadas para desenvolverse en grupos académicos.

Por otra parte, se desarrolló un proyecto de investigación a partir del cual se pudo construir e implementar el diplomado Educar en la virtualidad, una enseñanza que deja huella, el cual generó aportes al campo de estudio de la educación virtual, relacionados con las implicacio-

nes conceptuales, metodológicas y socioafectivas de la enseñanza en el contexto de la cultura académica universitaria en entornos virtuales, y permitió la formación de 100 profesores universitarios como docentes en el contexto virtual.

Este texto constituye un homenaje al profesor Octavio Henao Álvarez y a todos los profesores, investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado que han hecho parte, durante estos treinta años, de estos viajes que no terminan, sino que, por el contrario, se dibujan desde nuevas perspectivas y otros futuros. Ahora, los investigadores deben seguir pensando cómo responder a nuevas preguntas, por ejemplo: ¿puede la inteligencia artificial emular y superar la inteligencia humana?, ¿qué rol juega la inteligencia humana en el desarrollo de la inteligencia artificial?, ¿cómo diseñar experiencias para que las personas aprendan y se apropien del conocimiento que cambia continuamente?, ¿cuáles son las oportunidades y los riesgos que entraña la inteligencia artificial para la enseñanza y el aprendizaje?, ¿cuál es el papel de los humanismos digitales en los procesos formativos?, ¿cómo potenciar el rol del profesor en el contexto de una formación amenazada por las particularidades de la inteligencia artificial, el aprendizaje adaptativo y la realidad aumentada como apoyo a los maestros para orientar los procesos de aprendizaje de los estudiantes?, ¿cómo enseñar a los niños y a los jóvenes las habilidades para el siglo XXI, tales como la programación, pero también las habilidades para la comunicación, la interacción, el pensamiento crítico y el respeto a la diferencia?

Los futuros posibles nos invitan a seguir valorando el enfoque humanista de la tecnología y a resemantizar el concepto de educación presencial y virtual, como un asunto de vinculación de profesores y estudiantes a los itinerarios formativos de acuerdo con los ritmos y estilos de aprendizaje y las trayectorias individuales de formación, según las características de los contextos locales, nacionales e internacionales, para lograr una educación más inclusiva, equitativa y de calidad, así como oportunidades de educación en todos los momentos de la vida, y para todos. X

