

# Revista Universidad EAFIT

Vol. 51 | No. 167 | Medellín | Colombia | enero-junio | 2016 | ISSN 0120-341X

Periodismo científico

# Revista Universidad EAFIT

Periodismo Científico

RECTOR	Juan Luis Mejía Arango
VICERRECTOR	Julio Acosta Arango
SECRETARIO GENERAL	Hugo Alberto Castaño Zapata
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	Félix Londoño González
COMITÉ EDITORIAL	Juan Luis Mejía A. Félix Londoño G. Adriana García G. Catalina Suárez R. Camilo Piedrahita V. Ana Cristina Abad R. Juan Carlos Luján S. Paulo Cepeda S. Daniel Hermelin B. Juan Darío Restrepo A. Juan Diego Jaramillo F. María Alejandra González P. Theodore Richard Breton.
DIRECCIÓN	Dirección de Investigación Departamento de Comunicación
COORDINACIÓN Y EDICIÓN	Paulo Cepeda Sánchez
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN	Área de Comunicación Creativa César Franco R. Gabriel Jaime Escobar C. Isabel Cristina Castaño P. Karin Milena Martínez C.
FOTOGRAFÍAS	Róbinson Henao Cortesía y archivo
FOTO PORTADA	Róbinson Henao
EDICIÓN	Vol.51. No.167 enero-junio de 2016
	<a href="http://www.eafit.edu.co/investigacion">www.eafit.edu.co/investigacion</a>
	COMENTARIOS <a href="mailto:comunicaciones@eafit.edu.co">comunicaciones@eafit.edu.co</a>
	ISSN 0120-341X



**Campus principal Universidad EAFIT**  
Carrera 49 7 Sur-50  
Teléfono: (57) (4) 2619500 Ext.9883  
Medellín, Colombia

**EAFIT Llanogrande**  
Kilómetro 3.5 Vía Don Diego-Rionegro  
Teléfono: (57) (4) 2619500  
Ext.9562-9188

**EAFIT Pereira**  
Carrera 19 12-70  
Megacentro Pinares  
Teléfono: (57) (6) 3214115

**EAFIT Bogotá**  
Carrera 16 93-46  
Teléfono: (57) (1) 6114618

**MISIÓN:** La Universidad EAFIT tiene la Misión de contribuir al progreso social, económico, científico y cultural del país, mediante el desarrollo de programas de pregrado y de posgrado -en un ambiente de pluralismo ideológico y de excelencia académica- para la formación de personas competentes internacionalmente; y con la realización de procesos de investigación científica y aplicada, en interacción permanente con los sectores empresarial, gubernamental y académico.



# Revista Universidad EAFIT

Periodismo científico

### Ciencia a la vista

Este concepto describe la arquitectura del Centro Argos para la Innovación, cuyos laboratorios están a la vista del espectador desde que abrió sus puertas el 26 de agosto de 2015 en EAFTT.

En este moderno centro de última tecnología en conocimiento, equipos y materiales se desarrollarán proyectos de investigación aplicada, que darán paso a las nuevas generaciones de procesos y productos de Argos. El centro es un punto de encuentro que invita a todos los actores del ecosistema de ciencia, tecnología e innovación a vincularse: aliados, universidades, institutos de investigación y gobierno.



## Laboratorio de Cultivos de Microalgas

En este espacio se desarrolla el proyecto de captura con microalgas del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), uno de los principales gases que produce el efecto invernadero. Gracias a su capacidad fotosintética, las microalgas procesan el  $\text{CO}_2$  para disminuir las emisiones actuales causadas por las actividades humanas y, de esta manera, minimizar las consecuencias de los gases contaminantes en el ambiente y sus efectos en el calentamiento global.

## Laboratorio Fesem

En este espacio el centro cuenta con un microscopio electrónico de barrido por emisión de campo (Fesem, por su sigla en inglés), que alcanza hasta 650.000 aumentos y en el que se analizan materiales a escala nanométrica. La técnica complementaria Electronic Diffracton Scanning (EDS), acoplada a este equipo, permite realizar análisis químico de materiales. De esta manera, se obtiene información completa de la morfología y la composición de los materiales.



## Laboratorio de Rayos X

En este lugar el centro cuenta con un difractor de Rayos X y un equipo de fluorescencia de Rayos X, donde se identifican las fases mineralógicas y la composición química de los materiales.



Desde el punto de vista arquitectónico, el edificio tiene dos fachadas disímiles: una hacia el occidente que pretende contener el sol poniente de oriente a occidente, y otra que permite recoger los vientos que entran de occidente a oriente para conservar una temperatura ideal.

Desde el punto de vista estético, Juan Luis Mejía Arango, el rector de la Universidad EAFIT, lo describe como un espacio que sigue los principios pictóricos de Luis Tomasello (1915-2014), artista argentino que experimentó con el arte cinético, referido a las obras que generan la ilusión óptica del movimiento según la luz que reciben, y quien obtuvo el primer premio en la II Bienal de Arte Coltejer de Medellín (1970) por su obra *Atmósfera cromoplástica*. De hecho, Lorenzo Castro Jaramillo, arquitecto del proyecto, se inspiró en ese pintor para diseñar las fachadas.

De hecho, la fachada oriental tiene unos elementos arquitectónicos en forma de álabes que emulan los libros del conocimiento y producen un efecto cinético o de movimiento.



## Laboratorio de Análisis Instrumental

En este espacio se analizan las características físico-químicas de los materiales que permiten inferir el tipo de aplicación y su comportamiento en el tiempo.





## Laboratorio de Biotecnología

En este lugar se investiga el uso de microorganismos en la industria. Con el proyecto de captura de CO<sub>2</sub> con microalgas, estas se caracterizan y se les hace seguimiento detallado.







El edificio, de más de 4.807 metros cuadrados de área construida, consta de seis plantas con 12 laboratorios y cerca de 60 puestos de trabajo, y opera bajo el modelo de innovación abierta.

En la construcción del edificio se invirtieron 25.000 millones de pesos y en la dotación de laboratorios, 5.000 millones de pesos. El centro tiene un área construida de 4.807 metros cuadrados y un área intervenida en construcción y espacios abiertos al público de 6.845 metros cuadrados. Cuenta con 60 puestos de trabajo y con 12 laboratorios: 1) Procesos, 2) Resonancia Magnética Nuclear (RMN), 3) Preparación de Muestras, 4) Concretos, 5) Aplicaciones, 6) Microscopía Electrónica (Fesem), 7) Rayos X, 8) Físico, 9) Químico, 10) Térmico, 11) Análisis Instrumental y 12) Biotecnología y un área de Cultivos de Microalgas.

La fachada occidental tiene unos conos con los que se busca crear efectos de luces y sombras durante el día y representan los ojos de los investigadores mirando a través del microscopio para encontrar las soluciones.





Cerca del 75 por ciento del oxígeno que se respira es producido por microalgas, de las que existen cerca de 40.000 especies. Algunas cepas se cultivan en los biorreactores del Centro Argos con el fin de aportar en la disminución de las emisiones actuales causadas por las actividades humanas y, de esta manera, minimizar las consecuencias de los gases contaminantes en el ambiente y sus efectos en el calentamiento global.



# CONTENIDO

## Secciones

Centros de estudio

Editorial

Egresados en la ciencia

Entrevistas

Grupos Colciencias

Infraestructura

Iniciativas emprendedoras

Proyectos de investigación

Premios y reconocimientos

Publicaciones EAFIT

Patentes

Perfiles

Semilleros

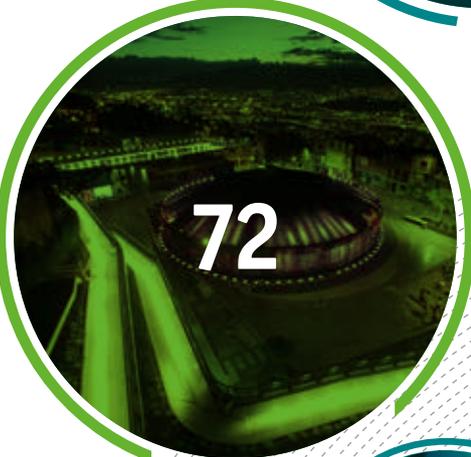
Tema especial

Universidad de los Niños

Universidad de tercera generación

## Artículos

- 20 Comienza la agenda universal Post 2015
- 22 Vehículo EAFIT-EPM, entre los 10 mejores en el Bridgestone World Solar Challenge
- 28 Con imágenes satelitales miden los índices de pobreza en Medellín
- 32 Desde la genética buscan controlar el Mal del machete del cacao
- 36 La memoria tiene nombre en Alejandría
- 40 Patente de invención a innovación para el Metrocable
- 44 La intención está en juego
- 48 Patente para dispositivo que optimiza la suspensión de los trenes del Metro
- 52 Las comunidades, claves en reducción de homicidios
- 56 Michel Hermelin. Un abrazo a la Tierra
- 64 'Ángeles inversionistas', alternativa de financiación
- 68 El derecho debe ser un catalizador de la paz
- 72 Ciudades soñadas
- 80 Energía solar y procesos avanzados de oxidación para descontaminar aguas residuales
- 84 Desempleo e informalidad van de la mano
- 90 Soñar con computadores cuánticos
- 94 Regulación penal no es el único medio para combatir el fraude tributario
- 98 Llegó carta, nueva serie radial científica
- 104 Innovación impulsa el pedaleo
- 108 Andrés Agudelo Toro, entre robots y macacos
- 112 Niños de Antioquia aprenden matemáticas con metodología de EAFIT
- 118 La ciencia se expresa en la producción escrita
- 124 Universidades de los niños, de pequeñas conexiones a grandes redes
- 128 Llegaron 'los guapos'
- 132 EAFIT y U. de A. ayudan a pronosticar el dengue en Bello
- 136 Exploran la prehistoria en rocas
- 140 Analistas del comercio y el desarrollo mundial
- 144 Así se conjugan biología y computación
- 150 Laboratorio de ensayo de productos, al servicio del sector industrial



# + Comienza la agenda universal Post 2015



El mundo está en un momento histórico para mirar más allá de los temas nacionales e internacionales y concentrarse en una agenda universal. Como anticipó Pierre Teilhard de Chardin (1965): “La era de las naciones ha pasado. La tarea que tenemos ahora, sino perecemos, es construir la Tierra”.

