

# ALMA MATER

LA HISTORIA DE LA ORQUÍDEA «VAMPIRESA»,  
UN NUEVO HALLAZGO EN LAS MONTAÑAS DEL  
SUROESTE ANTIOQUEÑO

PP. 4-5

BIOJET COLOMBIANO, UNA APUESTA DE LA UDEA  
POR UN CIELO MÁS LIMPIO

PP. 6-7

BIORREACTORES DE MICROALGAS QUE LIMPIAN EL  
AIRE Y PRODUCEN BIOMASAA

PP. 12-13

OPERACIÓN CAMALEÓN, HERRAMIENTA PEDAGÓGICA  
PARA TOMAR CONSCIENCIA SOBRE LOS IMPACTOS  
DEL CONFLICTO ARMADO

PP. 14-15

## La guía alimentaria que lleva biodiversidad y tradición a la mesa colombiana

En Colombia cada sabor cuenta una historia. Con esa idea, el ICBF y la Escuela de Nutrición y Dietética de la UdeA elaboraron la Guía de alimentación para la población colombiana basada en biodiversidad y alimentación real, un documento construido con las comunidades que celebra los saberes tradicionales y promueve la salud y el cuidado de los ecosistemas.

PP.8-9

¿Cómo se forman los planetas? La respuesta podría estar en un lugar inesperado: un disco de gas y polvo en la Nebulosa de la Langosta —NGC 6357—. Un estudio liderado por el consorcio internacional XUE, en el que participa la Universidad de Antioquia, detectó allí un disco protoplanetario rico en dióxido de carbono. Gracias a modelos termoquímicos —simulaciones que combinan temperatura y composición química— desarrollados en la Alma Máter, fue posible recrear su comportamiento y avanzar en la comprensión de las condiciones que dan origen a los cuerpos planetarios.



**ANDREA CAROLINA VARGAS MALAGÓN**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
acarolina.vargas@udea.edu.co

# Científicos UdeA

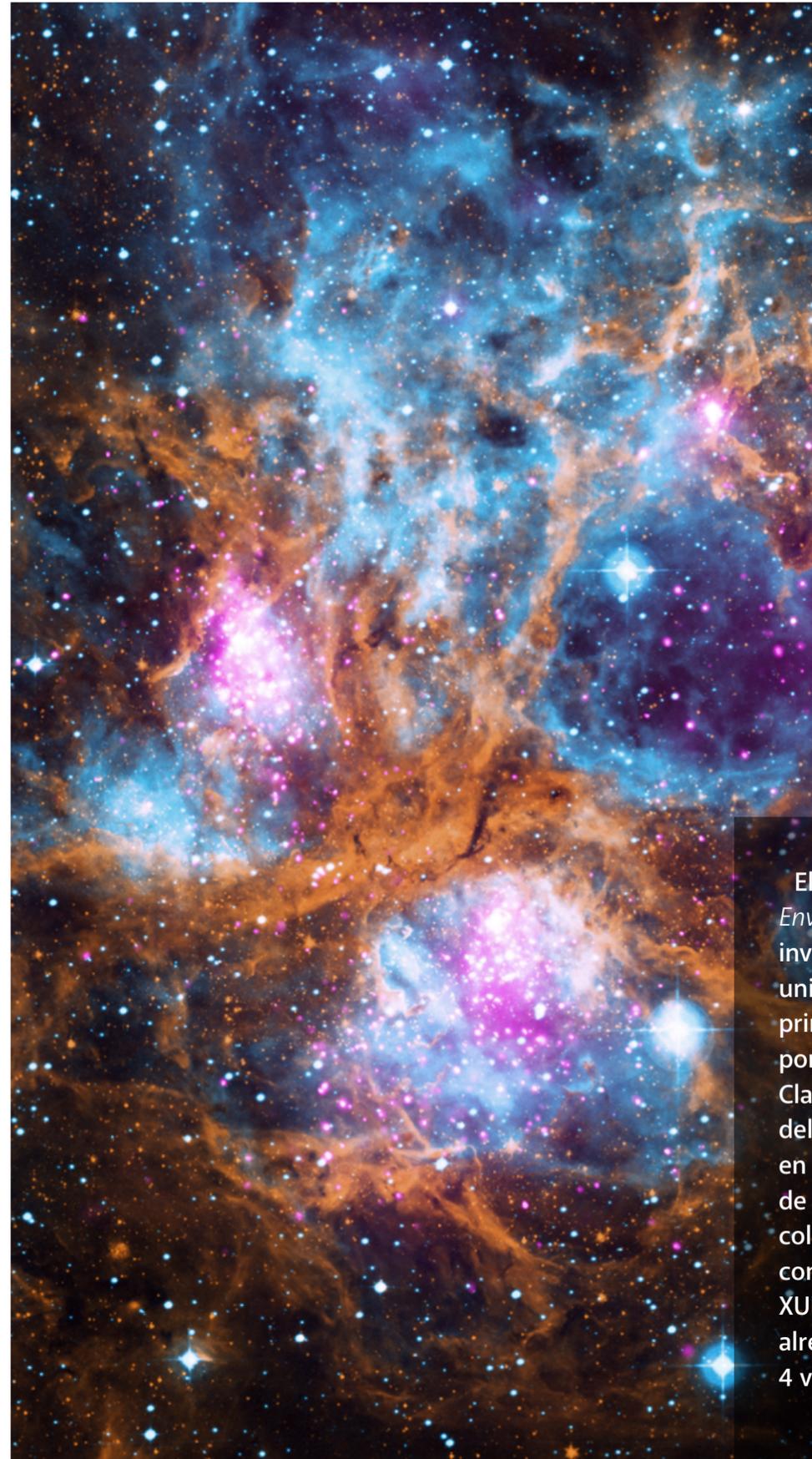
## en hallazgo de inusual disco de formación planetaria

**En la Nebulosa** de la Langosta, una región de formación estelar altamente irradiada conocida como NGC 6357, ubicada a 5 500 años luz de la Tierra en la Vía Láctea, el consorcio XUE detectó un disco protoplanetario de composición química inusual: abundancia de dióxido de carbono —CO<sub>2</sub>— y escasez de agua —H<sub>2</sub>O— en regiones donde, según los modelos teóricos vigentes, esta última debería ser abundante.

«En esa región que estamos estudiando hay muchas estrellas formándose y en ese proceso alrededor de cada estrella se forma un disco, y en esos discos se forman los planetas», explicó Pablo Cuartas Restrepo, doctor en Física y docente del Instituto de Física de la UdeA, adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Se trata entonces de estructuras de gas y polvo que, con el paso del tiempo, dan origen a los planetas, lunas y otros cuerpos menores de un sistema estelar, por lo que su composición resulta clave para entender cómo emergen nuevos mundos.

De acuerdo con Germán Chaparro, doctor en Astronomía y docente del Instituto de Física, la composición de estos discos depende en gran medida del tipo de estrella que los acompaña. En sistemas pequeños es común encontrar compuestos carbonáceos —moléculas con carbono como el CO<sub>2</sub>—, mientras que en discos alrededor de estrellas más grandes suele predominar la presencia de agua.

«Por eso, en este objeto con una masa un poco mayor que la del Sol, esperábamos encontrar mucha agua y no aparece; el oxígeno está ligado al carbono en forma de CO<sub>2</sub>, lo que va en contra de las tendencias que conocemos en la mayoría de las regiones estudiadas», señaló el



Nebulosa de la Langosta. Foto: NASA.

#### Rector

John Jairo Arboleda Céspedes

#### Comité Editorial

Marcela Ochoa Galeano · Vicerrectora general

César Alzate Vargas · Profesor de la Facultad de Comunicaciones y Filología

Álvaro Sanín Posada · Profesor de la Facultad de Medicina

David Hernández García · Secretario general

Fabio Humberto Giraldo Jiménez · Profesor del Instituto de Estudios Políticos

Teresita Betancur Vargas · Profesora de la Facultad de Ingeniería

Carlos Mario Guisao Bustamante

**Director de Comunicaciones**

Gimena Ruiz Pérez

Pedro León Correa Ochoa

**Coordinación de edición**

María Isabel Osorio

**Diseño y diagramación**

#### Portada

Saberes ancestrales y prácticas cotidianas fueron el corazón de *la Guía de alimentación para la población colombiana basada en biodiversidad y alimentación real*: las comunidades la construyeron con sus historias, conocimientos y sabores. Foto: Cristian Moncaleano, Valeria Urán, John Carmona, Cristian Upegui.

#### Nota del editor

La presente edición fue publicada exclusivamente en formato digital. Las opiniones expresadas por las fuentes y autores de los artículos publicados en *Alma Mater* son responsabilidad de estos y no representan una postura institucional de la Universidad de Antioquia.



El consorcio XUE —*eXtreme Ultraviolet Environments*— es una colaboración de investigación internacional entre distintas universidades y centros de investigación, principalmente de Europa, y está liderado por la astrofísica colombiana María Claudia Ramírez-Tannus, investigadora del Instituto Max Planck de Astronomía en Heidelberg, Alemania. La Universidad de Antioquia es la única universidad colombiana que hace parte de este consorcio. La muestra estudiada por XUE contiene 12 discos protoplanetarios alrededor de estrellas con masas entre 1 y 10 veces la masa del Sol.

investigador. Este descubrimiento desafía lo que la astronomía había observado hasta ahora, pues contradice los modelos conocidos y obliga a repensar cómo se distribuyen los elementos en el espacio. El caso de XUE 10, publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics*, se documentó gracias a un estudio liderado por Jenny Frediani, estudiante de doctorado de la Universidad de Estocolmo, con datos obtenidos por el Telescopio Espacial James Webb —JWST—, un observatorio infrarrojo único en el mundo que permite analizar la luz proveniente de los sistemas estelares y descomponerla en un espectro, lo que hace posible identificar las moléculas que los componen.

Según Pablo Cuartas Restrepo, toda la luz —desde la visible hasta el infrarrojo y el ultravioleta— interactúa de manera particular con cada molécula y elemento químico: el oxígeno tiene su propia interacción con la luz, el hierro la suya, igual pasa con el agua, el carbono y otros elementos, creando huellas espectrales únicas.

De esta manera, es posible determinar los componentes de los discos protoplanetarios. «El Telescopio James Webb capta la luz que proviene de los discos y la hace pasar por un espectrógrafo, que funciona como un prisma, separando la luz en distintas longitudes de onda. Cada molécula deja una especie de huella digital que nos permite identificar su presencia en el disco», explicó.

### Modelos termoquímicos para explorar XUE 10

Con los datos observados y analizados por los demás integrantes del consorcio, investigadores de la Universidad de Antioquia, entre ellos un estudiante del Doctorado en Física, desarrollaron —y aún continúan haciéndolo— modelos termoquímicos que ayudan a analizar discos como XUE 10. Se trata de estructuras sintéticas que permiten entender cómo se comporta el disco a partir de su composición y reproducir sus condiciones físicas y químicas.

De acuerdo con los investigadores, el objetivo es crear modelos lo más cercanos posible a los datos observados por el telescopio. Para ello, es necesario considerar múltiples procesos físicos: termodinámica, mecánica de fluidos, interacción de la radiación con la materia, gravedad, química, entre otros. Toda esta información se integra en Proymo, un código computacional desarrollado en la Universidad de Groningen, en Países Bajos, que se ejecuta en computadores de gran potencia y permite correr muchos modelos posibles de manera simultánea.

«Con este código hemos corrido una serie de simulaciones, intentando modelar la química y los distintos procesos físicos y químicos para observar el estado del disco y generar espectros sintéticos. Con los modelos que estamos trabajando, buscamos reproducir el mismo aspecto observacional que tenemos y poder compararlos», explicó Sebastián Hernández Arboleda, estudiante de doctorado en Física de la Universidad de Antioquia. «Un poco exagerado, pero los modelos termoquímicos son como tratar de reconstruir la cara de una persona solo a partir de su huella

digital», agregó Chaparro. En aras de comprender mejor cómo se construyen los modelos termoquímicos, se podría pensar en ellos como la preparación de una torta cuya receta es desconocida, que nunca se ha probado y de la que solo se conocen los ingredientes a partir de lo que se percibe del aroma. «Es como si sólo oliéramos la torta y, a partir de esos aromas, ensayáramos distintas combinaciones de ingredientes, tiempos de cocción y temperaturas hasta acercarnos lo más posible al aroma original. No se puede obtener la receta exacta, pero sí es posible lograr buenas aproximaciones», explicó el profesor Cuartas Restrepo.