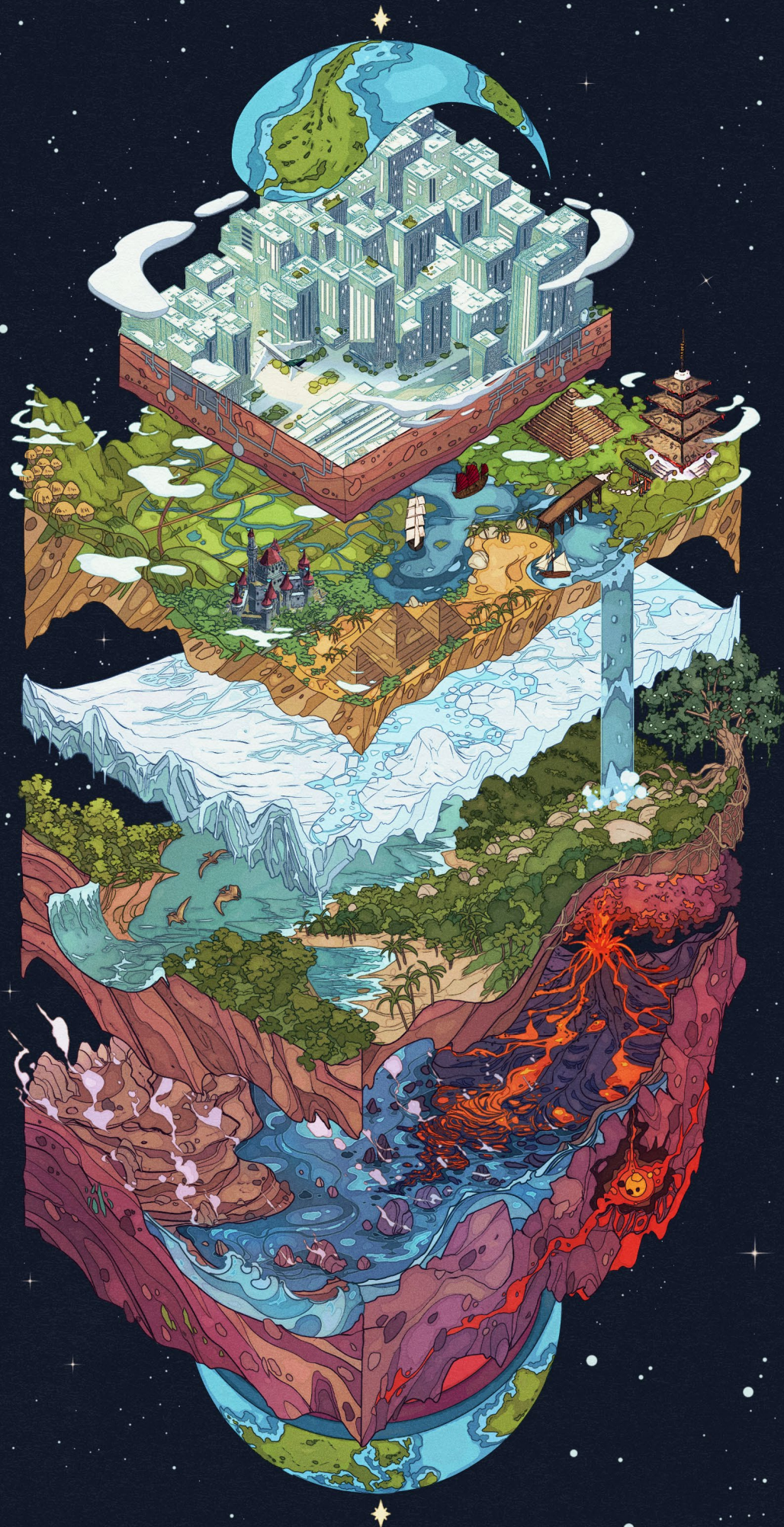
#### Referencias

- Bolívar, W. (2013). El uso de medios y TIC para un humanismo digital. Entrevista a Octavio Henao Álvarez. *Revista Uni-pluri-versidad*, 13(2), 114-118.
- Grupo Didáctica y Nuevas Tecnologías (2023). Historia grupo. <https://grupodidactica.com/historia/>.
- Henao, O. (2010). El aula escolar del futuro. *Educación y Pedagogía*, 8-9. <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/view/5678/5098>.
- Henao, O. (2014). *Conferencia Red TIC Colombia* [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=aEP86JNrzb8>.
- Henao, O. (2015). *Grupo Didáctica y Nuevas Tecnologías Video Homenaje Profesor Octavio Henao* [video]. [https://vimeo.com/136729750?embedded=true&source=vimeo\\_logo&owner=16546761](https://vimeo.com/136729750?embedded=true&source=vimeo_logo&owner=16546761).
- Papert, S. (1995). *La máquina de los niños. Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Paidós.

Foto: cortesía del grupo.







# Orígenes

Guillermo Pineda

Profesor jubilado del Instituto de Física,  
Universidad de Antioquia  
guillermo.pineda@udea.edu.co