Este año marca el comienzo de esa senda colectiva universal con una brújula en común hasta 2030, que determinará el curso global del planeta y sus habitantes para promover la prosperidad, proteger el medio ambiente, actuar frente al cambio climático, y conseguir la erradicación de la pobreza y el bienestar para todos.

De lograr estabilizar las dinámicas de los mercados en los próximos 15 años, los recursos, las capacidades y los principios que guían las decisiones y las responsabilidades individuales deberán estar alineados con temas trascendentales para la humanidad como el crecimiento económico, las alianzas y la reducción de las desigualdades dentro de los países y entre estos.

2015 fue un año sin precedentes históricos, en el que el activismo centrado en la gente y en el planeta



consiguió que se acordara la adopción de la nueva agenda de desarrollo sostenible (ODS) y unos acuerdos puntuales respecto al cambio climático (COP21).

Colombia está en una transición coyuntural de construcción de confianza para asumir las metas de los ODS y para alinearse con esta propuesta universal de armonizar sus políticas y comportamientos.

Existe voluntad política, liderazgo y compromisos internacionales del gobierno nacional, del empresariado y de la sociedad civil. También normativas e instituciones sociales para afrontar los retos, no solo de los ODS, sino del capítulo histórico del Post-Acuerdo.

En este contexto, las rutas de los planes de desarrollo, coordinados en los territorios con los nuevos gobernantes locales, deben fortalecer las alianzas público-privadas, el relacionamiento de la tríada universidad-empresa-Estado y una gobernabilidad transparente que siga los debidos procesos.

Dichas acciones deben enfatizar en la “promoción de un crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos” (ODS 8). Así mismo,

“promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles” (ODS 16).

Será ahora tarea de las naciones, las ciudades, las regiones y las personas priorizar los objetivos que estén más alineados con la razón de ser, los intereses y las capacidades de cada una para generar valor a la sociedad y al planeta.

Estos propósitos no solo son una oportunidad de contribuir, apropiarse y trascender, sino de generar proyectos que desde su concepción sean buenos para la sociedad, los mercados y el planeta. Dichos proyectos deben contribuir a acumular activos sociales con retornos económicos, sociales, ambientales y personales. Lo anterior, siempre y cuando se tenga un sistema de diseño, selección de instrumentos, implementación, medición y monitoreo de cara a los mercados y a la sociedad.

En esta edición de la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT-PERIODISMO CIENTÍFICO se presentan contribuciones explícitas y concretas, desde diferentes instancias de la Universidad, a la agenda universal Post 2015.

# + Vehículo EAFIT-EPM, entre los 10 mejores en el Bridgestone World Solar Challenge

Catalina Guzmán Garzón  
Colaboradora

Después de recorrer 3.022 kilómetros en el desierto australiano en un vehículo impulsado solamente por la energía del sol, EPM y EAFIT ratifican que su trabajo en ingeniería para innovar en materia de energía y movilidad sostenible vale la pena. Crónica de la hazaña lograda entre el 18 y el 23 de octubre de 2015, al cruzar Australia de norte a sur.





Hidden Valley, un complejo de deportes a motor cuya pista de velocidad fue el escenario para la *pole position* de la carrera.

Una tarde soleada de finales de septiembre de 2015, miembros del equipo que construyó el vehículo solar EAFIT-EPM se reunieron en el Aeropuerto Internacional José María Córdoba en Rionegro, Antioquia, para emprender una aventura reservada para muy pocos: competir por segunda vez en el Bridgestone World Solar Challenge, una de las competencias de vehículos solares más importantes del mundo que se realiza en Australia cada dos años.

+

Recorrer 3.000 kilómetros en el vehículo solar consume el equivalente a 16.000 pesos de energía (tarifa estrato 6 en Medellín).

Ansiedad, alegría y optimismo acompañaron a los viajeros que dejaron atrás el cansancio de cerca de 15 meses de trabajar de forma voluntaria en el diseño y la construcción de un vehículo más potente que capitalizara el aprendizaje adquirido después de competir en 2013 por primera vez.

El equipo, conformado por 3 investigadores y 32 estudiantes de pregrado y de posgrado de EAFIT, 2 estudiantes de pregrado de la Universidad Pontificia Bolivariana y 2 ingenieros de EPM, trabajó durante jornadas extenuantes los siete días de la semana en el taller en el que se construyó el vehículo solar.

El compromiso fue tal, que los miembros del equipo tramitaban permisos para ingresar y salir de la Universidad en horarios poco habituales y, así, el taller permaneció activo mientras el resto de la comunidad universitaria disfrutaba de sus vacaciones, puentes festivos, Semana Santa y días de descanso.

Así llegó el esperado momento de la verdad, en el que mientras el contenedor que transportaba el vehículo solar recorría el trayecto que lo llevaría a los talleres del equipo en la Universidad Charles Darwin, 27 de sus miembros viajaron a la ciudad de Darwin,

norte de Australia, el punto de partida de esta aventura que transcurrió en octubre, una apuesta por la energía y la movilidad sostenibles.

## Temporada de preparación

De los treinta días que permaneció el equipo en Australia, solo contaron con dos semanas de preparación para la carrera. El vehículo sufrió algunas averías durante su largo viaje en barco desde Colombia, principalmente deformaciones en la carrocería, lo que era de esperarse después de recorrer 4.500 kilómetros de carretera y pasar 30 días en alta mar. Tras la emoción de ver el vehículo después del largo viaje, el equipo se concentró en reparar los daños y afinar cada uno de los sistemas para tenerlos en la mejor condición posible para los escrutinios. Los talleres prestados por Charles Darwin University contaban con todas las facilidades de un taller automotriz completamente dotado y tenían de su lado al ingeniero Leith Darrach, un aliado australiano que les brindó apoyo desde que lo conocieron en la competencia de 2013 y quien adelantó, junto con su equipo de trabajo, muchas de las gestiones previas a la llegada de la delegación colombiana.

Para Ricardo Mejía Gutiérrez, investigador de EAFIT, este aliado fue fundamental: “el apoyo de Leith y su equipo de trabajo fue muy importante para la preparación del vehículo, puesto que estábamos alojados en la zona de carros livianos, cuyo personal participaba en competencias. Esto les permitió a los estudiantes validar muchas decisiones con ellos, además de tener acceso a herramienta especializada y espacios generosos que marcaron la diferencia en la estadía en Darwin. También fue un gran apoyo logís-



De izquierda a derecha miembros del equipo vehículo solar EAFIT-EPM en la meta en Adelaida: Clara Hurtado, Andrés Cruz, Esteban Parra, Jorge Barrera (sentado), Esteban Rojas, Juan Pablo Ceballos, Esteban Betancur, Julián Gallego, Natalia Gutiérrez, Luis Miguel Rúa, Luz Ángela Rojas, Jorge Valderrama, Camila Zuluaga, Juan Felipe Trujillo, Ana María Montoya, Salomón Orrego, Sebastián Hincapié, Gilberto Osorio, Pedro Eusse, Vanessa Osorio, David Acevedo, Sid Bikkannavar, Tomás Gaviria, Tomás Martínez, Alejandro Arbeláez, Ana Cristina García y Juan Carlos Agudelo Velilla (piloto).

tico para Alberto Arango, otro colombiano conocido del equipo desde 2013, que vive en Darwin”.

Poner a prueba el vehículo era la prioridad. Uno a uno fueron revisados los diferentes sistemas: frenos, suspensión, electrónica, alineación, análisis de datos, balanceo, despliegue del panel solar, entre otros. Afinar detalles y corregir pequeños problemas significó pasar algunas noches en vela porque no podían darse el lujo de cometer errores. Ser la delegación colombiana en la carrera y la única de Latinoamérica fue una responsabilidad que tomaron muy en serio.

Así llegó el momento de iniciar las pruebas por fuera de la Universidad. La caravana que escoltaba el vehículo solar inició el 5 de octubre su primer recorrido por el carril izquierdo de las vías australianas, cambio al que se acoplaron rápidamente. De esta manera, realizaron las pruebas de desempeño en la carretera rural Cox Peninsula Road, una vía aprobada oficialmente por el evento para pruebas. En esta ruta afinaron la capacidad de coordinación y respuesta en condiciones extremas.

En medio de una de las pruebas, con la necesidad de ajustar detalles en el vehículo, el equipo se

desplegó al lado de la carretera cerca del campeón de 2013 Nuon Solar Team de la Universidad TU Delft, una oportunidad perfecta para curiosear las innovaciones del equipo holandés en su vehículo solar.

Aquel paisaje de tierra rojiza que contrastaba con los altos árboles de copos verdes se fue haciendo cada vez más familiar. Prueba tras prueba fueron perfeccionando cada detalle, rodaron hasta 1.000 kilómetros durante la semana de pruebas, así pudieron validar los subsistemas y reparar las pequeñas fallas que fueron apareciendo. Fue una semana de grandes satisfacciones, pues junto a ellos solo rodaron los grandes equipos, los miembros del equipo entendieron la dinámica de la caravana, se incrementó la confianza y se alcanzaron velocidades de hasta 120 kilómetros por hora.

## La primera prueba: el escrutinio

Hidden Valley, un complejo de deportes a motor cuya pista de velocidad, fue el escenario para la *pole position* de la carrera. A las 7:30 de la mañana del 13 de octubre, el equipo hizo el registro oficial para su



El cuarto día de competencia trajo consigo vientos que recorrían el desierto de sur a norte a 20 y 25 kilómetros por hora, lo que aumentó el consumo energético del vehículo. El estado de carga de la batería los obligó a reducir la velocidad hasta detenerse y establecer campamento cuando llevaban 2.406 kilómetros recorridos.

### De los 29 equipos registrados en la categoría Challenger:

- 1 no logró salir del punto de partida.
- 1 se retiró de la competencia.
- 7 llegaron a la meta remolcados.

primera prueba de fuego: el escrutinio estático. En la evaluación final resultaron tres inconformidades, pero dos días después se corrigieron y se presentaron nuevamente. Así el equipo colombiano superó las 12 estaciones de revisión y fue preseleccionado por los jurados entre los diez equipos con mayor potencial para obtener un buen desempeño para la *pole position*. Un reconocimiento que llenó de alegría al grupo colombiano por el trabajo realizado.