Aplicando este enfoque al caso concreto de XUE 10, los modelos termoquímicos generados por los investigadores de la UdeA permiten explorar hipótesis sobre su composición inusual, como la abundancia de CO<sub>2</sub> y la escasez de agua. Según los investigadores, esto ayuda a plantear posibles explicaciones, como que el agua se encuentre en estado sólido, esté siendo destruida por la radiación de la nebulosa o se encuentre en otra región del disco.

María Claudia Ramírez-Tannus, del Instituto Max Planck de Astronomía en Heidelberg y líder de la colaboración XUE, afirmó que «el descubrimiento de XUE 10 es emocionante ya que revela cómo los entornos de radiación extrema —comunes en regiones masivas de formación estelar— pueden alterar los bloques de construcción de los planetas. Dado que la mayoría de las estrellas y probablemente la mayoría de los planetas se forman en tales regiones, comprender estos efectos es esencial para captar la diversidad de las atmósferas planetarias y su potencial de habitabilidad».

Para los investigadores de la Universidad de Antioquia, el hallazgo de XUE 10 y la construcción de los modelos termoquímicos no se limitan a describir un caso particular. Representan, más bien, una puerta abierta a nuevas preguntas sobre cómo se forman los planetas y cómo se distribuyen en el cosmos los elementos esenciales para la vida. Al cuestionar las teorías conocidas y plantear escenarios inéditos sobre la presencia de agua y carbono en los discos protoplanetarios, este trabajo invita a mirar más lejos: hacia el origen de los mundos y las condiciones que, quizás, puedan dar lugar a la vida más allá de nuestro sistema solar. **ALMAMATER**

Una nueva joya de la biodiversidad del país fue descubierta en Urrao. Se trata de una especie de orquídea del género *Dracula* que durante décadas había sido clasificada erróneamente. Tras años de estudio, investigadores de la UdeA, con el apoyo de otros expertos, la reportaron como nueva para la ciencia y la nombraron *Dracula colombiana*, la primera de su tipo en llevar la nacionalidad en su nombre. Los académicos solicitaron incluirla como especie En Peligro de la Lista Roja mundial, por las amenazas a su ecosistema y el tráfico ilegal.



**CARLOS OLIMPO RESTREPO S.**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
olimpo.restrepo@udea.edu.co

# La historia de la orquídea «vampiresa», **un nuevo hallazgo en las montañas del Suroeste antioqueño**



La flor de la *Dracula colombiana* es de entre dos y tres centímetros de diámetro en su centro. Foto: cortesía.

**Cada año**, en la Tierra, se describen entre 15 000 y 20 000 nuevas especies de seres vivos, como animales, plantas, hongos y otros organismos, según el International Institute for Species Exploration —adscrito a la Universidad de Arizona, EE. UU.—, aunque algunos de estos hallazgos pueden corresponder a una reclasificación o a una «variedad camuflada» en otra, cuya identidad real es establecida tras años o meses de estudio por parte los especialistas.

Este es el caso de la *Dracula colombiana*, una orquídea que hasta hace poco se clasificaba como *Dracula benedictii*, pero que, gracias al trabajo de tres estudiantes de la UdeA, junto con investigadores de las universidades Las Américas, de Quito, Ecuador, y de Cambridge, Reino Unido, tiene ahora una identidad propia y un nombre acorde a su origen.

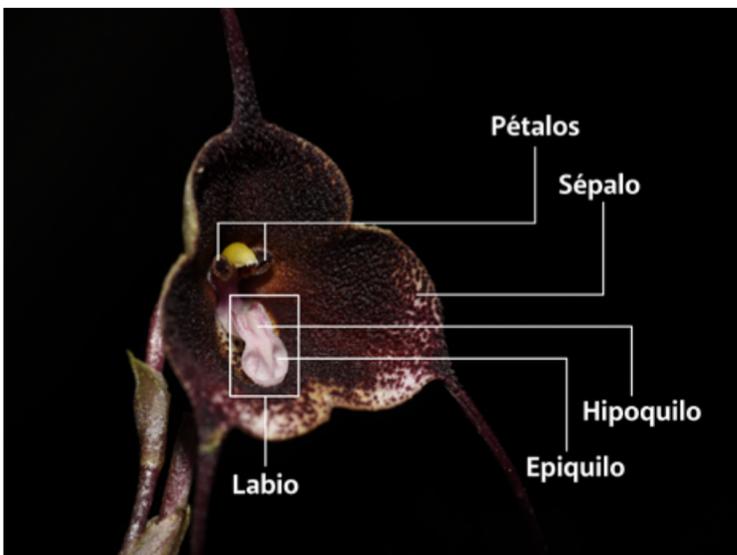
Todo comenzó el 14 de julio de 2020, en plena pandemia por covid-19, cuando Eduar Durango, ahora egresado de Zootecnia de la UdeA y botánico aficionado, hacía un recorrido con unos amigos por una vereda de Urrao, en el Suroeste de Antioquia. Hacia las 3:00 de la tarde, en un área de bosque denso, notó varias plantas que se extendían por la rama de un árbol, a una altura mediana, y pudo observar en detalle sus hojas alargadas y delgadas, así como sus flores diminutas. La identificó como una orquídea *Dracula*, aunque estaba seguro de que no había visto antes ninguna otra especie con este tipo de flores.

«Después de que salimos del monte lo primero que hice fue mandarles fotos a unos amigos en Medellín y la sorpresa fue que ellos tampoco conocían esa planta, por eso se pusieron en la tarea de investigar y consultar con otros científicos», resaltó Durango.

El zootecnista se refería a Esteban Domínguez y Santiago Mesa, alumnos de Biología en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UdeA, estudiosos de las orquídeas andinas colombianas y el primero de ellos integrante del Herbario de la Universidad —HUA—. «*Dracula* es uno de los géneros más estudiados dentro de las orquídeas en Colombia y arriesgarnos a decir que había una especie nueva muy cerca de un territorio urbano —la zona donde se avistó por primera vez está a unos cinco kilómetros de la cabecera municipal de Urrao— era algo muy atrevido, muy loco, por eso debíamos ser muy minuciosos y

rigurosos», aseguró Esteban Domínguez, quien se encuentra en el noveno semestre de su pregrado. Tras consultar a Nicolás Peláez, un destacado biólogo y egresado de la UdeA, y a Gary E. Meyer, coleccionista y cultivador de orquídeas, establecieron que otros investigadores ya habían intentado registrar como nueva especie un individuo de esta planta, pero como no tenían el holotipo — espécimen único colectado en su hábitat, no en un invernadero, que debe estar en un herbario y sirve como referencia para la descripción científica de la especie—, no pudieron hacerlo.

Los jóvenes científicos de la Alma Máter, en cambio, sí contaban con el holotipo, que recolectaron en Urrao y llevaron al HUA, y además empezaron a buscar en herbarios y cultivos de Ecuador y Colombia, donde encontraron algunos ejemplares clasificados como *Dracula benedictii*, con características similares a las del ejemplar de Urrao. Tras esto, consultaron con otros investigadores y, junto con ellos, decidieron proponer ante la comunidad botánica que se trataba de una nueva especie.



Partes principales de la flor de la *Dracula colombiana*. Foto: cortesía.

### Una especie amenazada

Además de la descripción como nueva especie, los investigadores propusieron incluirla en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza — UICN— en la categoría En Peligro —EN—, toda vez que enfrenta un alto riesgo de extinción en su hábitat natural.

Esto se debe a que su distribución es muy restringida, con apenas unas pocas localidades confirmadas en Antioquia, Risaralda y Quindío, donde ha sido registrada. Además, crece en bosques nublados fragmentados, ecosistemas amenazados por la expansión agrícola y urbana, ninguno de ellos dentro de áreas con algún nivel de protección natural.

También se consideró el mercado ilegal de orquídeas, pues la *Dracula* es uno de los géneros más traficados y dentro de este, la *Dracula benedictii*, donde se incluyó por años la *Dracula colombiana*, es una de las más comercializadas, pese a que son especies muy difíciles de reproducir fuera de su hábitat, lo cual evidencia la extracción clandestina de ejemplares de la naturaleza.



Las orquídeas del género *Dracula* se encuentran entre las más traficadas del mundo y por eso muchas de ellas se encuentran en peligro crítico de extinción. Foto: cortesía.

Por eso, incluirla en la Lista Roja busca llamar la atención de las autoridades ambientales y de la sociedad para que se adopten, en el cercano plazo, medidas como la protección de las zonas boscosas donde hay poblaciones registradas y que los investigadores puedan hacer estudios para profundizar en el conocimiento de su ecología.

«Cuando hacemos la propuesta de incluir la *Dracula colombiana* en la Lista Roja no proponemos acciones concretas de manejo o conservación. El objetivo es generar una línea de base que sirva como punto de partida para que otras instancias puedan elaborar recomendaciones y diseñar medidas más precisas», enfatizó Santiago Mesa, egresado del pregrado de Biología de la UdeA.

### Herbario UdeA, fundamental para apoyar la identificación de nuevas especies

Felipe Cardona Naranjo, coordinador del Herbario UdeA —HUA—, explicó que estas colecciones biológicas cumplen una función vital para los investigadores botánicos: son depositarias de la diversidad vegetal del país y el mundo. En esta clase de bodegas se resguardan especímenes que sirven como referencia científica, algunos de ellos catalogados como «holotipos», es decir, los ejemplares oficiales que validan el nombre de una especie a nivel global.

«En este caso, el espécimen tipo de *Dracula colombiana* está en el Herbario de la Universidad de Antioquia. Cualquier investigador que quiera estudiar esta orquídea debe remitirse a nuestro ejemplar de referencia», señaló Cardona.

En los archivos del HUA reposan miles de plantas recolectadas a lo largo de 57 años y muchas de ellas permanecen sin identificar, a la espera de que un especialista las revise en detalle. «Una muestra puede pasar 10, 20 o hasta 50 años guardada sin saberse que corresponde a una especie nueva», sostuvo Felipe Cardona.

Gracias a los programas de pregrado, maestría y doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UdeA, cada vez más estudiantes se especializan en familias de plantas como orquídeas, leguminosas o magnolias, entre otras, y su dedicación ha permitido que especies antes confundidas con otras o desconocidas salgan a la luz. «El herbario funciona como una gran biblioteca viva. Lo que hacemos es custodiar y poner a disposición de la ciencia estos registros. Así, descubrimos que lo que estaba ahí desde hace años era en realidad una nueva especie», concluyó Cardona. **ALMAMATER**

Un trabajo interinstitucional, liderado por la UdeA, logra un hito de innovación en favor de la transición energética en el país. Se trata del desarrollo de un prototipo para la producción de biojet —combustible sostenible que busca reemplazar el derivado del petróleo en aviones— a partir de aceite de palma y que ya genera un litro al día de biocombustible. El proyecto, pionero en Colombia, está a prueba en microturbinas reales, marcando la ruta para una aviación más sostenible.



**SERGIO ALEJANDRO RUIZ SILDARRIAGA**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
Salejandro.ruiz@udea.edu.co

# Biojet colombiano, una apuesta de la UdeA por un cielo más limpio

**Lo que comenzó** como un esfuerzo académico se convirtió en un proyecto colectivo en el que la universidad, la empresa y el Estado comparten un mismo horizonte: producir combustible aéreo sostenible en Colombia. Hoy ya se cuenta con un prototipo que entrega un litro de biojet por día, y aunque puede parecer una gota de agua en medio del océano, encierra la promesa de transformar la forma en la que el país piensa su energía.

El proyecto, en el que se trabaja desde el 2022, es liderado por el grupo de investigación Procesos Químicos Industriales —PQI— con el apoyo del grupo Manejo Eficiente de la Energía —Gimel—, de la Facultad de Ingeniería de la UdeA, junto a la Universidad de La Guajira, Fedepalma, la empresa IEA instruments, y el respaldo financiero del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

El biojet o combustible sostenible de aviación —SAF, por sus siglas en inglés— es la alternativa más prometedora que tiene hoy la industria aérea para reducir su huella de carbono. A diferencia del Jet A-1, derivado del petróleo, puede producirse a partir de materias primas renovables como aceites vegetales, animales o residuales.

Su uso no requiere cambiar motores ni infraestructura, y aunque hoy solo representa menos del 5 % del consumo mundial, organismos como la Asociación Internacional de Transporte Aéreo —IATA— lo señalan como clave para que el sector cumpla sus metas ambientales.

Este desarrollo es crucial para un país como Colombia que, según el Acuerdo de París, se comprometió a reducir el 51 % de sus emisiones de gases de efecto invernadero para el 2030.