**i** Usted se ha preguntado por qué razón algunas de las ciudades más densamente pobladas de la tierra, como Tokio, Los Ángeles y Nápoles, por mencionar solo unas cuantas, están situadas en lugares de inminente riesgo geológico? Al igual que el resto de la humanidad, los fundadores de estas ciudades daban por descontada la estabilidad del terreno en el que se asentaban, acogiendo y generalizando la arraigada y milenaria convicción del estatismo terrestre, que tan solo hace unos pocos cientos de años, como causa y consecuencia de la Revolución Científica del siglo XVII, empezó a cuestionarse. Pero, de igual manera que la Revolución Copernicana sacó a la tierra

de su sitio privilegiado en el centro del universo, en medio del escepticismo y la hostilidad inicial de las ideologías dominantes, hace unos cien años la recientemente promulgada teoría de la relatividad general modificaba de manera radical nuestra concepción del universo como el habitáculo pasivo de las estrellas fijas, para presentarlo como una entidad dinámica en estado de expansión, obligando al propio autor de la teoría de la relatividad a revisar su creencia en un universo estático para terminar aceptando no solo las implicaciones de su propia teoría, sino las evidencias de la astronomía telescópica.

Por la misma época en la que la física conmocionaba a la comunidad científica con sus predicciones sobre el futuro del universo, la geofísica hacía afirmaciones más locales, pero no menos contundentes, sobre la estabilidad de la corteza terrestre. Recibida con gran escepticismo en su momento, pero aceptada décadas después ante la contundente evidencia paleontológica, la teoría de la deriva continental, propuesta por el geólogo y geofísico alemán Alfred Wegener en 1912, luego de observar la extraordinaria concordancia que existe entre la costa oriental de África y la costa occidental de Sudamérica, afirma que la actual conformación de la tierra en continentes separados no es más que un estado transitorio antecedido por diferentes momentos en los cuales la corteza terrestre habría estado constituida por una sola y continua masa continental, denominada Pangea, rodeada por un único océano.



La posterior división de Pangea y la subsecuente deriva de sus partes constituye una de las reconstrucciones históricas más apasionantes de la ciencia, que no solo da respuesta a algunas de las inquietudes planteadas inicialmente respecto a la riesgosa ubicación de algunas grandes ciudades, sino que nos explica, como consecuencia de la tectónica de placas, el origen y la formación de los combustibles fósiles, que han cobrado tanta relevancia durante los últimos doscientos años en el marco de la llamada Revolución Industrial hasta el punto de generar sensibles modificaciones en las condiciones atmosféricas.

Quien se sienta atraído por estos temas encontrará en *Orígenes*, el texto de Lewis Dartnell (2019), una narración apasionante, esclarecedora, desprovista de tecnicismos, pero rigurosa y comprensible. A lo largo del texto, Dartnell describe cómo algunos accidentes geográficos, como el Valle del Rift, que jugó un papel fundamental en eventos tan relevantes como la aparición del *Homo sapiens*, fueron posibles gracias a una conjunción de factores entre los cuales ocupa un puesto primordial la formación de la nueva corteza terrestre a que da lugar la separación de las placas tectónicas; o por qué razón el litoral norte del Mediterráneo, caracterizado por una intensa actividad tectónica, está más densamente poblado que el litoral sur; por qué lo que en algún momento de la historia fue un exuberante bosque de helechos gigantes terminó convertido en un rico yacimiento de carbón; o por qué lo que antes fue un lecho marino ahora es un desierto bajo el cual yacen las mayores reservas de petróleo del mundo, «luz del sol fosilizada», en palabras de Dartnell, cuyo consumo es la principal fuente de energía de la humanidad, y una de sus más serias amenazas. No solo por su interés general, sino con el fin de hacerse a una opinión bien informada sobre algunos de los temas más sensibles de la geopolítica mundial, el texto de Dartnell constituye un valioso aporte a una discusión objetiva y racional que conduzca a la toma responsable de posiciones y decisiones frente a uno de los retos más apremiantes que afronta la especie humana.

Lewis Dartnell (2019). *Orígenes: cómo la historia de la Tierra determina la historia de la humanidad*. Debate.

# Un asunto caliente en la vida de Juan

Mario Víctor Vázquez

Químico, doctor en Ciencias Químicas  
Profesor y divulgador de la Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales de la Universidad de Antioquia  
[mario.vazquez@udea.edu.co](mailto:mario.vazquez@udea.edu.co)



**L**uego de tantos días desapacibles por fin brillaba el sol aquel domingo. Juan podía salir nuevamente al exterior, cuando una voz conocida lo distrajo de sus pensamientos.