“El cumplimiento de la reglamentación corresponde a los diferentes criterios de interpretación que cada equipo hace de ellas, pero es precisamente esta ambigüedad la que permite que los diseños de los vehículos sean diversos y que se presenten las innovaciones en las diferentes áreas funcionales”, explica Gilberto Osorio Gómez, investigador de EAFIT. De los nueve vehículos de la categoría Challenger que se presentaron al escrutinio aquel día, solo el equipo holandés de Nuna superó la totalidad de las pruebas.

Una vez superado el escrutinio estático, el sábado 17 de octubre, el equipo se enfrentó al escrutinio dinámico en el que se evalúa el radio de giro y frenos; además de la prueba clasificatoria para la *pole position* con el piloto Juan Carlos Agudelo Velilla, estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto de

EAFIT, quien tiene mayor experiencia y pericia con el carro solar. La prudencia fue una característica de esta prueba, la idea era no forzar el vehículo más de lo debido para evitar riesgos innecesarios. Ocuparon el lugar 19 de 29 equipos en competencia.

## Tres mil kilómetros de competencia solar

Mirar el cielo y esperar que haya pocas nubes es un hábito adquirido por los miembros del equipo. Por fortuna aquel domingo 18 de octubre, un cielo azul fue el testigo que vio cruzar la línea de salida del vehículo solar colombiano y la caravana que lo acompañaba. Tras una hora y 16 minutos de la salida, el carro ya había recorrido los primeros 100 kilómetros sin contratiempo, incluso había sobrepasado un par de vehículos.

Ese primer día el carro solar avanzó 586 kilómetros y superó el primer puesto de control. Así llegó la noche y el lugar elegido para pernoctar no pudo ser mejor, ya que se instalaron cerca de una estación de servicio en un hospedaje donde pudieron acceder a servicios sanitarios y agua potable, lujos escasos en medio del desierto. Esto teniendo en cuenta, además, que a 50 kilómetros de dicho punto el vehículo que tiraba del tráiler había quedado rezagado debido a una avería en las llantas, problema que no pudieron resolver ese domingo e hizo que la caravana se separara.

Para el equipo del vehículo solar EAFIT-EPM el segundo día fue memorable. Un viento cruzado lo sacó



El 23 de octubre llegó a Adelaida la caravana del equipo vehículo solar EAFIT-EPM, tras lograr la hazaña de recorrer 3.022 kilómetros desde el norte hasta el sur de Australia.

de la vía, pero el grupo de estudiantes logró ponerlo nuevamente en ruta en solo 45 minutos. Los competidores que los sobrepasaron durante la parada los motivó a ir más rápido y consiguieron el mejor promedio de velocidad de todos los carros participantes.

Paralelamente, quienes se quedaron en el tráiler lograron resolver el problema, e iniciaron su propia carrera contrarreloj para alcanzar al resto de la caravana esa misma jornada. Desayunaron, almorzarón y comieron en el vehículo en movimiento. Solo se detuvieron en la ciudad de Tennant Creek para ir al baño y comprar hielo para conservar la carne para el asado que no pudieron hacer la noche anterior. A las 9:00 de la noche pudieron alcanzar la caravana con el carro solar que ese día había superado el kilómetro 998 de la carrera.

Al día siguiente, el vehículo solar EAFIT-EPM se ubicó en la novena posición en la categoría Challenger, a una hora del equipo Clenergy Team Arrow de Australia que lo antecedía. Esa tercera jornada llegaron a las 4:41 de la tarde a la localidad de Kulgera para establecer allí el campamento con una preocupación en mente: al salir de Alice Spring se desconectó uno de los cables del panel y el carro llegó con menos carga de la esperada.

El cuarto día de competencia trajo consigo vientos que recorrían el desierto de sur a norte a 20 y 25 kilómetros por hora, lo que aumentó el consumo energético del vehículo y la estrategia jugó un papel protagónico para los resultados al final del día. A las

3:20 de la tarde llegaron al puesto de control de Coober Pedy, conocida como la capital del ópalo, por contar con la mina más grande del mundo de esta piedra preciosa. El estado de carga de la batería los obligó a reducir la velocidad hasta detenerse y establecer campamento cuando llevaban 2.406 kilómetros recorridos.

El quinto día del Bridgestone World Solar Challenge, tras alcanzar 2.506 kilómetros con una velocidad promedio de 75 kilómetros por hora, un emocionante encuentro los sorprendió en el camino: 'Rayo', un seguidor del equipo que los buscaba desde la noche anterior. Una breve parada para saludar a su fiel seguidor era necesaria para una recarga de energía, en esta ocasión no para la batería del carro, sino para este grupo de personas que ajustaba cinco jornadas en el desierto para hacer realidad un sueño de tecnología e innovación.

Al final de la tarde, cuando faltaban solo 140 kilómetros para la meta, la caravana tuvo que detenerse una vez más debido al alto consumo de energía ocasionado por los vientos en contra. Llegar a la ciudad de Adelaida y celebrar debió aguardar una noche más.

El 23 de octubre, alrededor de las 10 de la mañana, la caravana del equipo vehículo solar EAFIT-EPM llegó entre cánticos al Victoria Park en Adelaida. Recorrieron el último kilómetro caminando junto al carro que construyeron con sus propias manos y en el que lograron la hazaña de recorrer 3.022 kilómetros, desde el norte hasta el sur de Australia. Tras las vallas algunos seguidores agitaban banderas y los aplausos

## Rendimiento del vehículo solar EAFIT-EPM en el Bridgestone World Solar Challenge

	2015	2013
Puesto	9	13
Promedio de velocidad	72.4 km/h	64 km/h
Kilómetros recorridos	3.022 km	2.550 km

de todos los asistentes se confundieron con los gritos de celebración de la delegación colombiana.

El balance general de la carrera fue muy positivo, los colombianos llegaron en la novena posición, superando a equipos tan importantes como el del MIT y el de la Universidad de Cambridge, cuyos vehículos llegaron remolcados a Adelaida. También al Blue Sky de la Universidad de Toronto y los sudafricanos (NWU Solar y Team UKZN) con carros de muy buena calidad.

## Mejoras del vehículo solar EAFIT-EPM II con relación a la primera versión:

- 5 por ciento más eficiencia de captación.
- 30 por ciento más capacidad de las baterías.
- 7 por ciento más aerodinámico.
- 100 kilogramos más liviano.
- Llantas Michelin 50 por ciento más eficientes.
- Reducción de pérdidas por sombras en la cúpula, encapsulado y corte de panel, y por cableado eléctrico.

Para Jorge Barrera Velásquez, investigador de EAFIT, la ganancia es mucha: “estamos entre los 10 mejores del mundo, que incluye a equipos de muy buena categoría como TU Delf, Twente Tokai, Michigan, Punch PowerTrain y Stanford. El equipo colombiano quedó muy bien, incluso la diferencia con Team Arrow, que tiene mucha trayectoria, se dio por unas pequeñas fallas que tuvimos. Nos queda soñar con una futura participación. Se está considerando una nueva categoría como la Cruiser con vehículos de pasajeros, la que traería desafíos muy interesantes para nosotros”.

Por eso, teniendo en cuenta lo que menciona Barrera, la carrera no terminó ahí y el equipo regresó a Medellín para evaluar las lecciones aprendidas y prepararse para asumir nuevos retos que sigan llevando la bandera colombiana por los caminos de la sostenibilidad y la innovación.

## Investigadores

### Gilberto Osorio Gómez

Ingeniero mecánico, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín); PhD en Ingeniería de Sistemas Mecánicos, Politecnico di Milano (Italia). Es docente-investigador del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto y miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño de Producto (Grid), Universidad EAFIT. Hace parte del comité coordinador del proyecto vehículo solar EAFIT-EPM.

### Ricardo Mejía Gutiérrez

Ingeniero de Producción, Universidad EAFIT; magíster en Sistemas de Manufactura, Instituto Tecnológico de Monterrey (México), y PhD en Ingeniería Mecánica y Diseño, Ecole Centrale de Nantes (Francia). Es docente-investigador del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto y director del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño de Producto (Grid) de EAFIT. Miembro del comité coordinador del proyecto de diseño del vehículo solar EAFIT-EPM.

### Jorge Andrés Barrera Velásquez

Ingeniero mecánico con estudios avanzados en Desarrollo Sostenible y Emprendimiento, Massachusetts Institute of Technology (MIT). Es fundador de la empresa Creati Labs SAS, compañía gestora de fondos con enfoque en desarrollo sostenible e impacto social en las áreas de dispositivos médicos, energías renovables y agroindustria. Además, es presidente de MIT Enterprise Forum Colombia desde 2009 y hace parte del comité coordinador del proyecto vehículo solar EAFIT-EPM.

### Jorge Ignacio Vélez

Ingeniero de producción, especialista en Gerencia de Proyectos y magíster en Administración, Universidad EAFIT. En la actualidad se desempeña como profesional de la Subdirección de Investigación y Desarrollo de Energía en EPM y participa en el comité coordinador del proyecto vehículo solar EAFIT-EPM.

### Pedro Alejandro Eusse Bernal

Ingeniero Electricista de la Universidad Nacional de Medellín y especialista en Gerencia. Es profesional de la gerencia de Desarrollo e Innovación de EPM y líder de proyectos de energía renovables. Es miembro del comité coordinador del proyecto vehículo solar EAFIT-EPM.



# + Con imágenes satelitales miden los índices de pobreza en Medellín

+

**Mónica Vásquez**  
Colaboradora

## A través de una imagen de muy alta resolución espacial, investigadores del Rise lograron extraer datos descriptores del tejido urbano de Medellín.

Desde el cielo, Medellín es como una obra de arte con trazos multiformes y heterogéneos. Sobre el verde de su geografía montañosa se advierten los colores de tejas de barro, techos de zinc, piscinas, cultivos y construcciones.

Eso es lo que a simple vista se aprecia en las fotografías aéreas de alta resolución del grupo de investigación Research in Spatial Economics (Rise) de la Universidad EAFIT, normalmente usadas para hacer cartografía, diferenciar las coberturas de la Tierra o saber en dónde hay vías o construcciones.