Un desafío importante si se considera que «Colombia consume entre 550 y 600 millones de galones de combustible fósil al año, por eso anticiparnos con SAF no es un lujo, es una necesidad estratégica», dijo el Mayor Mauricio López, especialista estratégico de fomento aeronáutico de la Autoridad Aeronáutica de Aviación del Estado, quien además confirmó que la Fuerza Aérea Colombiana —FAC— por sí sola consume cerca de 10 millones de galones de Jet A-1 al año. Según Clean Fuels Alliance America, para el 2022 el consumo global en el sector de la aviación alcanzó los 99 000 millones de galones.

«El biojet que producimos parte del aceite de palma, pero no estamos solos: en el mundo hay potencias y grupos de investigación mucho más robustos trabajando en estos biocombustibles. Aun así, persisten retos tecnológicos que no se han superado, sobre todo en los costos de producción, que hoy son más altos que los de sus equivalentes fósiles. El desafío es desarrollar tecnología que reduzca estos costos y permita una sustitución viable de los combustibles convencionales», expresó Luis Alberto Ríos, profesor de la Facultad de Ingeniería de la UdeA y director del grupo PQI. La historia de este desarrollo en la UdeA comenzó con los primeros proyectos de biodiésel a comienzos de los 2000 en el grupo Gimel y con las investigaciones en oleoquímica que el grupo PQI consolidó en el 2012. Esa trayectoria derivó en un proyecto interinstitucional, que tiene como objetivo aprovechar la tecnología para producir diésel renovable —para vehículos en tierra— y



Cada galón de este combustible fósil emite casi 10 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, con el Biojet se puede disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta en un 90% durante su ciclo de vida.  
Foto: Dirección de Comunicaciones/ Alejandra Uribe F.

biojet —para el sector de la aviación—, reduciendo la dependencia de patentes extranjeras y sentando las bases para una transición energética real.

## De la palma al cielo, así se hace el biojet con sello UdeA

Frente a las críticas globales sobre la palma de aceite como causante de deforestación, los investigadores destacan que el caso colombiano es diferente. «Aquí no se ha desarrollado nuestra industria derribando bosque natural», aseguró el profesor Ríos.

El proceso comienza con aceite de palma, una materia prima elegida por su disponibilidad en Colombia. Según Fedepalma, actualmente el país es el cuarto productor mundial y el primero en el Continente. «Demostramos que, de los aceites ensayados, el de palma tiene las mayores bondades para la combustión», comentó John Ramiro Agudelo, doctor en Ciencias Térmicas e investigador del grupo Gimel de la Facultad de Ingeniería de la UdeA. Mediante un proceso de hidrotreamiento, que consiste en «limpiar» el aceite usando hidrógeno para remover el oxígeno no deseado, da como resultado un primer producto: el diésel renovable o green diesel, que ya fue probado con éxito en vehículos de carretera en alianza con empresas del sector.

Luego, ese diésel renovable pasa por una segunda etapa denominada isomerización, un proceso donde las moléculas se reorganizan para resistir el frío. «Es el toque final que actúa como un anticongelante molecular», complementó el profesor Agudelo: «Modificamos su estructura para garantizar que el combustible siga fluyendo perfectamente en las bajas temperaturas de la altitud, que pueden alcanzar hasta -50°C, y así cumplir con los rigurosos estándares de la aviación para convertirse en biojet». El prototipo escalado, ubicado actualmente en las instalaciones de la Sede de Investigación

Universitaria —SIU—, es un sistema de reactores tubulares, bombas de alta presión y tanques de alimentación en los que el aceite y el hidrógeno reaccionan y que en su máxima capacidad podrá producir hasta 30 litros por día. Ha alcanzado el nivel de madurez tecnológica 7 (TRL 7\*) en una escala del 1 al 9.

Fue diseñado y construido con la empresa IEA instruments de egresados de la UdeA, cuenta con un catalizador que, en palabras del profesor Ríos, es el que «hace la magia, pues permite que las reacciones ocurran». Esta tecnología ha sido validada en condiciones reales y podría estar lista para su implementación comercial.

### Un próximo salto: encender motores

La validación final del combustible está en manos del grupo Gimel, que utiliza en sus laboratorios una microturbina de aviación real —similar a las de los aviones comerciales— para evaluar el desempeño de las mezclas. «Somos la primera universidad en Colombia en probar un biojet producido localmente en este tipo de equipos», afirmó el profesor Agudelo.

Las pruebas comenzarán con mezclas graduales, partiendo de un hecho clave de la industria: actualmente no es viable operar aeronaves

y destacó que iniciativas como la producción de biojet representan un avance concreto para reducir el aporte contaminante de la aviación, uno de los sectores involucrados en esta problemática.

Para Laura Orozco, coinvestigadora del proyecto, el prototipo es un resultado tangible del ecosistema de innovación de la UdeA. «Lo que vemos aquí es cómo el conocimiento generado en el laboratorio puede trascender para generar empresas de base tecnológica y dar soluciones concretas al país».

Si bien este es un hito que resalta el desarrollo de tecnologías propias, la siguiente fase de escalamiento será determinante para convertir este logro científico en una alternativa viable en el mercado. Sin embargo, persiste el riesgo de repetir lo ocurrido con el biodiésel hace dos décadas: importar tecnología para adecuar plantas, dejando de lado el conocimiento local. «Necesitamos continuidad, mayor financiación y una política clara que permita a la academia y la industria trabajar juntas. La pregunta no es si vamos a producir biojet, sino si lo vamos a hacer con soberanía tecnológica», advirtió el investigador Ríos.

Por su parte, el Mayor López coincidió en que el reto no es sólo técnico sino de política pública. «El SAF debe quedar al mismo nivel que los otros biocombustibles existentes. Para lograrlo, Colombia debe apoyar la implementación de las primeras biorrefinerías y acompañar a los inversionistas, con la academia como socio estratégico para disminuir los riesgos de esa etapa inicial».

En esa fase de validación, la FAC se perfila como un aliado clave. «Con las capacidades que tenemos podemos apoyar a la academia con bancos de prueba, ensayos extensivos en motores y verificaciones técnicas que garanticen la seguridad en vuelo con combustibles alternativos», aseguró López, quien añadió que la normativa internacional de la American Society for Testing and Materials —ASTM— exige alrededor de 450 ciclos para certificar la inclusión de un nuevo SAF.

El impacto social también está en juego. Los investigadores proponen modelos de asociatividad en los que las comunidades rurales puedan participar en la cadena de valor si se tiene en cuenta la alta presencia de materia prima en el país. «No se trata solo de descarbonizar el cielo, sino también de dignificar la tierra», insistió Ríos.

La meta es clara, transformar la riqueza agrícola del país en valor energético, creando cadenas de suministro locales que beneficien desde el pequeño cultivador hasta una aerolínea internacional. No se trata solo de sustituir un combustible, sino de tejer una nueva economía alrededor de él en el país, como lo vienen desarrollando otras naciones.

El mensaje final es una invitación a no repetir los errores del pasado, «podemos importar la tecnología llave en mano cuando el mundo ya haya resuelto el problema, o podemos ser parte de la solución, desarrollando nuestra propia capacidad, nuestro conocimiento y nuestra industria», concluyó Agudelo. [ALMAMATER](#)

## ¡Ojo que no es lo mismo!

### Biodiésel, Diésel renovable y Biojet

#### Biodiésel:

Se produce mediante una reacción llamada transesterificación, que transforma el aceite en un compuesto químico llamado éster. Ya es comercial en Colombia (mezclado con diésel fósil, actualmente al 10 %).

#### Diésel Renovable (Green Diesel):

Resultado del hidrotreamiento. Es un hidrocarburo idéntico al diésel fósil, pero de origen vegetal/animal. Es el primer producto del prototipo UdeA.

**Biojet/SAF:** Es diésel renovable que pasa por un proceso de isomerización para cumplir con los estrictos requisitos de la aviación, por ejemplo, punto de congelación bajo. Es el producto final.

exclusivamente con combustible sostenible debido a requerimientos estrictos de los motores. Por ello, inicialmente se evaluarán combinaciones en las que, por cada 100 litros, se incluyan entre 1 y 5 litros del biojet —mezclas al 1 %, 2 % y 5 %—, manteniendo el Jet A-1 convencional como base.

El objetivo es medir con precisión el comportamiento del motor y las emisiones con cada incremento, para ello incluyen estudiantes de doctorado que respaldan este proceso. «Se analizan las emisiones no reguladas, con alto impacto sobre la salud humana», añadió Agudelo, recalando que, de obtener continuidad en la financiación, la meta es mejorar la calidad del biojet obtenido, aumentar los porcentajes de mezcla y escalar la producción para ensayos en motores de aviación reales. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el costo de la contaminación del aire en Colombia —asociada a fuentes como el transporte, la industria, gestión de residuos y la quema de combustibles fósiles— se estima en \$11,7 billones anuales, principalmente por mortalidad prematura y atención hospitalaria. Frente a este impacto multisectorial, el profesor Agudelo subrayó que «no se puede poner en la balanza la salud humana en términos económicos»,

## ¿Qué es el TRL?

### Del laboratorio al mercado

El Nivel de Madurez Tecnológica (TRL, por sus siglas en inglés) es una escala del 1 al 9 que mide cuán lista está una tecnología para su uso comercial.

**TRL 1-3:** Investigación básica. Idea y primeros experimentos en laboratorio.

**TRL 4-6:** Validación. Prototipo en ambiente relevante.

**TRL 7-9:** Demostración. Prototipo en entorno operacional real.

**El proyecto de biojet UdeA está en TRL 7.**

En cada rincón de Colombia, los sabores y las recetas cuentan historias. Con esa premisa, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia le entregaron al país la «Guía de alimentación para la población colombiana basada en biodiversidad y alimentación real». Una herramienta, construida con las comunidades, que pone en el centro los saberes tradicionales, la salud y la protección de los ecosistemas. Más que un conjunto de recomendaciones es una invitación a mantener viva la memoria cultural de los territorios.



**LINA MARÍA MARTÍNEZ MEJÍA**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
lina.martinezm@udea.edu.co



Saberes ancestrales, voces locales y prácticas cotidianas fueron el corazón del proceso: las comunidades construyeron esta guía con sus historias, conocimientos y sabores.  
Foto: Cristian Moncaleano, Valeria Urán, John Carmona y Cristian Upegui.

# Los sabores de la biodiversidad: **una guía alimentaria que reconoce las tradiciones**

**Eliana** María Pérez conocía *la mazamorra chiquita*. Hace algunos años probó esta sopa típica de la cocina cundiboyacense. Reconocía los ingredientes, pero los sabores no estaban tan presentes en su memoria gustativa. Fue Luz Dary Diaz, lideresa comunitaria de Usme, en Bogotá, quien le recordó que esta preparación reúne distintos productos del campo en un mismo plato: callos, carne de res, maíz, habas, cubios, papas, vegetales y otros condimentos que le aportan sazón a este caldo reconfortante.

«No se parece a la que había probado. *La mazamorra chiquita* que me dio Luz Dary era especial, deliciosa; además, me explicó que el secreto no solo está en la receta, se requiere una disposición espiritual y energética para prepararla, de lo contrario se puede vinagrar», cuenta Eliana.

A más de quinientos kilómetros de distancia, en Pueblo Bello, Cesar, Gustavo Cediell se reunió con miembros de la comunidad arhuaca. Con ellos aprendió que la alimentación tiene un sentido espiritual: no se siembra ni se come sin antes agradecer. «Para este pueblo la comida no es solo sustento; cada alimento que proviene de la tierra o el agua es sagrado y representa el equilibrio que existe entre el hombre y la naturaleza», explica.

En La Guadalupe, un caserío en el sur del Guainía, Diego Gaitán conoció las técnicas que utilizan los pueblos yeral y curripaco para conservar los alimentos. *El pescado moqueado* —ahumado— se expone al sol y se muele hasta convertirse en un polvo que se puede usar para acompañar el casabe —una tortilla de yuca brava— o preparar sopas y caldos. «Me sorprendió esta preparación ancestral y natural que surgió de

la necesidad de adaptarse a las condiciones del territorio; además, es un alimento nutritivo y saludable».

Eliana, Gustavo y Diego —profesores e integrantes del grupo de investigación Saberes Alimentarios de la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Antioquia— conocieron estas recetas tradicionales durante un recorrido que emprendieron en el segundo semestre del 2024.

Visitaron 14 municipios —en distintos rincones de Colombia— con el propósito de escuchar las voces y los secretos culinarios de las comunidades, insumos fundamentales para crear *la Guía de alimentación para la población colombiana basada en biodiversidad y alimentación real*, una herramienta educativa y de gobernanza alimentaria elaborada por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar —ICBF— y la Escuela de Nutrición y Dietética de la UdeA, que ofrece una nueva forma de entender la alimentación: saludable, culturalmente arraigada, sostenible y basada en el aprovechamiento responsable de la biodiversidad del país.