—Qué bueno sería que algunas personas me dieran una mano para terminar de una vez este trabajo —dijo con ironía don José mientras quitaba los restos que taponaban una alcantarilla, y que habían sido arrastrados por tanta agua caída durante las últimas lluvias.

Juan se dio por notificado y colaboró con la limpieza, al tiempo que comenzaba con sus habituales comentarios:

—Qué clima tan loco, ¿no? Y pensar que hay personas que dicen que estas lluvias son por culpa del tal «calentamiento global»—, y recalcó este concepto entre comillas.

—No es cierto —interrumpió don José mientras finalizaban la limpieza.

—¡Me alegro de que por fin coincidamos! Eso de que el tal calentamiento tuviera algo que ver con los cambios del clima es casi como decir que la Tierra es plana, que existe la Atlántida...

—Cálmate, cálmate —interrumpió don José, y pedía ayuda de nuevo, pero ya para guardar las herramientas—. Te dije que no es cierto que estas lluvias sean producto del calentamiento global, lo que sí es correcto es que son cada vez más intensas, más frecuentes.

Juan fingió haber comprendido y siguió en silencio a su vecino hasta la sombra de un gran árbol, debajo del cual se sentaron un momento. Don José tomó la palabra de nuevo:

—A ver, vecino incrédulo, si alguien te pidiera que explicaras lo del calentamiento global, que sí es cierto, ¿cómo lo harías?

Juan hizo tiempo, y decidió organizarse el calzado mientras pensaba qué contestar.

—Lo explicaría por el lado del aumento de la temperatura del aire, de la Tierra, algo así.

—«Algo así» —repitió con ironía don José—, ¿y cuál sería la razón de ese aumento?

—Y, por culpa de los humanos, de lo que hacen, de las industrias.

—Convengamos que muy didáctico no suena.

—Lo que ocurre es que es difícil de imaginar, además si los humanos hace tanto tiempo que estamos aquí ¿por qué solo ahora se habla del tema?, ¿por moda?, ¿intereses políticos?

—Cálmate conspiranoico y ven conmigo —dijo su vecino mientras se dirigía al fondo de un gran patio donde tenía un pequeño invernadero.

Dicho invernadero estaba construido con soportes de guadua y cubierto por un gran plástico casi transparente, solo la parte inferior y el frente estaban destapados. Era lo suficientemente amplio para dar cabida a dos personas paradas, al costado de las pequeñas plantas florales.

—¡Uf, qué calor! —dijo Juan apenas ingresó—, pero se ve que a las plantitas les hace bien porque se las ve bonitas.

Don José trató de disimular su orgullo y dijo:

—Claro que sí, aquí crecen bonitas y fuertes, pero hoy la clase no es de jardinería. Veamos si en este clima las plantas están creciendo sin problemas, qué piensas qué sucedería si pusiéramos más plástico, por ejemplo, aquí abajo y en la entrada.

—¿Y quedará todo bien hermético?

—Sí.

—No me puedo imaginar el calor que haría, seguro que se cocinan todas.

—Habría términos un poco más apropiados, pero sí, tienes razón, si aumenta la temperatura aquí dentro se producirían muchos cambios, las plantas sufrirían, la humedad se evaporaría, y seguro que hasta alguna de estas hormiguitas que se quieren comer estas plantas terminarían «cocinadas», como dices.

—Eso lo entiendo, pero ¿por qué razón aumentaría la temperatura si cerramos todo?, ¿es por culpa del aire que circula?

—De alguna manera, pero mejor imagina que todo el tiempo, a través de este plástico, ingresa radiación del sol, particularmente rayos ultravioletas que producen calor, es decir, radiación infrarroja, y justamente el plástico ahora no la deja salir. ¿Qué pasaría?

—Se llenaría de radiación infrarroja —dijo Juan mirando a los costados



como si pudiera verla—, o sea, de calor. Pero usted perdone, don José, pero aun no comprendo qué tiene que ver todo esto con lo del calentamiento global.