Lo más interesante de estas imágenes satelitales es que también permiten cuantificar el grado de pobreza a escala intraurbana, gracias a un algoritmo que sirve para extraer datos socioeconómicos a escala (barrios o polígonos), y cuyo modelo puede usarse para disminuir el costo de encuestas socioeconómicas, así como para elaborar estimaciones censales.

+

En la investigación se extrajo información de la composición de las coberturas del suelo usando un algoritmo de clasificación de imágenes.

A partir de la utilización de estas fotografías en estudios sobre medio ambiente y urbanismo por parte de Jorge Eduardo Patiño Quinchía, consultor del Rise, Juan Carlos Duque Cardona, profesor del Departamento de Economía de EAFIT, le planteó la posibilidad de relacionar una imagen de satélite de un barrio o zona urbana con datos socioeconómicos.

Juan Carlos, coordinador del Rise, trajo de sus recuerdos a un profesor que tuvo en Estados Unidos, gestor de un proyecto parecido, y le entregó a Jorge una copia de un *paper* de un trabajo hecho en África. En este estudio se buscaba estimar un índice de pobreza a partir de imágenes en las que no lograron cuantificar, pero sí identificar zonas con apariencia de tugurios o favelas.

Esa fue la génesis de esa investigación, que estuvo seguida por la búsqueda de información de Me-

dellín, una imagen completa de la ciudad y el intento con varias técnicas de análisis de imagen para determinar cuáles variables se podían extraer y cómo se relacionaban con las socioeconómicas. Dicho estudio hace parte de la tesis de doctorado de Jorge Patiño.

## Metodología

El proyecto empezó con una revisión de la literatura para conocer lo que se hacía en el mundo en temas socioeconómicos con imágenes de satélite, y encontraron que mucha gente, en otras ciudades, había hallado relaciones entre la presencia de vegetación en un barrio y pobreza o tasas de crimen, entre otras. “Logramos integrar unos datos de índices de pobreza para toda la ciudad de Medellín y extraer de la imagen tres variables que arrojan unos números que se pueden usar como datos cuantitativos”, explica el ingeniero geólogo Patiño.

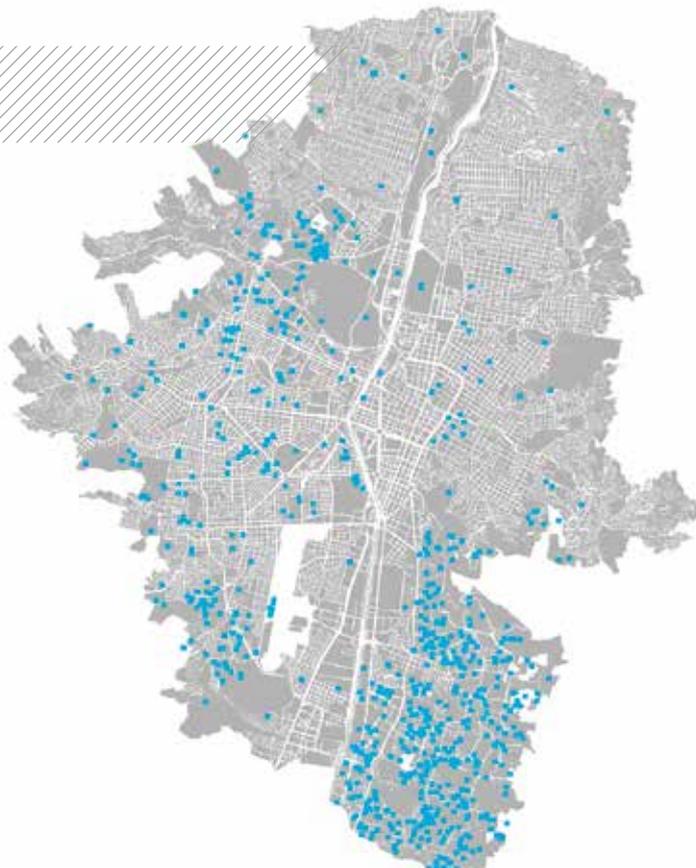
Una variable es la de cobertura del terreno, donde identifican cuáles zonas tienen vegetación, superficies impermeables, techos de barro y piscinas. Estos factores son un indicador de los ingresos en Medellín y los índices de pobreza. Por ejemplo, donde es más alta la densidad de piscinas por kilómetro cuadrado significa que en ese barrio hay un mayor poder adquisitivo, si se tiene en cuenta sus costos de instalación y mantenimiento.

Las otras dos variables son las de textura y las de la estructura de los elementos dentro de los polígonos, que denotan si un barrio está organizado con una malla vial cuadrículada o con una estructura más orgánica, con calles poco rectas, curvilíneas y estrechas, en las que todo se ve más atiborrado debido al poco espacio disponible entre las viviendas.

## Radiografía de Medellín

De acuerdo con los académicos, la investigación se realizó con base en datos de Medellín, por tratarse de la segunda ciudad más grande del país y, además, por ser todavía una de las urbes con más desigualdades socioeconómicas.

“Esta ciudad es un sitio útil para llevar a cabo estudios de variaciones intraurbanas porque ha experimentado altas tasas de crecimiento poblacional desde la década de 1950, y el crecimiento urbano no planeado en algunas partes de la ciudad produjo un alto grado de heterogeneidad espacial en



Localización de piscinas en la ciudad que fue determinada a partir del procesamiento de la imagen satelital.



Datos brutos



Datos procesados



Información extraída

Sector de la ciudad en una imagen satelital, el resultado de procesar esa imagen y algo de la información que se puede inferir en términos de usos del suelo.

las características físicas y socioeconómicas de sus barrios”, sostienen en el estudio los investigadores.

Con estos insumos definieron el indicador de las piscinas ya mencionado, así como el de la cobertura de techos de arcilla o contruidos con tejas de barro, que caracteriza los barrios donde el índice de pobreza es más bajo, ya que estos son más difíciles de instalar y requieren mayor mantenimiento que los paneles industriales (grises o de zinc), menciona el consultor Patiño.

Dentro de esas variables más abstractas, que dan cuenta de si la zona es más o menos organizada, encontraron que los sectores con vías más anchas y rectilíneas tienen índices de pobreza más bajos que las zonas de la ciudad donde la malla urbana es más apretada y con más curvas, menos espacios disponibles y viviendas más atiborradas, lo que refleja índices de pobreza más altos.

“Este análisis va más allá del estudio descriptivo y cualitativo. Pasamos a cuantificar esa información y a hacer modelos econométricos con esto, de manera que hicimos regresiones estadísticas entre los índices de pobreza y dichas variables, así como diversos modelos que permitieran ver cuáles combinaciones de variables funcionan mejor”, afirma Patiño, quien es magíster en Ciencias de la Tierra, con Diploma de Estudios Avanzados en Cartografía y Sistemas de Información Geográfica.

Los modelos obtenidos para Medellín permiten explicar hasta el 60 por ciento de la variación en los índices de pobreza, un valor socioeconómico importante si se tiene en cuenta que los estudios que hay en el mundo, como los desarrollados en África, logran evidenciar solo hasta el 45 por ciento de dicho indicador, asegura el investigador Patiño.

## Alcance

Con base en ese porcentaje de acierto, esos modelos pueden servir para identificar las zonas de la ciudad que tienen mayores índices de pobreza, solamente utilizando la imagen, y sin hacer mediciones de encuesta.

En este sentido, Jorge asegura que dicho modelo puede ser usado por el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas y el Banco Interamericano de Desarrollo, que se interesan en herramientas para determinar las zonas más pobres de una ciudad, pero sobre todo en urbes o pueblos con pocos recursos y, por tanto, con pocos datos.

## Análisis de imagen satelital, nueva línea del Rise

Esta nueva línea de análisis de imagen satelital del grupo Research in Spatial Economics (Rise) complementa las ya implementadas: la de análisis espacial y la de algoritmos.

“Lo que hacemos es aprovechar esta nueva línea y ponerla a interactuar con las demás dentro del grupo, para generar productos tanto científicos como de transferencia tecnológica que sean innovadores. Por eso estamos aplicando a fondos internacionales que nos ayuden a financiar la investigación en el futuro”, afirma Juan Carlos Duque Cardona, coordinador del Rise.

En la actualidad aplicaron a una institución internacional llamada Usaid, en busca de fondos para financiar la continuación de esta investigación por un año más, pero ahora con recursos externos.

## Globos de gran altitud

La Universidad EAFIT desarrolló un globo de gran altitud, el único del país que participó en el concurso internacional Global Space Balloon Challenge en 2014. Este globo sirve para tomar fotografías desde alturas entre 20 y 30 kilómetros.

“Las imágenes capturadas con esos globos podrían servir para este tipo de trabajo. Nosotros usamos una imagen satelital que habíamos adquirido para un proyecto que hicimos con la Alcaldía de Medellín, pero esas imágenes que se van a capturar con los globos tienen el potencial para estimar información socioeconómica en sectores de la ciudad”, apunta Jorge Patiño.

José Ignacio Marulanda Bernal, profesor titular del Departamento de Ciencias Físicas y director del Grupo de Electromagnetismo Aplicado que creó el globo, precisa que este proyecto hace parte de las actividades que le apuntan a la creación de un Centro de Integración y Desarrollo Aeroespacial de la Institución.



## Investigadores

### Juan Carlos Duque Cardona

Administrador de Empresas, Universidad Nacional de Colombia (sede Manizales); magíster en Economía y Empresa, Universidad Pompeu Fabra (España), y PhD en Estudios Empresariales, Universidad de Barcelona (España). Es docente de la Escuela de Economía y Finanzas de EAFIT y director del grupo Research in Spatial Economics (Rise). Áreas de interés: investigación de operaciones, análisis de datos espaciales, econometría espacial y geocomputación.

### Jorge Eduardo Patiño Quinchía

Ingeniero geólogo, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín); magíster en Ciencias de la Tierra y magíster en Geodesia, Cartografía y Sistemas de Información Geográfica, con un Diploma de Estudios Avanzados en Cartografía y Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Politécnica de Valencia (España). En esa universidad es candidato a doctor en Geodesia, Cartografía y Sistemas de Información Geográfica. Su tesis doctoral, dirigida por Juan Carlos Duque Cardona, es sobre el uso de sensores remotos para la aproximación de variables socioeconómicas en zonas urbanas. Es consultor del grupo Research in Spatial Economics (Rise).