Estas son las **13 territorialidades** que se tuvieron en cuenta para la elaboración de la Guía de alimentación para la población colombiana basada en biodiversidad y alimentación real: Amazónica, Andina Sur, Costa y Sabana Caribe, Cundiboyacense, Depresión Momposina y Mojana, Distrito Capital, Eje Cafetero, Insular Caribe, Litoral Pacífico y Chocó, Llanera, Magdalena Medio, Santanderes, Tolima Grande.

Este documento permite que cualquier persona pueda identificar lo que es «bueno para comer». No se trata solo de un listado de alimentos y recetas saludables; nos recuerda que la salud de los pueblos depende también de la salud de los ríos, los suelos, los bosques y de la biodiversidad que nutre nuestras cocinas.

«Esta guía nos invita a dejar de ver la alimentación como el simple acto de llevarnos la comida a la boca; en realidad se trata de un fenómeno ecosistémico que empieza en la tierra, con la semilla; depende del agua, de las formas en que comercializamos los productos —que deben ser justas—, de los universos culinarios que han creado las comunidades; finalmente, esos alimentos nutren nuestros cuerpos; por eso, esta guía es una herramienta para el buen vivir», explica Gustavo Cediel, integrante del equipo técnico-científico que participó en la creación de la guía.

### La voz de las comunidades se escucha en la mesa

Colombia no es ajena a la elaboración de guías alimentarias, el ICBF ya había publicado tres versiones. La primera se publicó en 1969 bajo el nombre El círculo de la alimentación, un documento centrado en los nutrientes necesarios para que una persona sea productiva y contribuya al desarrollo del país. Posteriormente, en 1996, se presentó El tren de la alimentación, un manual que agrupó los alimentos siguiendo las directrices de la Organización Mundial de la Salud, con énfasis en la prevención de enfermedades. Casi dos décadas después, en 2015, se lanzó El plato saludable de la familia colombiana, una herramienta que no solo propuso patrones de alimentación saludable, sino que también promovió el consumo de agua y la práctica regular de actividad física.

La Guía de alimentación para la población colombiana basada en biodiversidad y alimentación real —que se presentó en agosto del 2025— es diferente, pues incluye las voces de las comunidades. Las versiones anteriores se concebían como una especie de receta que todos debían cumplir, sin tener en cuenta la diversidad de territorios, culturas, gentes, alimentos y sabores.

«Recorrimos el país de norte a sur y de oriente a occidente. Hicimos un esfuerzo muy grande por escuchar a los afrodescendientes, los campesinos, los indígenas, las madres comunitarias del ICBF, las víctimas del conflicto armado, los migrantes venezolanos y otros grupos. La guía que estamos entregando no es un documento de escritorio, es un diálogo de saberes, que busca empoderar a las comunidades para defender su alimentación», explica Eliana María Pérez, profesora de la Facultad Nacional de Salud Pública e integrante del grupo de investigación Saberes Alimentarios.

La conversación a la que hace referencia la profesora Eliana fue posible gracias a una metodología participativa que involucró a 1370 personas —sus nombres aparecen en los créditos de la guía—, en 13 territorialidades alimentarias, caracterizadas por compartir prácticas tradicionales y culturales

en torno a la alimentación. Durante cinco meses, un equipo de 42 profesionales visitó 14 municipios representativos de estos territorios —con alto potencial de crecimiento poblacional—, lo que facilitó los encuentros y la construcción colectiva del conocimiento. En una de esas conversaciones, la profesora Eliana se encontró con Luz Dary Díaz, una campesina boyacense que aprendió los secretos para preparar la mazamorra chiquita y que trabaja por el bienestar de su comunidad. «Para nosotros es un privilegio representar a los sabedores y sabedoras que han luchado muchos años por la soberanía, la autonomía y la autoctonía alimentaria. La guía es un libro muy hermoso que lo hablamos, lo escribimos juntos; ahora, tenemos que hacerlo realidad; por eso, le hago un llamado a las instituciones para que se articulen, porque el pueblo está ya organizado. También es un mensaje para las comunidades: las invito a que no mastiquen entero, que amen su tierra, que amen lo que comen, que amen todo lo nuestro», dijo Luz Dary en Ciénaga de Oro, Córdoba, el 2 de agosto de 2025, ante el público que se reunió para recibir la guía. La voz de esta lideresa es la de muchas que participaron en los diálogos de

La guía de alimentación recuerda que Colombia es el hogar de cerca del 10 % de las especies conocidas en el planeta, lo que la convierte en uno de los 14 países más biodiversos del mundo. Además, en sus páginas se advierte que la biodiversidad y soberanía alimentaria están íntimamente ligadas: cuanto más incorporamos la diversidad biológica en nuestra dieta, mayor es el reconocimiento de su valor y las posibilidades de conservarla.

saberes. Durante el trabajo de campo, el profesor Diego Gaitán escuchó relatos de mujeres que están dispuestas a proteger el territorio: «El rol de las mujeres va mucho más allá del cuidado de sus familias; ellas están comprometidas con el cuidado de la tierra, del agua; por ejemplo, en Bogotá, me encontré con una lideresa que ha creado más de 180 huertos comunitarios en la capital».

### Defender la alimentación real

La nueva guía alimentaria no es solo un conjunto de recomendaciones: es una invitación urgente a que los colombianos se apropien de

sus hábitos de consumo y defiendan la alimentación real, concebida en la guía como aquella que privilegia alimentos e ingredientes naturales o mínimamente procesados. Hoy, esa soberanía alimentaria —que se entiende como el derecho de los pueblos a decidir su propio sistema alimentario y productivo— se ve amenazada por los ultraprocesados, productos comestibles y bebibles con grasas, azúcares, sodio y aditivos que están asociados al aumento de enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión, obesidad, entre otras.

Para contrarrestar los efectos negativos de los ultraprocesados en la salud humana y en los ecosistemas, la guía ofrece herramientas prácticas para identificar los alimentos naturales que se deben priorizar y los productos que se deben evitar; además, presenta más de 1400 preparaciones tradicionales, con una explicación de las características nutricionales más relevantes. «La guía abre un abanico de posibilidades: desde sopas y caldos hasta acompañamientos, pasabocas, postres y amasijos propios de cada territorialidad. La idea es que la cocina se convierta en un laboratorio para explorar la riqueza de los alimentos naturales que nos da el país. También dedica un capítulo a la comensalidad, a la importancia de volver a reunirnos en torno a la mesa y reconocer cómo la culinaria ha sido fundamental en la evolución humana», cuenta el profesor Gustavo Cediel.

### Una guía para todos los colombianos

Después de un año y medio de trabajo, el ICBF, la UdeA y las comunidades que participaron en los diálogos de saberes le entregaron al país la guía de alimentación: 352 páginas que hablan de la relación respetuosa que debemos tener con los alimentos, los ecosistemas y la cultura. Ahora, el reto de las instituciones que lideraron este proceso es llevar las recomendaciones a los hogares colombianos.

«La guía busca orientar la toma de decisiones en materia de política pública alimentaria y la implementación de programas y planes de acción de alimentación de organizaciones sociales, comunitarias o instituciones estatales; además, sirve como instrumento pedagógico para que individuos y comunidades tomen decisiones libres e informadas. Por eso, el ICBF está trabajando en la socialización de la guía en todo el país», dice Jacqueline Adame Ochoa, integrante del equipo de la dirección de nutrición del ICBF.

Por su parte, Eliana, Gustavo y Diego, los profesores que —en representación de la Alma Máter— recorrieron el país en busca de recetas y sabores ancestrales, descubrieron que cada plato es también un sueño colectivo, una forma de imaginar el futuro desde los territorios; por eso insisten en que «la universidad pública debe volcarse a la población y acompañar a las comunidades en la construcción de su futuro. Esa es la verdadera transformación social». **ALMAMATER**

Este año Medellín cumple 350 años de haber sido erigida como Villa. A diferencia de otras ciudades coloniales, no fue fundada por un conquistador, sino que surgió como un sitio de paso que se fue poblando poco a poco a lo largo del valle de Aburrá. Una forma de nacer que parece marcar también la manera como se narra: Medellín no tiene una sola historia, sino muchas. Y en esta era de pódcast, reels, mapas digitales y relatos comunitarios, nuevas voces están tomando la palabra. ¿Qué historia urbana se está contando en esta era permeada por las redes sociales? ¿Y a quién pertenece esa voz? En el Periódico Alma Máter consultamos a investigadoras de la UdeA para analizar cómo se configuran hoy los relatos sobre la ciudad.



**ANDREA CAROLINA VARGAS MALAGÓN**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
acarolina.vargas@udea.edu.co

## Memorias en línea: las historias

**Hablar** de historia suele asociarse con fundadores, héroes de guerra y batallas libradas. Relatos que reposan en libros, archivos y bibliotecas. Sin embargo, desde hace un tiempo se han adoptado nuevas formas de narrar el pasado dando paso a otros relatos, a otros actores y otorgando voz a quienes de alguna manera habían sido invisibilizados, abriendo el camino para transformar la percepción que se tiene de la ciudad.

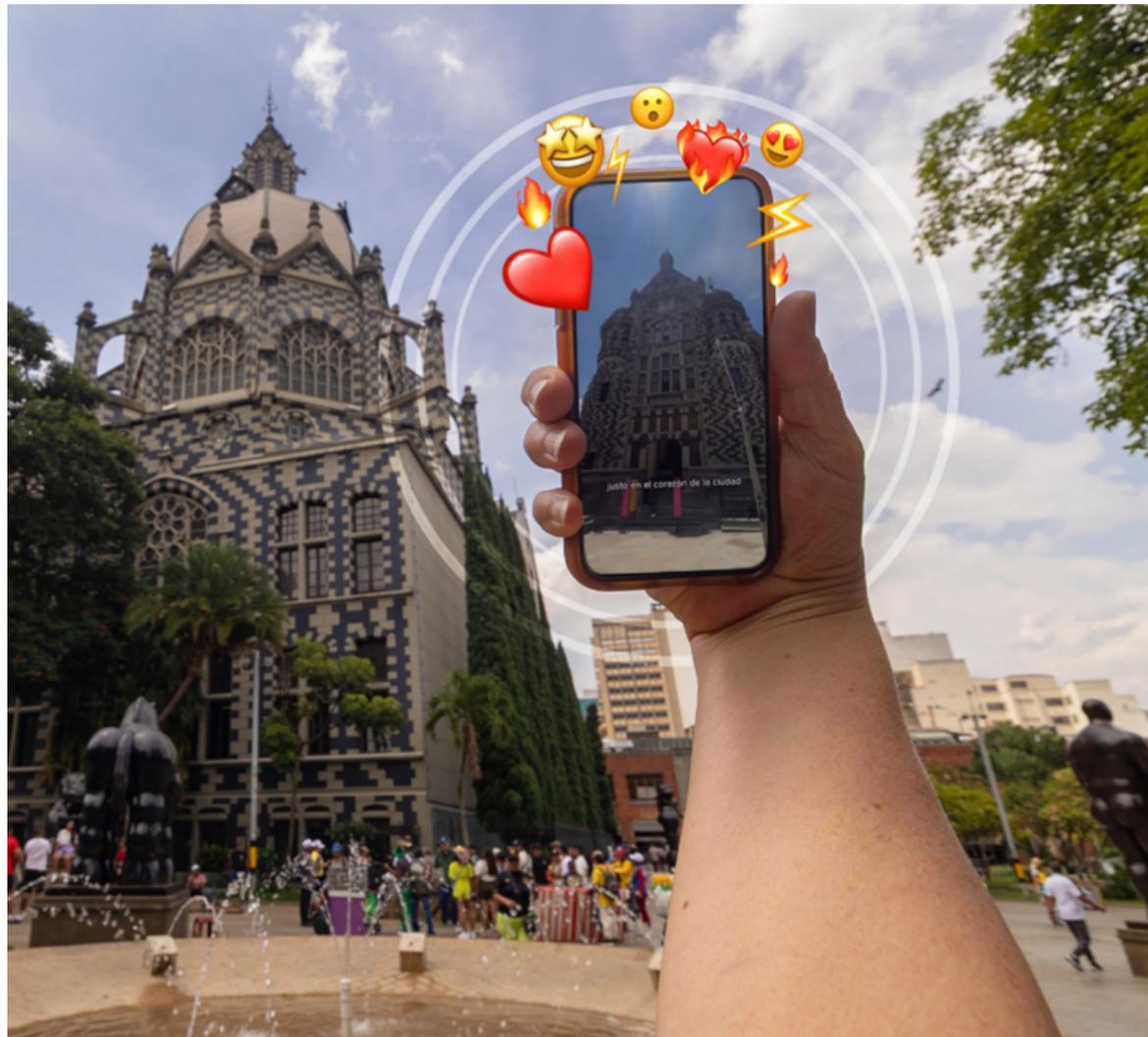
«Las redes sociales y los ecosistemas digitales son hoy el punto de encuentro donde se comparten conocimientos y se ponen en común las múltiples realidades que nos habitan. Es allí donde se opina, se celebra, se manifiestan el asombro y el rechazo, se descubre, se piensa y se repiensa la ciudadanía. No es el único escenario, pero sí uno de acceso inmediato y constante, con múltiples libertades de consumo y creación», comentó Andrea Vásquez, politóloga y directora de Compás Urbano, agencia de apropiación ciudadana que nació de la necesidad de ampliar las formas en que se comprende y se vive Medellín y que encontró en las plataformas digitales un canal para narrar la ciudad.