Para refrescarse un poco regresaron a la sombra del gran árbol y retomaron la clase al aire libre.

—Te decía que si en aquel invernadero impedimos que el calor salga de su interior la temperatura comenzará a subir y afectaremos, de mala manera —aclaró—, todo lo que haya con vida adentro, ¿de acuerdo?

—De acuerdo, pero sigo sin entender qué tiene que ver con nosotros, digo, con nosotros los que estamos por fuera del invernadero.

—Es que en realidad nosotros estamos dentro de un gran invernadero llamado Tierra, y, déjame terminar —aclaró don José al ver que su amigo ya comenzaba a protestar—, digamos que esas plantitas e insectos representan todo lo que hay con vida dentro del invernadero, del mismo modo todas las plantas y todos los animales, y, por supuesto, nosotros mismos, estamos incluidos en un gran invernadero llamado Tierra. El plástico aquel ahora sería una capa de nuestra atmósfera, que rodea al planeta. A través de esa capa llega la radiación del sol, aquí se libera energía infrarroja y al quedar atrapada en esa capa nos mantiene a la temperatura que conocemos, y antes de que me preguntes —advirtió— estoy hablando de la temperatura promedio de la Tierra.

—Suena impresionante, pero...

—Aún no encuentras la relación, ¿verdad? Durante muchos años, digamos hasta finales del siglo XIX, la temperatura no cambiaba de forma considerable, pero desde aquella época ha venido aumentando de manera continua; algunos años sube, otros baja, pero en promedio se observa un aumento. Esto es causado por los gases de efecto invernadero, esos que se liberan cuando se queman combustibles fósiles; sí, no hagas esa cara, me refiero a todo lo que deriva del petróleo, o en general a todo lo que se quema, sea carbón, biocombustible, gas, entre otras cosas, que siempre produce CO<sub>2</sub> y que se acumula allá arriba —dijo señalando un imaginario techo sobre sus cabezas— e impide cada vez más que la radiación infrarroja se disipe, aumentando la temperatura.

Juan pensó un momento.

—Entonces, sería algo así como que el invernadero se comienza a cerrar cada vez más, que el plástico se hace, digamos, ¿más grueso?

—Algo así. Terrible, ¿verdad?

Juan comenzó a reflexionar, y de golpe una nueva confusión lo asaltó.

—¡Don Juan! Usted dice que entre otras cosas es por culpa del CO<sub>2</sub> liberado, pero ese es el mismo que liberamos cuando respiramos, ¿no?

—Cierto.

—Y que las plantas toman del ambiente y liberan luego oxígeno.

—Cierto —contestó divertido don Juan.

—¿Y entonces?

—Entonces, ¿qué?

—Si eso ha venido sucediendo todo el tiempo desde que existen los seres humanos, alguien libera, alguien consume, todo cierra.

—Te suena como un equilibrio... algo de razón tienes, pero recuerda aquello que imaginábamos en nuestro invernadero: si cerramos todo desplazamos ese equilibrio y se comienza a liberar más CO<sub>2</sub> del que el sistema puede incorporar y este comienza a sobrar... lo del plástico más grueso. Te decía recién que desde que se comenzó a registrar la temperatura media de la Tierra, allá por 1880, se observa este aumento, que justamente coincide con la industrialización. Para graficarlo mejor, te cuento que el calentamiento causado por el ser humano es un poco mayor de un grado con relación a aquellos preindustriales, y según datos de la Agencia Meteorológica de las Naciones Unidas es probable que en los próximos cinco años estemos cerca de 1,5 °C de aumento. Es decir, que si no hacemos algo entre todos será cada vez más frecuente que tengamos fenómenos atmosféricos extremos... no pinta bien el panorama.

Juan se levantó, y lentamente regresó a su casa, sin despedirse, pensando.

Estaba casi seguro de que esa noche tendría pesadillas, que se sentiría como una pequeña plantita mirando aterrada hacia arriba, cubierta por un enorme plástico. Y deseó compartir esa misma pesadilla con muchos más. Tal vez esa sería la única esperanza.