# Desde la genética buscan controlar el Mal del machete del cacao

Expertos internacionales en enfermedades del cacao realizaron la más completa recopilación de información sobre el estado actual de los patógenos que atacan el cultivo. En particular, investigadores de EAFIT y Unicamp (Brasil) muestran cómo el Mal del machete ha venido colonizando nuevas zonas de Latinoamérica.



Walter Arias Hidalgo

Colaborador

Investigadores de los laboratorios de Biología Molecular de EAFIT y de Genómica de la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp, Brasil) reconstruyeron la historia del Mal del machete, una enfermedad que mata la planta del cacao, uno de los cultivos más promisorios para desarrollar el agro colombiano.

Esta patología, similar a las enfermedades infecciosas en los humanos, es causada por el hongo *Ceratocystis cacaofunesta* y el amplio acervo informativo sobre este patógeno (agente biológico que origina y desarrolla la enfermedad) fue revisado por el biólogo Javier Correa Álvarez, docente del Departamento de Ciencias Biológicas, junto a sus colegas brasileños.

A partir del análisis de la información genética de hongos aislados de Colombia, Brasil y Ecuador, Correa Álvarez y sus colegas determinaron que, como todos los seres vivos, *Ceratocystis cacaofunesta* también tiene un pariente cercano: el hongo *Ceratocystis fimbriata*, que causa en el café la enfermedad Llagu macana, conocida hace años en Colombia. Esta ha generado pérdidas económicas significativas en este cultivo, según los estudios de Bertha Lucía Castro-Caicedo\*, del Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

El análisis detallado de su ADN –molécula que guarda la información que caracteriza los organismos vivos y permite reconstruir su historia–, muestra que el *Ceratocystis cacaofunesta* adquirió recientemente nuevas características de otros “microorganismos patógenos con los que comparte el ambiente. Lo preocupante es que, al parecer, se está especializando en atacar la planta de cacao muy rápidamente”, afirma el docente Correa Álvarez.

una investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) de 2005. Este impacto es significativo, teniendo en cuenta que en el país se producen al año 42.000 toneladas de semillas de cacao en promedio, como se señala en el mismo reporte.

Con base en el mapa de distribución geográfica del patógeno, los investigadores determinaron que este hongo se originó en la cuenca del Amazonas y se ha dispersado con ferocidad por Suramérica y Centroamérica, donde hay reportes de su presencia en Costa Rica.

En Santa Fe de Antioquia, en la finca experimental Cotové de la Universidad Nacional, recientemente se encontraron plantas con síntomas del Mal del machete. Estas muestras las procesan en el Laboratorio de Biología Molecular de EAFIT, donde caracterizan su morfología y sus moléculas para conocer más sobre su ciclo de vida, sus formas de colonización, su adaptación al entorno local, entre otros aspectos.

En Colombia se producen al año 42.000 toneladas de semillas de cacao en promedio.

El estado del arte hecho por el docente de biología sobre el Mal del machete genera una alerta: si no se previene y no se controla esta enfermedad adecuadamente en el país, puede llegar a causar importantes pérdidas en la producción de semillas de cacao.

Lo anterior afectaría la economía dependiente de este cultivo, producto que demanda cada vez más altos niveles de producción y, pronto, existirá un déficit mundial, según informa la revista *The Economist* y la Organización Internacional del Cacao (ICCO, por su sigla en inglés).

## + El hongo

El ciclo infeccioso del Mal del machete inicia cuando se causa una herida, ya sea por un insecto o por acción mecánica, en el tallo de la planta. Luego, crece rápidamente por el sistema vascular del tallo y genera, en poco tiempo, un marchite total. Esto impacta drásticamente el cultivo del cacao, ya que la pérdida es total y la diseminación es exponencial.

Por eso, la enfermedad del Mal del machete puede resultar más agresiva que la Moliniasis, causada por el hongo basidiomycete *Moniliophthora Roreri* que ha generado hasta el 40 por ciento de pérdidas en la producción anual del cacao en Colombia, según

## Investigación transnacional

El proyecto de EAFIT y Unicamp, titulado *Genomas de Hongos Patógenos del Cacao*, hace parte de un programa más amplio sobre enfermedades del cacao, liderado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), que convocó a los laboratorios e investigadores más reconocidos del mundo en el tema para realizar un panorama retrospectivo y actual sobre esta problemática.

De esta manera, el aporte de ambas universidades se convierte en el estudio actual más detallado que se ha hecho sobre las enfermedades del cacao, afirma Javier Correa Álvarez.



Foto: Robinson Henao

Otras enfermedades del cacao

Las muestras de las plantas con síntomas de la enfermedad en Antioquia las procesan en el Laboratorio de Biología Molecular de EAFIT, donde caracterizan al hongo en su morfología y sus moléculas, para conocer más sobre su ciclo de vida, sus formas de colonización, su adaptación al entorno local, entre otros aspectos.

Fue precisamente en Brasil, el mayor productor de cacao de la región, donde se dieron los primeros pasos para descubrir el genoma de *Ceratocystis cacaofunesta*. El profesor Gonçalo Pereira, junto con un grupo multidisciplinario de investigadores de Unicamp, fueron los pioneros en descubrir los hábitos de este hongo, así como su biología.

A partir de esas investigaciones básicas, los científicos brasileños han empezado a desarrollar moléculas que pueden bloquear puntos específicos del metabolismo energético del hongo.

El hongo *Ceratocystis cacaofunesta* se originó en la cuenca del Amazonas y se ha dispersado con ferocidad por Suramérica y Centroamérica, donde hay reportes de su presencia en Costa Rica.

Todos estos estudios son la base para desarrollar futuras tecnologías (fungicidas) que, como las terapias con fármacos para los humanos, sean específicas (y no genéricas) para combatir el metabolismo del hongo y que no perjudiquen ni a la planta ni al ambiente.

Recuento del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) sobre algunas enfermedades del cacao.

La Monoliasis del cacao

Producida por el hongo *Moniliophthora roerei*, que infecta los frutos del cultivo y los daña, se presenta en todas las regiones donde se desarrolla el cultivo en Colombia y puede causar pérdidas considerables.

Escoba de bruja

Causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa*, afecta los tejidos en el crecimiento de la planta. Aunque en Colombia no es un gran problema, en países vecinos hay alta incidencia del patógeno.

Mazorca negra o fitoptora

Causada por el hongo *Phytophthora* sp., ataca raíces, hojas, tallos, frutos y ramas del cacao.

Rosellinia

Conocida como Llaga estrellada o Podredumbre negra de la raíz, afecta inicialmente el sistema radical de la planta y, posteriormente, el cuello del tallo hasta causar la muerte.

Monalonion (*Monalonium dissimulatum*)

Insecto conocido como coclillo, grajo amarillo, chinche o chupador del fruto. Los adultos y ninfas del insecto succionan la savia de la parte exterior de las mazorcas, lo que provoca lesiones y malformaciones. Puede causar grandes pérdidas en las cosechas cuando se presentan condiciones favorables para su desarrollo: temperaturas elevadas, la alta humedad, el exceso de sombrío y el mal manejo de las malezas.

## “Se puede empezar a prevenir”

El aporte académico de este estudio es el libro *Cacao diseases: A History of Old Enemies and New Encounters*, de la editorial Springer (<http://www.springer.com/us/book/9783319247878>). Entre los resultados, se destaca la identificación de lagunas en los conocimientos previos sobre las enfermedades del cacao y sugieren direcciones futuras para la investigación. Hacer una radiografía de las enfermedades del cacao y, especialmente, del Mal del machete es muy importante para Colombia donde, según datos de 2012 de Proexport, hay dos millones de hectáreas aptas para plantaciones de cacao.

En Antioquia, recientemente, encontraron plantas con síntomas del Mal del machete.

Pese a ese aporte desde la academia, el biólogo señala: “a la fecha en el país no hay programa de monitoreo para *Ceratocysti cacaofunesta*. Estamos ante un posible problema de expansión de este patógeno y se puede empezar a prevenir”.

Al respecto, el investigador eafitense hace un llamado a que el país tome acciones pronto frente a esto, si se tiene en cuenta que Colombia pretende apostarle al cacao y, de hecho, hay interés del gobierno para impulsar su cultivo como uno de los más promisorios para desarrollar el país.

“Nosotros tenemos las condiciones ambientales ideales para aumentar la producción de cacao y, sobre todo, en regiones que han sido impactadas por la violencia, así puede ser uno de los sustentos en el futuro”, puntualiza Javier.

## Estrategias de control

Para controlar la aparición del Mal del machete, el estudio plantea varias estrategias: una de ellas es usar variedades de cacao resistentes, pero su desarrollo toma más de 20 años. Otra es utilizar microorganismos biocontroladores, aunque son de difícil aplicación para esta enfermedad en particular.

Teniendo en cuenta los factores anteriores, la práctica más conveniente es el manejo adecuado del cultivo porque previene la dispersión de enfermedades. En este sentido, la investigación aporta las bases para adoptar prácticas culturales adecuadas: momentos para hacer las podas, control de insectos

vectores, manejo de plantas infectadas, entre otras.

Por todo lo anterior, concluye el profesor de EAFIT: “Nuestra idea es profundizar en el conocimiento básico, para en un futuro desarrollar soluciones para el agro y que sean amigables con el ambiente”.



### Investigador

Javier Correa Álvarez

Biólogo y magíster en Biología, Universidad de Antioquia. Doctor en Genética y Biología Molecular, Universidad Estatal de Campinas (Unicamp), Sao Paulo, Brasil. Coordina el Semillero de Biología Computacional de EAFIT y pertenece al Grupo de Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop). Es docente de genética, biología molecular y bioinformática. Áreas de interés: genómica, bioinformática, biología molecular y fitopatología.

### Fuentes documentales

Castro C., B.L. (1998). Incidencia de Laga macana (*Ceratocystis fimbriata*) en la práctica de poda de ramas bajas de árboles de café. *Avances Técnicos Cenicafe*, (252), 1-8.