El 2 de noviembre de 1675 el gobernador y capitán general de la provincia de Antioquia, Miguel de Aguinaga y Mendigoitia, proclamó la erección de la Villa de Nuestra Señora de la Candelaria de Medellín.

Ante la diversidad de voces y formatos para narrar la ciudad, no todo lo que circula es nuevo. Lo que cambia es quién habla, desde dónde lo hace y qué decide destacar. Ya no se trata solo de historiadores e investigadores narrando relatos sobre grandes hechos o personajes ilustres, sino también de habitantes del territorio dando a conocer memorias barriales, conflictos cotidianos, transformaciones urbanas o resistencias que antes no cabían en los relatos oficiales.

«No se trata solo de cómo se cuenta, sino también de qué historias se cuentan y cuáles se silencian o se esconden», expresó Viviana Mazón Zuleta, bibliotecóloga y profesora de la Escuela Interamericana de Bibliotecología. A su juicio, Medellín se narra hoy desde múltiples miradas, incluso al margen de la institucionalidad que, durante mucho tiempo, fue la principal guardiana de la memoria.

Si bien las redes sociales y las narrativas digitales contribuyen a la multiplicidad de voces y relatos que se cuentan sobre la ciudad —y, en cierta medida, a la democratización de la información—, también suponen ciertos riesgos en la construcción de memorias y en la



Ante la diversidad de voces para narrar la ciudad, no todo lo que circula es nuevo. Lo que cambia es quién habla, desde dónde lo hace y qué decide destacar. Foto: Dirección de Comunicaciones UdeA / Alejandra Uribe F.

percepción que se tiene de Medellín. De acuerdo con la historiadora Eulalia Hernández Ciro, docente del Instituto de Estudios Regionales de la Universidad de Antioquia —Iner—, muchas veces los relatos que circulan en redes sociales están sustentados más en mitos que en indagaciones rigurosas, lo que conlleva a la magnificación de ciertas versiones sin contar con mayor contraste. «En algunos perfiles de Instagram, por ejemplo, circula un patrimonio fotográfico y audiovisual muy valioso, pero con frecuencia esas imágenes no están bien referenciadas, se toman de otros repositorios sin los créditos adecuados o se usan para construir mitos. No cuentan con una lectura crítica de cómo circulan. Algo similar ocurre con los relatos de algunos guías turísticos, donde predominan historias ligadas al narcotráfico y a Pablo Escobar, lo que a menudo tergiversa el pasado», explicó Hernández Ciro. Una postura similar sostiene la profesora Mazón Zuleta frente a la ligereza con la que, en ocasiones, se divulgan relatos sobre la ciudad y advierte que muchas de estas narrativas responden a intencionalidades particulares que pueden moldear una imagen de Medellín que no necesariamente se corresponde con las múltiples realidades que la habitan.

«Hay muchos creadores de contenido a quienes se les paga por mostrar y promocionar ciertos lugares de la ciudad, una estrategia económica que busca volver a ese discurso de Medellín “tacita de plata” y adjudicarle apellidos como “ciudad innovadora” o “ciudad inteligente”, lo que tiene implicaciones

# Historias que hoy narran a Medellín

importantes, como la contribución a la gentrificación y la disputa por el territorio», expresó Mazón Zuleta. Según ambas profesoras, el caso más emblemático en ese sentido es el fenómeno que ocurre en la Comuna 13 de Medellín y la estrategia en pro del turismo y la resignificación del territorio a través del Graffitiour, que, si bien generó empleo, su constante promoción en narrativas digitales contribuyó al encarecimiento de la vida en el sector y continúa provocando desplazamientos intraurbanos y disputas por el territorio. «Muchos habitantes ya no pueden con la intromisión permanente en su vida privada: se sienten observados por cientos de ojos extranjeros que irrumpen en su intimidad y entornos cotidianos», manifestó Mazón Zuleta. «En redes sociales predomina una narrativa dual: por un lado, la de la superación, el progreso, la verraquera y la transformación de la ciudad; por el otro, la de la violencia, incluso como producto turístico», agregó Vásquez. Ambas visiones, explicó, tienden a simplificar realidades complejas y a invisibilizar la ciudad como proceso vivo, diverso y en permanente construcción.

«Las redes sociales permiten que quienes acceden a ellas conozcan historias de poblaciones históricamente marginadas.

Pero eso no implica, necesariamente, que esas poblaciones tengan un acceso más democratizado a la información».

Viviana Mazón Zuleta.

## La construcción de la memoria urbana exige diálogo entre saberes

«Hay *youtubers* e *influencers* que hacen un trabajo serio, con investigaciones rigurosas y estrategias comunicativas muy potentes. No se trata de que solo los historiadores puedan contar la historia urbana. Pero sí se detectan ciertos lugares comunes y sesgos —tanto apologéticos como mitificados— que necesitan una mirada crítica. Ahí surge la pregunta: ¿dónde estamos los docentes y estudiantes de historia? Sería interesante unir herramientas de investigación histórica con las del mundo digital», precisó Hernández Ciro.

De acuerdo con Andrea Vásquez, no solo es cuestión de gestionar contenidos o activaciones culturales, sino que se trata de contribuir a activar el pensamiento crítico y el sentido de pertenencia sobre la ciudad, es por ello que desde Compás Urbano velan por poner la voz de las comunidades en el centro de la conversación, no solo como fuentes, sino como autoras de sus propios relatos.

«Leemos la ciudad desde nuestro observatorio y estamos en constante actualización de sus actores culturales. Caminamos este territorio con locales y turistas, guiados por quienes lo habitan y lo dinamizan. Sí contamos a Medellín, pero no sin antes leerla, recorrerla y

contribuir a su fortalecimiento», afirmó Andrea Vásquez. En ese mismo sentido, Mazón Zuleta expresó que se debe reconocer que no todos los investigadores tienen la habilidad de contar lo que hacen de tal manera que la ciudadanía lo comprenda; por lo que el trabajo de divulgación a través de las redes sociales y las narrativas digita-

les ayudan a transformar los lenguajes para que estos trabajos lleguen a más personas y permitan incluso controvertir historias que, por mucho tiempo, se dieron por sentadas.

Justamente bajo esa mirada, en el Iner de la Universidad de Antioquia y bajo el liderazgo de la profesora Hernández Ciro se adelanta Trayectorias, travesías y caminos sobre la historia urbana de Medellín, un proyecto que busca realizar un balance historiográfico que se pregunta por cómo se ha historiado la ciudad, cuáles han sido las temáticas y perspectivas más recurrentes y las periodizaciones que han ocupado el interés de los historiadores, para al final

elaborar un geovisor: una herramienta digital que permita el análisis y búsqueda geográfica con el que se pueda conocer qué se ha escrito sobre diferentes lugares de la ciudad.

«Queremos saber cómo se ha contado esa historia, desde qué perspectiva y con qué archivos», explicó Hernández Ciro. Según la profesora, en lo que se lleva de la ejecución de este proyecto —financiado mediante la Convocatoria Programática 2021-2022: Ciencias Sociales, Humanidades y Artes del Comité para el Desarrollo de la Investigación — CODI— de la Vicerrectoría de Investigación y por el Instituto de Estudios Regionales de la Universidad de Antioquia. — se han encontrado hallazgos importantes como que «por un lado que se ha realizado mucha historia de finales del siglo XIX y principios del siglo XX porque fueron unas épocas clave de modernización e industrialización, pero hay otra parte del siglo XX que falta por historiar, sobre todo la historia más contemporánea», precisó.

Lo cierto es que la construcción de memoria urbana no solo pasa por la institucionalidad ni por las narrativas espontáneas que se viralizan en redes sociales. Exige un encuentro entre quienes investigan y quienes habitan la ciudad, entre quienes cuentan y quienes han sido contados. La historia de Medellín sigue estando en disputa, abierta a nuevas preguntas, nuevas herramientas y voces.

«Promover el interés por la ciudad —y el turismo— debe partir de una ética del respeto y del cuidado. Es clave crear contenidos que informen, contextualicen y promuevan un habitar responsable del territorio. En Compás Urbano estamos convencidos de que las narrativas que transforman no solo despiertan curiosidad, sino también conciencia, porque lo que no se conoce no se ama, lo que no se ama no se habita y lo que no se habita no se cuida», concluyó Andrea Vásquez. **ALMAMATER**



Lo que hace 350 años comenzó como una pequeña villa hoy se narra desde múltiples voces en los entornos digitales y contribuye a la construcción de la memoria de Medellín. Foto: Dirección de Comunicaciones UdeA / Alejandra Urbe F.

La Universidad de Antioquia desarrolló un sistema de biorreactores de microalgas que captura dióxido de carbono —CO<sub>2</sub>— del aire urbano y, al mismo tiempo, produce biomasa con potencial para optimizar el rendimiento en sectores como la agricultura y la alimentación. Se trata de un ejercicio de ciencia aplicada que integra el trabajo investigativo, la formación académica, el cuidado ambiental y la proyección hacia el sector productivo.



**ANDREA CAROLINA VARGAS MALAGÓN**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
acarolina.vargas@udea.edu.co

# La UdeA cultiva soluciones verdes: biorreactores de microalgas que limpian el aire y producen biomasa

**En una** de las terrazas de la Sede de Investigación Universitaria —SIU— de la Universidad de Antioquia, colocados estratégicamente para recibir la luz del sol durante la mayor parte del día, se encuentran cuatro grandes cilindros transparentes, llenos de agua burbujeante y verde. Las tonalidades varían según el tipo de microalga que albergan.

Se trata del sistema de biorreactores de microalgas —organismos unicelulares fotosintéticos, en su mayoría acuáticos, capaces de transformar la energía solar en biomasa— desarrollado por el grupo de investigación Química Orgánica de Productos Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, con financiación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Una iniciativa que aprovecha el proceso natural de la fotosíntesis para mitigar emisiones contaminantes y, al mismo tiempo, producir biomasa —material biológico renovable— con aplicaciones en sectores como la agricultura, la alimentación e incluso la acuicultura.

De acuerdo con Natalia Herrera Loaiza, doctora en Biología, docente de la UdeA e investigadora líder del proyecto, el sistema está conformado por cuatro biorreactores, cada uno con una capacidad de 70 litros. En su interior albergan una suspensión de microalgas que, al recibir luz solar y CO<sub>2</sub> —introducido mediante un aireador que actúa como conexión directa con el aire del entorno—, realizan fotosíntesis: un proceso mediante el cual estos microorganismos transforman la energía solar en energía química, capturan dióxido de carbono y liberan oxígeno.