# EL ALKIMISTA

## Las plantas presentan fenómenos eléctricos...

Los procesos conocidos como electrocultivo y electrofitorremediación se basan en la aplicación de campos eléctricos entre electrodos enterrados en el suelo donde crece un determinado cultivo. En el primero de los casos se favorece la movilidad y posterior incorporación de nutrientes en la planta, obteniendo una respuesta de crecimiento positivo. En el proceso de electrofitorremediación se movilizan especies contaminantes por acción del campo eléctrico, lo que favorece la actividad descontaminante del suelo.



## Caficultores de Ituango: fisicoquímicos...

La fascinación por el café y la adicción al mismo ha sido fuente de inspiración para artistas de todas las épocas. Uno de ellos el renombrado compositor Johann Sebastian Bach, quien escribió la *Cantata del café* a principios del siglo XVIII, y en la que, de manera satírica, aborda la adicción a esta bebida. En esta obra la soprano afirma que sin sus tres tazas diarias se marchitará.

## Equivalentes cutáneos para prevenir infecciones...

La piel es el órgano más grande del ser humano y llega a representar el 10 % del peso corporal. Existen muchos datos curiosos sobre dicho órgano, como, por ejemplo, poder tratar las lesiones en la piel con membranas de la cáscara de huevo de gallina. Esto debido a la presencia de proteínas y colágeno, y porque promueve el crecimiento de fibroblastos, lo que favorece la cicatrización.



## Análisis de las propiedades mecánicas y tribológicas...

El metal titanio, como fue nombrado en 1795 en referencia a los titanes de la mitología griega, presenta unas propiedades particulares que lo hacen apto para aplicaciones diversas, que van desde su empleo en la industria aeroespacial, fundamentalmente por su alto punto de fusión (1 668 °C), a implantes, ya que debido a su gran resistencia a la corrosión lo hacen un material biocompatible. Al igual que otros metales se oxida en presencia del oxígeno, pero el óxido formado es tan resistente que actúa como una película protectora e impide que el proceso continúe.







- Si haces investigación en la Universidad de Antioquia y quieres divulgar tu trabajo, puedes postular un artículo a la revista *Experimenta*.
- Buscamos artículos o reportajes gráficos que divulguen el resultado o avance destacado del trabajo de un investigador, un grupo de investigación o una asociación de grupos de la Alma Máter. No es una revista de difusión científica, sino una publicación de ciencia e investigación para un público general.
- Si no estás afiliado a la UdeA, pero participas en una investigación con alguno de nuestros grupos, también puedes presentar tu artículo.
- El lenguaje debe ser sencillo y comprensible, dirigido a un público general (especialmente jóvenes), para contarles los objetivos, el proceso, los hallazgos y los resultados o impactos de tu estudio.
- El artículo deberá utilizar recursos que les permitan a las personas comprender un tema desde su propia vivencia. Usa ejemplos y casos que relacionen la investigación con la vida cotidiana. También puedes usar cifras y datos de contexto que le den cercanía o universalidad a nuestros estudios científicos.
- Si requieres asesoría o mayor información, no dudes en contactarnos al correo **revistaexperimenta@udea.edu.co**. Te acompañaremos en todas las etapas de la generación de un artículo, para que tu investigación sea conocida y comprendida por muchas personas.

Si te interesan nuestros temas y quieres recibir la revista en tu institución —no importa que no estés afiliado a la UdeA—, regístrate, y te la haremos llegar. Envíanos un correo electrónico a [revistaexperimenta@udea.edu.co](mailto:revistaexperimenta@udea.edu.co) con:

- Nombre.
- Dirección de la institución, domicilio u oficina.
- Nombre de la institución donde trabajas o estudias.
- Carrera, curso o área del conocimiento a la que perteneces.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**



EXPERIMENTA



[www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

#UdeACiencia



@UniversidadDeAntioquia



@UdeA