Cold cocoa. En: *The Economist*. Recuperado de: <http://www.economist.com/news/britain/21638169-berkshire-plays-vital-role-world-chocolate-industry-cold-cocoa>

ICCO Statement on reports of a cocoa supply deficit in 2020. En: International Cocoa Organization. Recuperado de: <http://www.icco.org/about-us/icco-news/270-icco-statement-on-reports-of-a-cocoa-supply-deficit-in-2020.html>



Las asociaciones de víctimas del pueblo planean las actividades de manera conjunta con el semillero. También validan el material que se produce.

# La memoria tiene nombre en Alejandría

De la mano del profesor Juan Gonzalo Betancur Betancur y de los estudiantes del Semillero de Investigación en Narrativas Periodísticas, las víctimas del conflicto armado en este municipio del Oriente antioqueño reconstruyen su memoria y documentan sus procesos de sanación individuales y colectivos.

El agua del tanque de la vereda salía roja. Los campesinos que se aventuraban a salir de debajo de sus camas no podían siquiera calmar su sed: tenían que elegir entre el líquido contaminado con sangre o tomar sus orines. Desde hacía dos días guerrilleros y paramilitares se enfrentaban y en medio estaban ellos, la población civil.

Marleny Rendón Monsalve, inspectora de Policía en el municipio de Alejandría, calcula que cerca de 200 combatientes de ambos grupos armados murieron en esa batalla en la vereda La Inmaculada. Los grupos al margen de la ley se llevaron algunos de sus muertos, pero los campesinos tuvieron que cargar y enterrar los que dejaron.

Esos primeros días de agosto de 2001 el cementerio local no tenía capacidad para tantos cadáveres, por lo que la inspectora y los habitantes de la vereda tuvieron que enterrar a 45 de ellos en una fosa común en la zona del enfrentamiento.

Hasta ese lugar llegaron Juan Gonzalo Betancur Betancur, docente de la Escuela de Humanidades de la Universidad EAFIT, y los estudiantes del Semillero de Investigación en Narrativas Periodísticas, del pregrado en Comunicación Social. Lo hicieron en su investigación para documentar lo que pasó en Alejandría por causa de la violencia.

Este municipio pequeño del Oriente antioqueño, aunque no es reconocido como foco del conflicto armado en Colombia, sí padeció sus azotes y horrores, especialmente entre 1999 y 2002. En dicho período la población se redujo de cerca de 6.700 a 2.500 habitantes, es decir, la guerra generó el desplazamiento de unas 4.200 personas.

Lo ocurrido en la vereda La Inmaculada es apenas una de las muchas historias que los eafitenses descubrieron y contaron a través de 50 piezas informativas entre textos, audios, videos, fotografías, infografías, imágenes enriquecidas, una línea de tiempo interactiva y una tabla dinámica propia del periodismo de datos. En este trabajo multimedia emplearon géneros periodísticos como el testimonio, la crónica, la entrevista y el reportaje. Todo se puede consultar en el sitio web [www.memoriaalejandria.com](http://www.memoriaalejandria.com)

Este componente digital es uno de los resultados del proyecto de investigación *Memoria y esperanza: reconstrucción de la historia del conflicto armado en el municipio antioqueño de Alejandría desde las víctimas*, liderado por Betancur, quien coordina el énfasis en Periodismo Digital del pregrado en Comunicación Social de EAFIT.

Esta investigación comenzó en el primer semestre de 2014 y esperan terminarla en 2016, con la publicación de un libro con el que el docente Juan Gonzalo y los estudiantes del Semillero contribuyen a recuperar la memoria histórica del conflicto, a apoyar los procesos de sanación de los habitantes de Alejandría y a la construcción del posconflicto local.

## De víctimas a coeditores

Una de las historias reconstruidas por el estudiante Alejandro Arboleda Hoyos, coordinador del Semillero, es la de dos hermanos que quedaron atrapados en medio del conflicto armado. Uno de ellos, el menor, se unió a las autodefensas cuando ese grupo llegó a Alejandría. Una noche el mayor, a sabiendas de los malos pasos en que andaba el otro, le advirtió: “Si usted se va pa’ la calle, yo le cierro esa puerta. Quédese acá y no se vaya porque mire esto como está”. El joven le reprochó: “No, yo me voy y si usted me cierra la puerta, yo se la tumbo a punta de plomo. Usted verá qué hace”.

En Colombia hay más de siete millones de víctimas a la espera de reparación, memoria y verdad. De ellas, 3.700 son de Alejandría, que hoy tiene 4.400 habitantes aproximadamente.

Sobre este testimonio que evidencia la degradación causada por la guerra en ese municipio, Juan Gonzalo explica: “Cuando llegaron las autodefensas algunos muchachos del pueblo se les unieron. Y entre los asesinos estuvieron algunos jóvenes del propio pueblo, ellos fueron unos terribles victimarios”.

Pese a la contundencia del relato, esa historia nunca vio la luz, apenas publicaron fragmentos y hace parte de esa memoria que las fuentes prefirieron no dar a conocer todavía. En este sentido, el Semillero busca que las víctimas no sean solo fuentes de información.

Por eso, toda la metodología del proyecto se definió en conjunto con dos organizaciones de la localidad: la Asociación de Mujeres Víctimas Cabeza de Familia (Amuvicafa) y la Asociación de Víctimas de la Violencia de Alejandría (Asovival). Con ellas acordaron qué contar y cómo hacerlo. En ese proceso participativo, todas las historias escritas, así como la totalidad de los materiales, los validan con estos grupos de la sociedad civil antes de ser publicados.

“Empezamos pensando solo en contar historias y después vimos que podíamos ayudar más, que podíamos incursionar en algo que el periodismo nunca



Foto: Robinson Henao

### Semillero de investigación en Narrativas Periodísticas

hace: vincular a esos grupos de víctimas en todo el proceso de construcción de la información”, explica Juan Gonzalo.

Con esta metodología de trabajo no solo han contribuido al proceso de sanación de las víctimas –tal y como afirman ellas mismas– sino a que sus asociaciones, que antes tenían un perfil bajo en su comunidad, ahora sean más escuchadas dentro de esta.

+

Las dos organizaciones de víctimas de Alejandría, Amuicafa y Asovival, suman cerca de 400 integrantes.

“La universidad colombiana tiene una deuda con la sociedad. El hecho de ir y trabajar con las comunidades legitima a los movimientos sociales que están ahí”, asegura Verónica Suárez Restrepo, una de las integrantes del proyecto, quien expuso el modelo pedagógico del Semillero en el XV Encuentro Latinoamericano de Facultades de Comunicación Social (Felafacs 2015), realizado del 5 al 7 de octubre en Plaza Mayor (Medellín).

Lo que plantea Verónica lo refrenda Alejandro a partir de una entrevista a una de las víctimas que integra las asociaciones mencionadas: “Nos sentamos a hablar y me contó su historia. Al día siguiente me enteré de que era la primera vez que hablaba de cómo le habían matado a su hijo y desaparecido a su madre y a una sobrina”.

Está integrado por quienes aparecen en la foto de izquierda a derecha: Sara Ruiz Montoya, María Restrepo Mejía, María Isabel Mesa González, Juan Gonzalo Betancur Betancur (profesor coordinador), María Clara Sierra Gallón, Alejandro Arboleda Hoyos (estudiante coordinador), Alejandra Sánchez Gómez, Paulina Echavarría Guisao y Estefanía Jiménez Tamayo. También, por Dayana Villegas Montoya y Santiago Jaramillo Morales. Así mismo, por las egresadas Jessica Serna Sierra, Lina María Arroyave Ceballos, Marcela Gutiérrez Ardila y Verónica Suárez Restrepo.

El Semillero explora las formas de narración periodística a través de su estudio formal mediante métodos académicos, pero también mediante la producción de piezas informativas para medios de comunicación tradicionales y para medios y plataformas producto de las tecnologías de la información y la comunicación.

Se caracteriza por ser tanto de investigación como de producción, es decir, desarrolla trabajos académicos formales realizados bajo los parámetros del método científico, pero también hace producción de materiales periodísticos en diversos géneros y formatos.

## Perpetuar la memoria

El proyecto ha sido enriquecedor para los estudiantes de EAFIT. Lidar con la muerte, el conflicto y la reparación ha sido un ejercicio formativo que complementa lo aprendido en las aulas de clase.

Al respecto, la estudiante Sara Ruiz Montoya, quien lleva seis meses en el Semillero, afirma: “Me llamó la atención porque, si quiero ser periodista, quiero afinar esa sensibilidad y tratar con las personas y con mi país. Lo que me inquieta mucho es cómo llegarles a las víctimas, que se sientan escuchadas y que sientan que a nosotros realmente nos importa esto”.

El proyecto de investigación es financiado por la Universidad EAFIT a través de la convocatoria de Pequeños Proyectos de la Dirección de Investigación.

Esa es una de las preocupaciones del investigador Betancur: reconocer a los afectados y su trabajo, para que sientan que el país no los olvidó. En este sentido, el libro incluirá también una lista –como ya está en el sitio web– con el nombre de todos los 200 asesinados, su edad, fecha, lugar del crimen y el grupo señalado de ser victimario, como reconocimiento a los muertos. “Eso es parte del papel del periodismo que proponemos, no solo contar historias sino ayudar a los procesos de sanación de las víctimas”, dice Verónica Suárez.

Los estudiantes creen que aportar al proceso de conocimiento de la verdad ayuda a la reparación simbólica, en un momento histórico en el que el país se prepara para un eventual posconflicto, una vez se logre la firma del acuerdo final del proceso de paz con la guerrilla de las Farc, que sería a más tardar el 23 de marzo de 2016 como anunció el presidente de Colombia, Juan Manuel Santos Calderón, en La Habana el 23 de septiembre de 2015.

Los integrantes del Semillero consideran que este proyecto de investigación es un trabajo real de apoyo a la memoria en el país, pero que se necesitan más esfuerzos similares de la mano de las universidades en todo el territorio, para trabajar con las comunidades que sufrieron la violencia y los horrores de la guerra. Lo anterior es importante, en especial si se llega a firmar el acuerdo de paz porque, como lo plantea Juan Gonzalo, si los casos que ellos contaron son de “hace 12 y 15 años, y apenas están viendo la luz, ¿cómo será lo que se seguirá descubriendo con el posconflicto?”.