«Después de cultivadas las microalgas, se espera más o menos 30 días para que haya un crecimiento suficiente. Luego se cosechan, la biomasa se trae al laboratorio y se liofiliza, es decir, se elimina el exceso de agua hasta obtener un polvo verde que es el que se usa en diferentes aplicaciones. A partir de esa biomasa seca —que suele ser de unos 50 gramos por biorreactor— es posible estimar cuántos gramos de dióxido de carbono fueron absorbidos durante el proceso: en promedio, el



Este sistema de biorreactores de microalgas atrapa cerca de 360 gramos de CO<sub>2</sub> y produce alrededor de 150 gramos de biomasa seca. Foto: cortesía.

sistema completo de biorreactores atrapa cerca de 360 gramos de CO<sub>2</sub> en ese periodo», explicó Herrera Loaiza. Aunque la cantidad de CO<sub>2</sub> que captura este sistema de biorreactores puede parecer baja en comparación con lo que absorbe un árbol adulto en el mismo periodo, el desarrollo de esta tecnología con sello UdeA evidencia la contribución de la academia a la búsqueda de alternativas sostenibles frente a la crisis climática. Iniciativas como esta, al ser replicadas, podrían beneficiar a ciudades como Medellín —que desde hace años enfrenta una persistente problemática de calidad del aire— y, al mismo tiempo, aportar al objetivo nacional de alcanzar la carbono neutralidad en 2050. Además de ser una estrategia para mitigar emisiones contaminantes, el sistema de biorreactores ha funcionado como un escenario formativo para estudiantes de pregrado, maestría y doctorado, quienes participan en diferentes fases del proyecto: desde el cultivo y monitoreo de las microalgas hasta el procesamiento de la biomasa y su aplicación en investigaciones con enfoque sostenible. A partir del material obtenido, se adelantan estudios en torno a sus posibles aplicaciones, como la suplementación de alimentos para peces, la creación de un champú a base de microalgas —debido a sus propiedades de crecimiento celular—, la extracción de un pigmento azul natural con potencial en la industria alimentaria y el aislamiento de fitohormonas —compuestos químicos naturales de las plantas que influyen en su crecimiento— para evaluar su efecto en el desarrollo de distintas especies vegetales. «Este sistema de biorreactores funciona como una biorrefinería: no solo absorbe CO<sub>2</sub> del ambiente urbano, sino que además crea biomasa y la transforma en productos útiles con valor agregado», afirmó Herrera Loaiza.

#### Microalgas para suplementar la alimentación de los peces: una apuesta por la acuicultura sostenible

Una de las investigaciones que se vio beneficiada por el sistema de biorreactores de microalgas fue la de Andrea Llanes Angarita, microbióloga industrial y ambiental, estudiante de la Maestría en Biología de la UdeA e integrante del grupo de investigación Química Orgánica de Productos Naturales, quien aprovechó la biomasa generada para evaluar su uso como suplemento nutricional en la alimentación de peces.

El sistema de biorreactores de la UdeA trabaja con tres microalgas: *Chlorella vulgaris*, *Ankistrodesmus falcatus* y *Tetradismus dimorphus*; y una cianobacteria: *Arthrospira platensis*, conocida comercialmente como espirulina.

El estudio se llevó a cabo con alevinos del género *Oreochromis* —al que pertenecen especies como la tilapia roja— con el objetivo de evaluar el potencial alimenticio de esta biomasa. «Durante períodos de 30 días se usaron las cuatro cepas de microalgas cultivadas en los biorreactores como suplemento en la alimentación de los peces, con el fin de determinar si tenían alguna incidencia en su crecimiento y, de ser así, cuál de ellas aportaba mayores beneficios», explicó Llanes Angarita.

De acuerdo con la investigadora, durante ese tiempo se suplementó la dieta de los peces con distintas concentraciones de cada cepa y se evaluaron parámetros como el peso y la longitud para establecer diferencias en su desarrollo. «Los resultados determinaron que la concentración de suplementación entre el 3 % y el 5 % tuvo un mayor rendimiento. Además, las microalgas que más influyeron en el crecimiento de los peces fueron *Arthrospira*

*platensis*, seguida de *Chlorella vulgaris*», afirmó Llanes Angarita, quien agregó que también se observó un aumento en el apetito de los peces, lo que sugiere una buena aceptación del suplemento alimenticio.

«Los peces también tienen gusto —eso se conoce como palatabilidad—, y esto influyó en la mejor aceptación de la *Arthrospira platensis*. Al ser una cianobacteria, su pared celular no está compuesta por celulosa, lo que mejora su consistencia y la hace más apetecible. Vimos que con el suplemento comían más y quedaban menos residuos de alimento, lo que también significa una menor pérdida de dinero», argumentó Llanes Angarita.

Además de su buena aceptación por parte de los peces, las microalgas tienen un alto valor nutricional: son fuentes ricas en proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos como omega-3, vitaminas y minerales. Características que, según Llanes Angarita, las convierten en una alternativa sostenible para la elaboración de suplementos en acuicultura, ya que permiten aprovechar la biomasa obtenida a partir de los biorreactores sin recurrir a ingredientes de origen animal o vegetal cuya producción implica mayores costos ambientales.

#### Una sinergia verde y sostenible entre ciencia y empresa

Además de sus aplicaciones en acuicultura, la empresa Ecosphaira —compañía colombiana de base biotecnológica, orientada a impulsar el sector agropecuario y ambiental, y aliada de la Universidad de Antioquia en este proyecto— también evaluó la biomasa generada en los biorreactores de microalgas como bioestimulante para cultivos agrícolas. Según explicó Carlos Lopera Agudelo, ingeniero agrónomo, magíster en Ciencias Biológicas y gerente de Ecosphaira, el objetivo fue determinar si esa biomasa podía convertirse en una fuente de carbono orgánico para el suelo, un componente clave para la vida microbiana y el desarrollo vegetal. El estudio se centró en aplicar la biomasa en arroz y frijol, especies comunes en la alimentación humana. De acuerdo con Lopera Agudelo, el análisis evidenció que las microalgas generaron un impacto bioestimulante significativo en las especies evaluadas, mostrando mayores porcentajes de germinación, mejor desarrollo radicular, mayor número de hojas y aumento del peso de las plantas. «Las microalgas sí aportan minerales, pero su gran potencial está en la categoría de acondicionadores orgánicos del suelo, como aditivos orgánicos en la producción agrícola», agregó.

Según Lopera Agudelo, este tipo de soluciones no solo resultan viables, sino que también pueden escalarse fácilmente. Pueden desarrollarse tanto desde empresas biotecnológicas como implementarse directamente en fincas o empresas agrícolas interesadas en producir su propia biomasa. Al final, el propósito de esta iniciativa es que tecnologías como los biorreactores de microalgas superen el ámbito académico y se conviertan en herramientas efectivas y aplicables.

«Este es un ejercicio 100 % escalable, 100 % viable. Qué bueno que estas soluciones se implementen de forma masiva en la industria agrícola, porque son pertinentes, necesarias y representan una alternativa frente a los problemas actuales de calidad del suelo y la urgencia de una producción más limpia y sostenible. Estoy seguro de que los costos de producción son bajos en comparación con los beneficios que pueden generar», afirmó Lopera Agudelo.

El desarrollo de sistemas como este da cuenta del compromiso de la Universidad de Antioquia con aportar a los Objetivos de Desarrollo Sostenible —ODS— desde la academia, así como de su capacidad e interés por generar ciencia aplicada: conocimiento al servicio de la transformación social y ambiental. **ALMAMATER**

Que adolescentes y jóvenes reconozcan y reflexionen sobre las situaciones originadas por el conflicto armado en Colombia, e identifiquen, a través de estrategias pedagógicas como un videojuego, los hechos que han enfrentado las víctimas y los victimarios, y las normas nacionales e internacionales relacionadas con la confrontación armada, es la apuesta de un proyecto liderado por investigadores de cuatro universidades públicas de Antioquia y Santander, entre ellas la UdeA.



**CARLOS OLIMPO RESTREPO S.**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
olimpo.restrepo@udea.edu.co

# Operación Camaleón, herramienta pedagógica para tomar consciencia sobre los impactos del conflicto armado

**El conflicto** armado colombiano es complejo, de larga data e involucra a diferentes actores, por eso puede resultar difícil de entender. Para abordar el tema de una forma más comprensible, académicos encontraron en la lúdica una herramienta llamativa para explicar y generar consciencia en estudiantes de los últimos años de colegio y primeros semestres de universidad sobre un fenómeno que ha marcado la historia del país.

Un equipo interdisciplinario de investigadores de la Universidad Industrial de Santander —UIS—, la Universidad Francisco de Paula Santander, de Ocaña, la Institución Universitaria ITM y la UdeA, entre los cuales se incluyeron periodistas, escritores, filósofos, ingenieros de sistemas, economistas, administradores y pedagogos, creó una herramienta gamificada —uso de técnicas del juego para la enseñanza en ambientes educativos y laborales—, diseñada para enseñar y concientizar, de manera vivencial y participativa, la complejidad del conflicto armado colombiano y el valor de las normas nacionales e internacionales que lo regulan.

Se trata de un videojuego al que nombraron Operación Camaleón y que es el resultado principal del proyecto «Testimonios de Paz - Propuesta pedagógica gamificada sobre historias de paz y reconciliación de actores del conflicto armado colombiano», ejecutado por la Universidad de Antioquia y financiado mediante la convocatoria 890 de 2020 del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación —Minciencias—, la cual buscaba que desde las instituciones de educación superior —IES— se generaran «productos de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico, innovación y apropiación social del conocimiento», con un compromiso ético por parte de los científicos que, para este caso, fue gestionado desde la UIS.

Es una iniciativa cuyo principal objetivo es que los jóvenes se acerquen a las complejidades del conflicto armado colombiano desde la memoria, los testimonios y el juego, a la vez que pueden comprender y cuestionar, con pensamiento crítico, las situaciones vividas por millones de colombianos.

«Ideamos una estrategia pedagógica con el fin de que los jóvenes comprendan el conflicto, que tengan más empatía con quienes han sido afectados por esa violencia, sea de manera directa o indirecta, y para que tengan claro que entre todos podemos construir una sociedad más justa, equitativa y en paz», destacó Andrés Vergara Aguirre, docente de periodismo y literatura en la Facultad de Comunicaciones y Filología de la UdeA e investigador principal del proyecto.

Por tratarse de un proyecto que involucra a personas jóvenes, los participantes debieron firmar un consentimiento informado y en el caso de los menores de edad este documento fue firmado por sus padres o quien ejerciera su patria potestad, según los requisitos del

componente ético de la convocatoria de Minciencias para este caso, la cual puede ser consultada aquí.

## Una construcción colectiva

El proyecto se ejecutó durante 36 meses, entre 2022 y 2025, y fue liderado desde la UdeA por Andrés Vergara Aguirre y desde la UIS por Martha Liliana Torres Barreto, directora de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y del Laboratorio de Innovación Educativa Galea.

Vergara Aguirre recordó que «en 2019, en el Grupo de Estudios Literarios —adscrito a la Facultad de Comunicaciones y Filología de la UdeA y clasificado como A1 en Minciencias— propuse crear la línea de trabajo que se llama Violencias y paz en Colombia: representaciones en la prensa y la literatura, y después la investigadora Martha Liliana Torres Barreto nos contactó porque estaba interesada en trabajar un tema que tuviera que ver con el conflicto armado, empezamos a hablar y poco a poco ideamos el proyecto».

Para la convocatoria de 2020, Minciencias tenía como requisito que en las propuestas se debían incluir una universidad no acreditada por el Ministerio de Educación y un instituto técnico, para garantizar la transferencia de conocimiento entre IES de diferente nivel, y de esta manera, a la iniciativa se sumaron la Universidad Francisco de Paula Santander, de Ocaña, y la Institución Universitaria ITM, de Medellín, con las cuales se llegó al diseño final del proyecto.



Las herramientas pedagógicas que incluyen la lúdica han mostrado gran potencial en el abordaje de temas que...  
Foto: cortesía del proyecto.

Martha Liliana Torres Barreto, docente e investigadora de la UIS, reiteró que el videojuego se diseñó para que los jóvenes exploren las historias de paz y reconciliación del conflicto armado colombiano.

Para ello —agregó la profesora— «trabajamos con testimonios reales recogidos por todo el equipo interinstitucional y los combinamos con las preferencias y necesidades de los futuros usuarios, para crear un diseño verdaderamente centrado en ellos».

La investigación se desarrolló en tres etapas: la primera fue la búsqueda y selección de personas dispuestas a dar su testimonio, así como la construcción de las narrativas, es decir, de los relatos en primera persona con base en las entrevistas.

«Hicimos 19 entrevistas en profundidad, con personas de Antioquia, Santander y Norte de Santander, que son los tres territorios comprendidos por las instituciones participantes en la investigación académica. Todas estas fuentes estuvieron directamente relacionadas con el conflicto, como víctimas o victimarios. La mayoría de las conversaciones se hicieron cara a cara y unas pocas, por razones de seguridad de los involucrados, se realizaron mediante videollamadas», explicó Vergara Aguirre.

Tras este proceso, las entrevistas fueron transformadas en relatos, en los que en todo momento se respetó la fidelidad de los testimonios, las analizaron desde las diferentes perspectivas disciplinarias del equipo de investigadores y se identificaron las historias más representativas para crear los cuatro personajes del juego: Francisco, el civil; Milo, el militar; Julián, el paramilitar, y Elena, la guerrillera.

«A partir de esto, diseñamos la herramienta gamificada, el videojuego como les decimos a los estudiantes, la cual se basa en dinámicas interactivas en las que el jugador se enfrenta a dilemas éticos y debe tomar decisiones cruciales», precisó el profesor Vergara Aguirre.

Por ejemplo, en el personaje del militar, el jugador debe decidir si entrega a las autoridades judiciales a insurgentes desarmados o los presenta como «bajas en combate». En otro, el participante en el papel de guerrillera vigila a un grupo de militares que se rindieron tras un combate y se enfrenta al dilema de obedecer la orden de su jefe, que le dice que la decisión es no tomar «prisioneros enemigos» ni dejar sobrevivientes.

Tras estas escenas y otras situaciones similares, que pueden ser más o menos graves según el criterio personal, el juego deja claro en la pantalla las consecuencias éticas y legales de su decisión, incluidas las referencias a convenios internacionales como los de Ginebra o sentencias de la Corte Constitucional, entre otras normas. Además, en algunos momentos aparecen pantallazos en los que se repasan hechos históricos y cifras sobre el

conflicto armado, cuyas fuentes son la Comisión de la Verdad y la Jurisdicción Especial para la Paz, entre otras instituciones.

Según el informe final de la Comisión de la Verdad, entre 1985 y 2018 se reportaron 450 664 asesinatos, 121 768 desapariciones forzadas, 50 770 secuestros y 752 964 personas fueron desplazadas en el marco del conflicto armado interno. Algunos de estos datos se incluyen en el videojuego, lo mismo que sentencias de la Corte Constitucional relativas a la guerra colombiana.

### La experiencia de los usuarios

Acompañados y con la orientación de sus maestros, más de 500 estudiantes de colegios y universidades públicas de Antioquia, Santander y Norte de Santander han experimentado la herramienta. Coherente con el componente ético y su propósito pedagógico como parte de su uso en las aulas, el videojuego advierte que está diseñado a partir de «escenas y diálogos sensibles relacionados con el conflicto armado colombiano escritos a partir de los testimonios de diversos actores involucrados, víctimas y victimarios».

A partir de esto han debatido sobre los dilemas éticos que implican sus decisiones, sobre la obediencia ciega de órdenes o de impulsos y también sobre la verdad, la solidaridad, la empatía con las víctimas o sobre la legalidad de determinadas acciones.

Lina Mesa es psicóloga de la UdeA, trabaja en la promoción de los semilleros de la Alma Máter, su labor profesional se ha centrado principalmente en interactuar con adolescentes y jóvenes, y, por esta experiencia, se le solicitó usar la herramienta. «Es un espacio seguro para la reflexión y fomenta la empatía, permite ponerse en el lugar del otro y rompe estereotipos, al ofrecer múltiples perspectivas del conflicto. Además, el juego promueve la formación ciudadana y moral, ya que cuestiona al jugador sobre sus decisiones y lo expone a las normas sobre de guerra», expresó.

Sindy Marcela Zapata Mora es docente de la institución educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño, en el norte de Medellín, y participó en parte del proyecto. Por eso, decidió invitar a los investigadores a llevar la iniciativa a sus aulas y motivó a sus alumnos para que se apropiaran de ella. Cuando la herramienta pedagógica Operación Camaleón estuvo lista para ser usada, organizaron un evento en el colegio, en el que alrededor de 150 alumnos interactuaron con el videojuego, participaron en conversaciones que provocaron reflexiones sobre los distintos dilemas morales que este les generaba y expusieron sus puntos de vista al respecto.

«Entendieron que es una herramienta significativa, que aborda relatos reales de víctimas y victimarios, que les permite acercarse a la realidad de lo que ha sido el conflicto armado en Colombia», afirmó Zapata Mora.

De acuerdo con los investigadores, la herramienta ha generado reflexiones significativas y una mayor comprensión sobre el conflicto armado en quienes han participado. «El juego no es violento ni explícito, es amigable y entendible, porque contiene hechos históricos, leyes y artículos explicativos. Me ayudó a comprender contextos de vulnerabilidad que suelen ignorarse desde una posición privilegiada», expresó María José Montoya Machado, estudiante de segundo semestre del pregrado de Comunicaciones de la Facultad de Comunicaciones y Filología de la UdeA.

Para Pedro también significó un cambio. Este estudiante de grado 11 de un colegio del norte de Medellín —menor de edad y de quien se omite su nombre real—, aseguró que «me hizo entender más sobre el sufrimiento de las personas por el conflicto armado, sobre los lugares donde se presenta y a saber y entender qué hacen y por qué lo hacen quienes participan en la guerra». **ALMAMATER**



podrían resultar difíciles de entender si se estudian de maneras más convencionales.

El número de celular se transformó en un dato tan habitual que las personas lo entregan en formularios, lo dejan en redes sociales o lo ceden en comercios a cambio de descuentos, sin detenerse a pensar que allí se pone en juego uno de los elementos más valiosos y vulnerables de la identidad en línea. En el Periódico Alma Mater conversamos, con expertos UdeA, sobre el papel central que hoy cumple este dato en el ecosistema digital, los riesgos que implica compartirlo sin reservas y las recomendaciones para protegerlo.



**ANDREA CAROLINA VARGAS MALAGÓN**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
acarolina.vargas@udea.edu.co

# El número de celular, una llave maestra de la identidad digital que debe ser protegida

**Hace tiempo** el número de celular dejó de ser solo un canal para hacer y recibir llamadas. Hoy opera como eje de autenticación: se vincula con el correo electrónico, las redes sociales, las plataformas de streaming e incluso con los servicios financieros. La mayoría de las plataformas lo emplean como método de verificación —a través de códigos SMS o llamadas automáticas—, convirtiéndolo en una credencial de acceso.

El auge de la banca virtual, las compras en línea y la multiplicación de aplicaciones móviles convirtieron al número de celular en un requisito casi inevitable para acceder a servicios cotidianos. Entregado de manera automática e inadvertida, pasó de ser un simple canal de contacto a una llave maestra de la identidad digital, lo que también lo convierte en un blanco atractivo para los delincuentes.

«El número de celular se ha convertido en un identificador único, un punto de enlace con todo lo que somos en línea. Se trata de un dato personal sensible, comparable con el número de la cédula; sin embargo, aún persiste la percepción equivocada de que se trata de un dato inofensivo», explicó Katerine Márceles Villalba, magíster en Seguridad Informática y docente de la Facultad de Ingeniería de la UdeA.

De acuerdo con el Informe de Visión Global sobre Digital 2025, el 70% de la población mundial usa un teléfono móvil, lo que se traduce en más de 5 000 millones de números de celular vinculados a múltiples plataformas y aplicaciones, convertidos en la llave de acceso a la información de miles de personas e

instituciones. Aunque parezca más cómodo simplificar el acceso y la navegación a través de un solo dato, ese mismo alcance se convierte en una vulnerabilidad, pues la filtración de números de celular puede poner en riesgo la seguridad financiera y personal, además de la privacidad tanto individual como de las organizaciones con las que se tenga algún tipo de vinculación.

Según un informe de TransUnion —empresa global especializada en la gestión de datos crediticios—, cerca del 30 % de las estafas digitales en el país se cometen a través de tácticas de fraude telefónico.

## Riesgos más allá del spam

Las consecuencias van desde molestas llamadas de spam hasta casos de robo de identidad o afectación de cuentas bancarias. Comprender este tipo de riesgos permite tomar decisiones informadas sobre cuándo y dónde compartir el número de celular, con el fin de protegerlo y, al mismo tiempo, salvaguardar la presencia digital. De acuerdo con Márceles Villalba, uno de los riesgos más frecuentes es el robo de identidad. Aunque el número de celular por sí solo no basta para que un delincuente cometa este delito, sí se convierte en una llave de acceso. Al estar vinculado a múltiples servicios en línea, puede usarse como punto de entrada para restablecer contraseñas, recibir códigos de verificación o incluso combinarse con datos obtenidos en filtraciones y engaños de ingeniería social. La suplantación se concreta cuando el atacante logra hacerse pasar por la víctima para acceder a sus cuentas, abrir nuevas a su nombre o realizar operaciones financieras.

«A esto se suma el intercambio de SIM —conocido como SIM swapping—, un ataque en el que los ciberdelincuentes convencen al operador de telefonía de transferir el número a una nueva tarjeta SIM. Con ello desvían llamadas y mensajes, lo que les permite interceptar los códigos de autenticación de dos factores y, en consecuencia, acceder a cuentas sensibles como el correo electrónico, la banca en línea o las redes sociales», explicó Márceles Villalba. El potencial de pérdidas financieras con este ciberdelito es considerable: puede ir desde transacciones no autorizadas y solicitudes de créditos hasta

En Colombia, la Ley 1273 de 2009 protege la información y los datos personales —como el número de celular— y sanciona los delitos informáticos. Foto: Freepik.



compras a nombre de la víctima. En el caso de profesionales o personas de alto perfil, el riesgo escala hacia ataques dirigidos o incluso espionaje corporativo. «Tenemos que dejar de dar nuestro número de celular sin medir los riesgos. Esa falta de conciencia y de cultura en ciberseguridad nos expone a numerosos fraudes y suplantaciones. Debemos entender que el número telefónico nos identifica, por eso debe protegerse con el mismo cuidado con el que debemos proteger el número de cédula», precisó la profesora Márceles Villalba.

La Universidad de Antioquia ofrece varias opciones de segunda cerradura. Aplicaciones como Microsoft Authenticator e incluso la autenticación por SMS o llamadas.

### Proteger tu número es proteger tu identidad

Una de las fuentes más comunes de filtración de números de celular es el exceso de información compartida en redes sociales. Según Márceles Villalba, esto aumenta las posibilidades de que terceros la utilicen con fines indebidos. «Entre menos visible sea este dato en espacios públicos, menor será el riesgo de fraude o suplantación», afirmó.

Sin embargo, los números de celular también pueden filtrarse por otros medios que suelen pasarse por alto: directorios y registros públicos, tarjetas de presentación, o incluso familiares y amigos que, con la intención de ayudar, comparten el número sin autorización. Estas fuentes de filtración — que parecen inofensivas— evidencian la necesidad de una vigilancia constante y de adoptar medidas de protección proactivas.

Una de las principales recomendaciones de los expertos para proteger el número celular es activar la doble autenticación en todas las cuentas posibles. Esto incluye el correo, las plataformas institucionales y aplicaciones de uso diario como WhatsApp, que permite configurar un PIN de seguridad adicional, preferiblemente por aplicaciones como Google Authenticator o Microsoft Authenticator, ya que no dependen de la red móvil. Aun así, la autenticación en dos pasos por mensaje de texto también brinda seguridad. «La autenticación por SMS o llamada sigue siendo un mecanismo robusto frente a la mayoría de los ataques, que en realidad buscan robar contraseñas. El verdadero riesgo aparece cuando los números de celular son públicos, pues los ciberdelincuentes pueden aprovecharlos para fraudes o intentos de phishing: se hacen pasar por instituciones y piden datos como contraseñas o códigos de verificación y simulan ser legítimos, cuando en realidad se trata de un engaño», aclaró Jaime Ignacio Montoya Giraldo, director de Planeación y Desarrollo Institucional de la Universidad de Antioquia.

Otros hábitos básicos de protección que se pueden aplicar son: evitar publicar el número en redes sociales o formularios innecesarios, usar un número secundario o virtual para registros poco confiables, revisar con frecuencia los permisos de las aplicaciones y configurar un PIN con el operador móvil para impedir cambios de tarjeta SIM no autorizados. Estas acciones sencillas refuerzan la seguridad y disminuyen el riesgo de fraudes digitales. La Universidad, consciente de estos nuevos riesgos digitales y de la importancia de salvaguardar la información de su comunidad, trabaja de manera

constante en actualizar sus mecanismos de protección. Un ejemplo de ello es la Resolución 52644 de 2025 en la que se establecen orientaciones y lineamientos específicos para la gestión de la seguridad y privacidad de la información en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones —Tic— de la UdeA. Estas medidas buscan anticiparse a las amenazas emergentes y reforzar la confianza en los servicios digitales de la institución.

«La seguridad digital no depende solo de la tecnología, sino también de la cultura. Por eso en la Universidad impulsamos un proyecto educomunicativo que, alineado con nuestro Plan de Acción Institucional, busca formar, vincular y movilizar a la comunidad en torno a una cultura del cuidado digital, con acciones que van desde el diagnóstico y la creación de contenidos claros hasta cursos, talleres y actividades de movilización en los campus», explicó Montoya Giraldo.