Por último, cuando terminen de documentar todo el proceso de memoria, el profesor Juan Gonzalo y los estudiantes del Semillero brindarán capacitación a los grupos de víctimas con los que han trabajado para que ellos puedan continuar de manera autónoma el proceso de narración y sanación a través de los relatos.

“Queremos que ellos continúen haciendo esto de forma independiente. Es su proceso. Nosotros damos este empujón y ellos deben seguir solos reconstruyendo su memoria”, concluye el investigador Betancur.



### + Investigador

#### Juan Gonzalo Betancur Betancur

Comunicador Social-Periodista, Universidad Pontificia Bolivariana. Magíster en Estudios Humanísticos, Universidad EAFIT. Especialista en Análisis Político y del Estado, Universidad Autónoma Latinoamericana (Medellín), y en Comunicación y Conflictos Armados, Universidad Complutense de Madrid (España). Es profesor e investigador del programa de Comunicación Social de la Universidad EAFIT, en el que coordina el énfasis en Periodismo Digital. Es miembro del grupo de investigación en Comunicación y Estudios Culturales de esta Universidad. Áreas de interés: el estudio del periodismo digital y sus nuevas narrativas, y la comunicación y el ejercicio del periodismo en contextos de conflictos armados.



# + Patente de invención a innovación para el Metrocable

Juan Ignacio García  
Colaborador

El desarrollo de un sistema de diagnóstico para el mantenimiento del Metrocable derivó en la séptima patente de invención para la Universidad EAFIT, la primera que obtiene con el Metro de Medellín.



Foto: Robinson Henao

Las líneas M (Pan de Azúcar) y H (La Sierra) de cables que conectarán con el tranvía de Medellín podrían tener esta tecnología integrada a su panel central de control. “Estamos trabajando para que esas dos líneas vengan con ese sistema implementado”, manifiesta Ricardo Cano.

La novedad que significó el uso de un transporte tipo teléferico en una urbe, como parte de un sistema integrado de transporte masivo, ha generado nuevas oportunidades de innovación que respondan a los diferentes retos que el Metro de Medellín enfrenta día a día.

La Universidad EAFIT es uno de los socios más importantes en el desarrollo de estas soluciones, tal como lo demuestra el proyecto de investigación *Sistema de diagnóstico de la interfaz pinza-cable del Metro-cable. Fase I*, que hace parte de las 15 patentes que tiene la Institución.

## El Metrocable

Hasta 2004, año de la entrada en operación del Metrocable, estos sistemas de transporte generalmente trabajaban como atracciones turísticas o en forma estacional, como las estaciones de esquí.

Ricardo Cano, jefe de Cables Aéreos del Metro de Medellín, señala que un cable en un contexto urbano como el de la capital antioqueña opera entre 19 y 20

horas diarias, lo que deja alrededor de tres horas para el mantenimiento del sistema.

“Cuando iniciamos con la línea K (Acevedo-Santo Domingo) nos encontramos con diversas actividades que teníamos que realizar y sin el tiempo suficiente para atender. Una de estas es la medición de distintas variables de la interacción entre la pinza –con la que se sostiene la cabina del cable– y su entrada a las estaciones, una labor dispendiosa que se hacía manualmente y que implicaba altos recursos de personal”, indica Ricardo Cano.

Para automatizar estas rutinas de mantenimiento se inició en 2011 el proyecto de investigación avalado por Colciencias y realizado por el Metro de

Un cable en un contexto urbano como el de la capital antioqueña opera entre 19 y 20 horas diarias.

Medellín y la Universidad EAFIT a través de su grupo de investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi), liderado por el profesor Leonel Castañeda Heredia.

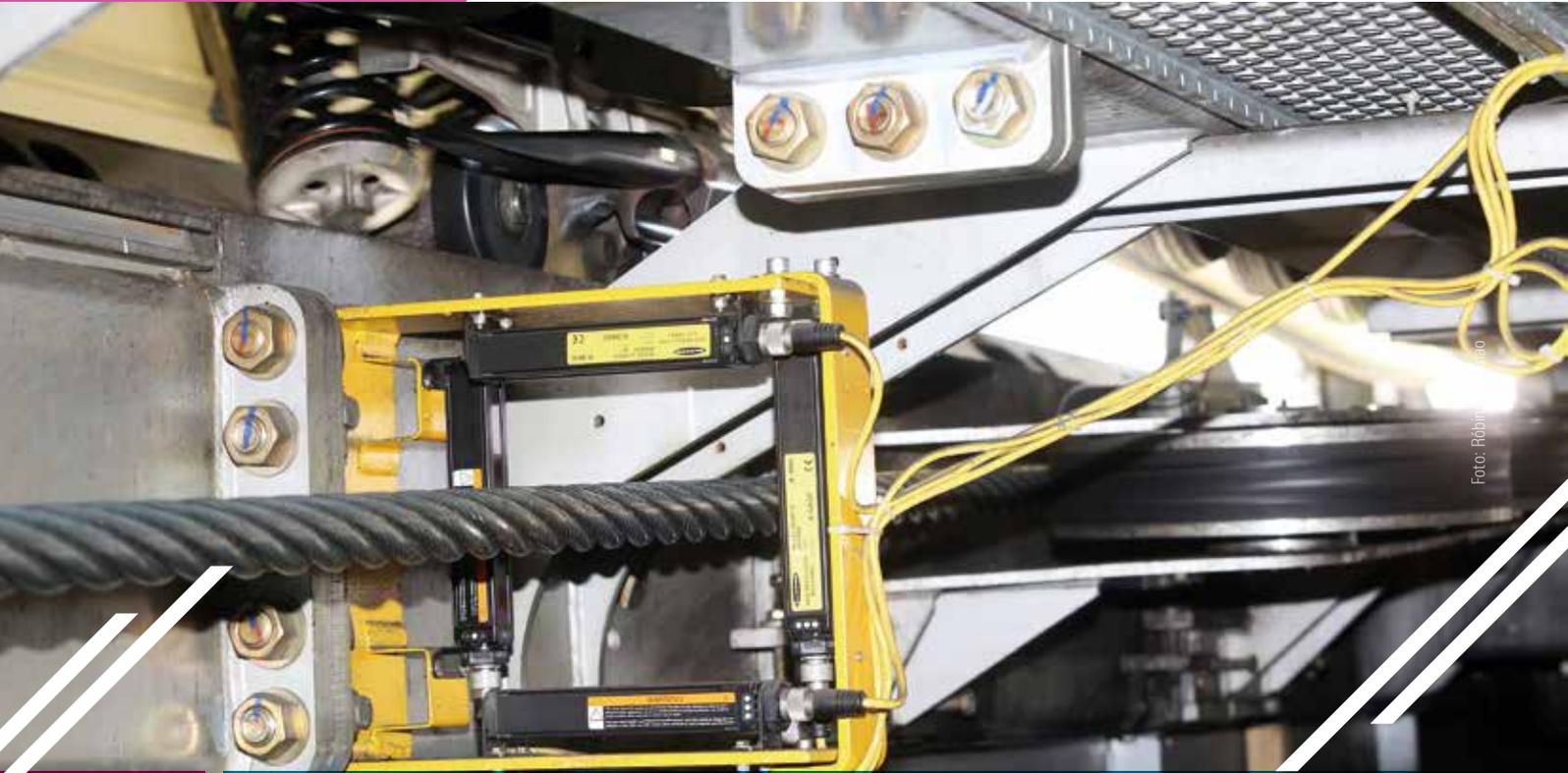


Foto: Roberto Cano

El prototipo desarrollado recoge la información, de manera simultánea y en tiempo real, de las variables de la interacción entre la pinza que sostiene el cable y su entrada a las estaciones.

El asistente de investigación José Fernando Osorio y los funcionarios del Metro de Medellín Alexander Trujillo Vásquez y Gustavo Mejía Tobón, quienes adelantaron sus estudios de maestría en Ingeniería en EAFIT en el marco del proyecto, completan el equipo que desarrolló esta invención.

## La solución

Los pasajeros de Metrocable pueden notar que cuando la cabina llega a una estación se reduce su velocidad. Sin embargo, el cable que la impulsa sigue a la misma velocidad de antes y ahí ocurre uno de los momentos importantes de la operación del sistema.

Con el Sistema de Diagnóstico Portátil la medición de toda una línea como la J (San Javier-La Aurora) se toma 24 minutos.

La cabina tiene una pinza que se agarra al cable y cuando entra a la estación se desembraga del mismo. Hay unos rieles que sirven de guía y unos neumáticos que hacen la tracción para mover la cabina a la velocidad de embarque y desembarque de pasajeros.

Todo esto es un proceso mecánico y la relación entre estos elementos está determinada por unas cotas geométricas establecidas por el fabricante, que

buscan garantizar la alineación adecuada para generar el menor desgaste posible en estas partes.

Además, hay otras variables dinámicas que miden las vibraciones de la cabina, su balanceo y su posición al ingresar a la estación; la presión del aire en los neumáticos guía de las estaciones y las condiciones de las ruedas de la cabina, factores que determinan el confort del viaje del pasajero.

El profesor Castañeda señala que integraron todas estas mediciones en dos sistemas de adquisición, con el que obtuvieron señales por medio del uso de sensores láser y de carga, inclinómetros, acelerómetros y encoder (equivalente a un tacómetro). Esto derivó en el desarrollo de un prototipo que recoge esta información de manera simultánea y en tiempo real.

“Ya lo tenemos implementado y es un sistema muy interesante porque simplemente se instala en una cabina que se pone al servicio para que pueda hacer las mediciones en una de las líneas”, señala Ricardo Cano.

Antes, medir todas estas variables en una sola estación podía tomar una semana. Ahora, con el sistema de diagnóstico portátil, la medición de toda una línea como la J (San Javier-La Aurora) se toma el tiempo que la cabina instrumentalizada la recorra por completo: 24 minutos.

“Lo más importante de esto es que me permite conocer en todo momento cómo opera el sistema”, anota Cano.

+

## Perspectivas de comercialización

Durante el proceso de patentamiento (ver recuadro), uno de los grandes fabricantes de cables aéreos, el Grupo Poma, se interesó en lograr el licenciamiento de esta tecnología.