En última instancia, cada persona tiene la responsabilidad de mantenerse informada y proactiva frente a su seguridad digital. Adoptar y actualizar de manera constante las estrategias de protección es la vía para vigilar el rastro digital y, con ello, aportar a la construcción de un entorno en línea más seguro. **ALMAMATER**

## 5 acciones para proteger tu número de celular

- 1 Compártelo solo cuando sea necesario**  
Antes de compartir tu número de celular, pregúntate si realmente lo necesitan y si confías en la entidad o persona que lo solicita.
- 2 Activa mecanismos de seguridad adicionales**  
No dependas únicamente de los códigos por SMS. Usa aplicaciones de autenticación en dos pasos, como *Google Authenticator* o *Authy*, que añaden una capa extra de protección a tus cuentas.
- 3 Configura la privacidad en tus aplicaciones**  
Revisa en redes sociales y servicios de mensajería quién puede ver tu número, localizarte a partir de él o añadirte automáticamente. Limitar esa visibilidad reduce los riesgos de suplantación.
- 4 Revisa las políticas de tratamiento de datos**  
Antes de registrar tu número, fíjate cómo la entidad o aplicación usará, almacenará y protegerá esa información. Y si decides compartirlo, hazlo con plena conciencia de qué tan expuesto puede quedar.
- 5 Reporta de inmediato cualquier señal de fraude**  
Si recibes llamadas, mensajes o notificaciones inusuales vinculadas a tu número, notifícalo cuanto antes a tu operador de telefonía móvil y al servicio digital afectado —banco, red social, billetera virtual, etc.— Además, cambia inmediatamente tus contraseñas y refuerza la seguridad de tus cuentas: la rapidez en la reacción puede evitar un daño mayor.

*El jurista colombo-francés, referente mundial en la defensa de los derechos humanos, ha combinado la práctica jurídica con la reflexión académica. Esta sinergia ha sido clave para avanzar en la justicia, la memoria y la verdad, incluso cuando los Estados buscan evadir su responsabilidad. En el periódico Alma Mater repasamos con él algunos de sus aportes en el campo del derecho, en especial a normas jurídicas internacionales para la protección de los civiles en conflictos armados.*



**CARLOS OLIMPO RESTREPO S.**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
olimpo.restrepo@udea.edu.co

# El legado de Federico Andreu Guzmán en la defensa de los derechos humanos

**Durante** los años del Estatuto de Seguridad en Colombia, en el gobierno de Julio César Turbay Ayala —1978-1982—, la familia Andreu Guzmán vivió el acoso de organismos de seguridad y Federico, uno de sus integrantes, inició el que sería su primer exilio. Lejos de casa, emprendió una carrera académica que lo ha convertido en un referente mundial de los derechos humanos y del Derecho Internacional Humanitario —DIH—.

Por su trayectoria profesional de más de cuatro décadas, en las cuales ha trabajado como abogado, docente y perito en casos emblemáticos ante la Corte Interamericana de Derechos Humanos y otros tribunales internacionales, así como por el hecho de que su obra ha influido en la doctrina, jurisprudencia y normatividad mundial, el pasado 13 de agosto la Universidad de Antioquia le concedió el título honoris causa de magister en Derecho.

En su ejercicio profesional, ha sido profesor invitado en distintas universidades, entre ellas la UdeA. Ha ocupado cargos de alta responsabilidad en organizaciones no gubernamentales como la Comisión Internacional de Juristas, donde fue consejero general, y en otras con alcance global como Amnistía Internacional en calidad de consejero jurídico, y la Federación Internacional de Derechos Humanos, de la cual fue secretario general adjunto para América Latina.

También fue miembro de la Misión de la ONU para la Observación de Derechos Humanos en Ruanda, África, e investigador en la misión impulsada por la ONU y la OEA para Haití en los años 90, así como director de la Oficina Internacional para los Derechos Humanos, Acción para Colombia.

Andreu Guzmán es igualmente reconocido por su producción jurídica, recogida en libros y artículos de revistas especializadas, con contenidos relacionados con la justicia transicional, la aplicación del DIH en conflictos internos y los mecanismos de lucha contra la impunidad, así como por su participación en el debate y la redacción de mecanismos legales mundiales, entre los que se destacan la Convención Internacional para la Protección de todas las Personas contra las Desapariciones Forzadas, los Principios sobre la Administración de Justicia por Tribunales Militares y el Protocolo de Minnesota sobre la Investigación de Muertes Potencialmente Ilícitas. El docente y jurista compartió con el periódico Alma Mater sus apreciaciones sobre algunos de estos temas, así como sus consideraciones sobre los derechos humanos en el país y en el mundo.



La obra académica de Federico Andreu Guzmán ha sido traducida a varios idiomas y en ella profundiza en temas como el acceso a la justicia, la memoria histórica, la responsabilidad del Estado y los crímenes de lesa humanidad.  
Foto: Dirección de Comunicaciones UdeA / Alejandra Uribe F.

### ¿De dónde nace su interés por trabajar específicamente en el área de derechos humanos?

Cuando terminé el bachillerato jamás pensé en estudiar Derecho. Me atraían las ciencias exactas y la biología, incluso comencé a estudiar Química en la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, la vida cambió cuando, a finales de los años 70, dos primos míos fueron desaparecidos y luego reaparecieron tras semanas de tortura. Eso desencadenó una ola de represión contra mi familia, en particular contra mi madre y contra mí. La persecución incluyó allanamientos a nuestra casa, vigilancia y hostigamientos que nos obligaron finalmente a exiliarnos. Durante tres años estuve fuera del país. A mi regreso, retomé el estudio de Derecho —hice el primer año en Francia— en la Universidad Externado de Colombia y me vinculé al Comité de Solidaridad con Presos Políticos y a la Oficina de Derechos Humanos del Centro de Investigación y Educación Popular —Cinep—, donde empecé a investigar asesinatos de indigentes, prostitutas y pequeños ladrones en Cali. Fue así como entendí que mi camino estaría en la defensa de los derechos humanos.

### ¿Cómo fue el camino que lo llevó a convertirse en un referente internacional en derechos humanos?

Como estudiante de Derecho, me involucré en la defensa de presos políticos y de conciencia, y en la denuncia de violaciones de derechos humanos. Luego me vinculé con figuras como Eduardo Umaña Mendoza, con quien trabajé estrechamente, y el padre Javier Giraldo. Con ellos participamos en la organización de La Liga por los Derechos de los Pueblos, que hacía parte de una red internacional. Realizamos investigaciones que se publicaron en tres tomos bajo el título Los caminos de la niebla, sobre desapariciones forzadas, masacres y ejecuciones extrajudiciales, mostrando cómo operaba la impunidad a partir de expedientes y testimonios. Y en 1987, con Gustavo Gallón, fundamos la Comisión Colombiana de Juristas, que sigue siendo un referente en la defensa de los derechos humanos.

Posteriormente, trabajé en el exterior con Amnistía Internacional y con la Comisión Internacional de Juristas, donde asumí el reto de producir documentos jurídicos, manuales para litigantes y jueces, estudios comparativos y peritajes en tribunales nacionales e internacionales. Es decir, pasé a la construcción de doctrina y pensamiento jurídico sobre derechos humanos, el derecho internacional humanitario y el derecho penal internacional.

### Usted estuvo en la discusión y redacción de normas internacionales. ¿Qué destaca de esas experiencias?

Desde 1991 participé en procesos de redacción de tratados internacionales. Uno de los primeros fue la Declaración de Principios sobre la Lucha contra la Impunidad, adoptada por Naciones Unidas, que sigue siendo un referente en justicia transicional. Trabajé junto al experto de la ONU Louis Joinet en su elaboración. Posteriormente participé en la creación de la Convención Internacional para la Protección de Todas las Personas contra las Desapariciones Forzadas, aprobada en 2005. Fue un proceso largo, con intensas negociaciones entre 2000 y 2005, en el que muchos Estados latinoamericanos apoyaron, pero otros intentaron debilitar el tratado. Finalmente, el instrumento se adoptó y Colombia lo ratificó años después.

También colaboré en la actualización del Protocolo de Minnesota, sobre la investigación de ejecuciones extrajudiciales, y en la redacción de directrices de la ONU sobre el derecho a la reparación y a un recurso efectivo por violaciones graves. De igual manera participé en la declaración de la ONU sobre desapariciones forzadas de 1992 y en el protocolo facultativo del Pacto de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Todos esos

procesos me permitieron ver cómo se construye el derecho internacional a partir de debates y consensos, pero también cómo su cumplimiento depende de la voluntad política de los Estados.

### A pesar de estos avances, muchos Estados firman tratados de derechos humanos, pero no los cumplen. ¿Cómo enfrentar esa frustración?

Siempre les digo a mis estudiantes que los derechos humanos son una lucha de largo aliento. Los resultados rara vez se ven de inmediato. El caso de doña Fabiola Lalinde es ilustrativo: tras décadas de lucha contra la impunidad en la desaparición de su hijo, logró avances importantes en el sistema interamericano, aunque falleció antes de ver la sentencia final. Ese es el destino de muchas víctimas y familiares, que mueren sin ver justicia plena. Algo parecido ocurre con la justicia transicional y Colombia no es la excepción: mecanismos como la Jurisdicción Especial para la Paz —JEP— han mostrado avances limitados y riesgos de impunidad. En la actualidad hay más de 60 decisiones de la JEP en las que se renunció a la persecución penal contra responsables de «falsos positivos», bajo el argumento de que esas personas aportaron a la verdad, pero eso contraviene el derecho internacional, que establece la obligación de juzgar y sancionar violaciones graves, con las penas alternativas, lo cual no se hizo en estos casos.

Pese a todo, el sistema internacional sigue siendo una herramienta de presión. Cuando un caso llega a la Comisión o a la Corte Interamericana de DD. HH. o al Comité de Derechos Humanos, la Fiscalía y los jueces en Colombia se sienten obligados a actuar. Es triste que tenga que ser así, pero demuestra que los instrumentos internacionales siguen siendo indispensables.

### La justicia penal militar ha sido muy cuestionada en América Latina. ¿Ha habido cambios en años recientes en este sistema judicial?

En este campo se han dado avances significativos gracias a la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos. Esa Corte ha establecido que los militares y policías responsables de violaciones graves contra civiles no pueden ser juzgados por la jurisdicción penal militar. En Argentina, por ejemplo, se eliminó esa jurisdicción en tiempos de paz, y solo puede operar en caso de guerra internacional. Otros países, como Perú, Chile y México, han introducido reformas para limitarla. En cambio, en contextos autoritarios como Venezuela o Nicaragua se mantienen prácticas que garantizan la impunidad.

En Colombia, aunque se han dado pasos importantes, el mayor obstáculo sigue siendo la Fiscalía. Muchas investigaciones se frenan cuando empiezan a mostrar responsabilidades más arriba en la cadena de mando o cuando tocan intereses de poder. Esa falta de voluntad de investigar es uno de los factores más graves de impunidad en el país.

### Como profesor, ¿qué mensaje transmite a sus estudiantes frente a los retos y frustraciones en la defensa de los derechos humanos?

Les insisto en que la defensa de los derechos humanos es una lucha de largo plazo. Es normal sentir frustración y pesimismo cuando los procesos se dilatan o se cierran injustificadamente, pero lo importante es no rendirse. Si la justicia nacional no responde, hay que agotar todos los recursos, incluidas las acciones de tutela, y si aún así no hay resultados, acudir a instancias internacionales. Esa es la manera de mantener la presión.

También les enseño que el ejercicio profesional debe combinar la práctica con la reflexión. Que cada caso aporta a la construcción de doctrina, y que el derecho internacional está vivo porque se alimenta de esas luchas. Lo que parece lento o ineficaz hoy, puede convertirse en un precedente fundamental mañana. Por eso, les digo siempre: no bajen la guardia, no se rindan. La lucha es larga, pero los frutos llegan, aunque tarden más de lo que quisiéramos. **ALMAMATER**

La escultura «Caballo al viento» está ubicada a un costado del Teatro Universitario en la plazoleta central de la Ciudad Universitaria, Campus Medellín.



**GIMENA RUIZ PÉREZ**  
Periodista / Dirección de Comunicaciones UdeA  
almamater@udea.edu.co

# «Caballo al viento» ya habita la UdeA

Foto: Dirección de Comunicaciones UdeA / Alejandra Urbe F.

La obra «Caballo al viento», donada por el artista colombiano David Manzur, ahora hace parte del Museo Abierto de la Alma Máter. La escultura, representa una nueva exploración estética del maestro, reconocido por sus célebres pinturas realistas de equinos. Con cuatro metros de altura, esta pieza única y monumental elaborada en láminas de hierro, desafía la representación tradicional de la figura ecuestre y está pensada para interactuar con los elementos naturales del entorno —la luz, la sombra y el viento—.