José Fernando Osorio Brand, asistente de investigación del Gemi, viajó a la sede de la empresa en la ciudad de Grenoble (Francia) para realizar la transferencia tecnológica, tanto del software que recoge las mediciones como del hardware, a las tecnologías que usan para validarlo en uno de sus sistemas de transporte por cable.

“Según los resultados, podríamos hacer una posible negociación, es decir, una licencia de la patente”, indica Adriana García Grasso, directora del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de la Institución.

En este caso, los derechos patrimoniales son del Metro de Medellín y EAFIT, pero la empresa podría usar esa tecnología al pagar unas regalías correspondientes a un porcentaje de las ventas que hagan de ella.

“El porcentaje depende de si es una patente exclusiva o no”, señala la directora del Cice. Esos ingresos, en el caso de la Universidad, entran a apoyar las actividades de investigación y se destina una parte para los investigadores que desarrollaron la tecnología.

## + Transferencia tecnológica

Para Leonel Castañeda esta patente, la séptima de invención que obtiene la Institución, tiene mucho futuro “porque los sistemas de transporte por cable aéreo son una solución que está siendo implementada en la mayoría de los países latinoamericanos”.

Incluso las líneas M (Pan de Azúcar) y H (La Sierra) de cables que conectarán con el tranvía de Medellín podrían tener esta tecnología integrada a su panel central de control. “Estamos trabajando para que esas dos líneas vengán con ese sistema implementado”, manifiesta Ricardo Cano.

Esta patente es una muestra de la fuerte relación que el Metro de Medellín ha establecido con la Universidad EAFIT y el Gemi desde 2003, con el desarrollo de un trabajo en conjunto que tiene otras patentes en curso y que se espera tengan el mismo destino exitoso que este sistema de diagnóstico.

### Patente de invención hasta 2033

Realizar el proceso de patentamiento para conseguir la patente de un desarrollo tecnológico es tan dispendioso como las mediciones manuales que se hacían en los cables.

Adriana García Grasso, directora del Cice de EAFIT, afirma que una de las complejidades es “llevar un desarrollo tecnológico a términos que lindan con lo jurídico. El documento se va a exponer en cualquier país y ante cualquier competidor. Redactar una patente es muy complicado, pero es uno de los mecanismos de protección más fuertes que se puede tener”.

Por su parte, el profesor Leonel Castañeda comenta que “se elaboran documentos técnicos y administrativos donde se describe el alcance de la invención. Además, se declara quiénes participaron y sus porcentajes correspondientes, se va a una notaría y se ceden los derechos patrimoniales a las entidades involucradas”.

La Superintendencia de Industria y Comercio es la encargada en Colombia de realizar los procesos de propiedad intelectual buscando pruebas de que la innovación presentada no existe en el ámbito nacional e internacional. En este caso, dos años después de registrada la solicitud, se otorgó la patente de invención hasta 2033.



### Investigador

Leonel Francisco Castañeda Heredia

Ingeniero mecánico y doctor en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad EAFIT desde 2012, donde trabaja hace 17 años. Investigador Senior de Colciencias. Coordinador del Grupo de investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Área de interés: diagnóstico técnico de sistemas complejos de ingeniería que operan en los diferentes sectores de la economía.

# + La intención está en juego

Con la idea de investigar cómo la intención afecta los procesos de intervención, Jorge Iván Vélez-Castiblanco, PhD y docente de la Escuela de Administración de EAFIT, desarrolló 'juegos de frontera', un método utilizado ya con éxito para analizar el comportamiento de los tomadores de decisión en una organización.

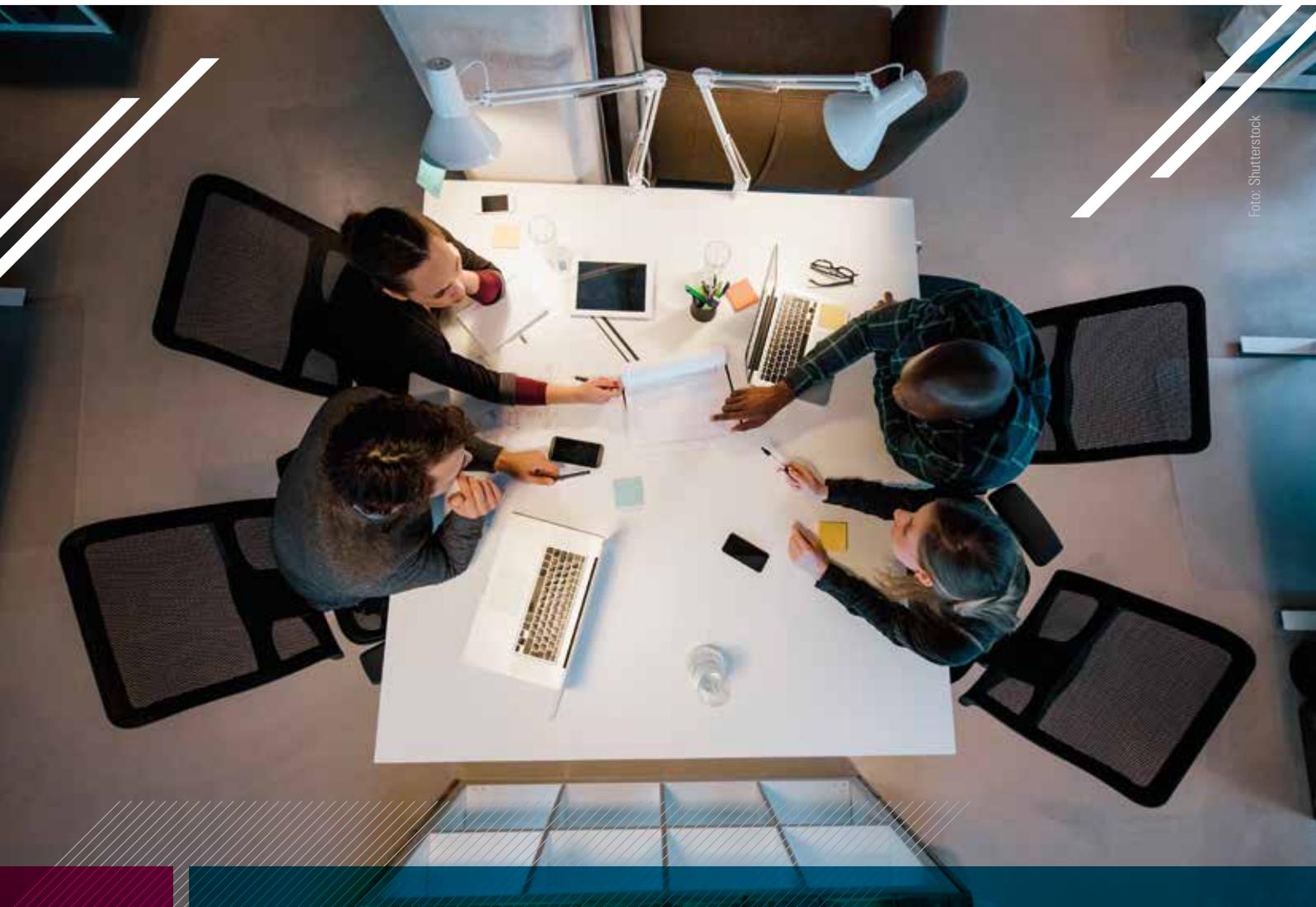


Foto: Shutterstock

Con los juegos de frontera creados por su colega Jorge Iván Vélez-Castiblanco, la docente Luz María Rivas Montoya realizó un exitoso trabajo de campo que incluyó la observación no participante en reuniones gerenciales para analizar las interacciones del equipo de alta dirección de la empresa multinacional Suramericana.

“Considero que los juegos de frontera son un método de análisis útil y flexible que puede ser utilizado creativamente por investigadores interesados en las interacciones, particularmente en las que se presentan a través de las conversaciones de los agentes”, manifiesta la profesora asociada del Departamento de Organización y Gerencia, de la Escuela de Administración de EAFIT.

La investigadora Luz María asegura, además, que utilizar juegos de frontera, como método de análisis de las interacciones del equipo de alta dirección, le permitió definir el conocimiento gerencial como un sistema complejo adaptativo, es decir, un sistema en el que interactúan los distintos niveles de la organización sin un controlador central.

El método fue tan importante para su tesis doctoral *Conocimiento gerencial en empresas multinacionales. Caso Suramericana S.A.*, que incluso presentó la ponencia *Using Boundary Games to analyze actor's interactions* en el encuentro anual de la International Society for the Systems Science-ISSS realizado en Washington D.C. en agosto de 2014.

## + Juegos de lenguaje

Con formación de ingeniero, maestría en uso del pensamiento sistémico para solución de problemas en las organizaciones, especialización en semiótica en interacción comunicativa de EAFIT y doctorado en Administración, el investigador Vélez-Castiblanco se interesó en buscar las herramientas existentes para pensar el lenguaje y la interacción.

El eafitense partió del trabajo del filósofo alemán Jürgen Habermas sobre los tres tipos de intereses que nutren el conocimiento: el técnico, que suministra información a partir del método empírico-analítico, el más usado en ciencias naturales y sociales para profundizar en el estudio de los fenómenos. El otro

es el práctico, que busca crear sentidos compartidos acerca de lo que es el mundo y, por último, el emancipatorio, que acude al análisis reflexivo para buscar condiciones de participación más justa para los actores involucrados en una situación.

El trabajo de Habermas le mostró al profesor Jorge Iván que existen perspectivas diferentes para abordar problemas. También involucró al filósofo y lingüista austriaco Ludwig Wittgenstein, quien planteó, en primera instancia, que el lenguaje es una representación de la realidad, pero de manera crucial para el trabajo del profesor Vélez, que el lenguaje se puede comprender como una herramienta.

El lenguaje no solo es descriptivo sino que tiene distintos usos y manifestaciones, es decir, tiene una pluralidad de significados que Wittgenstein denomina juegos de lenguaje. Por tanto, el significado de una palabra lo determina la función que cumpla en una situación dentro de esos juegos de lenguaje.

A partir de los planteamientos de Wittgenstein, el profesor Vélez-Castiblanco vio que por ese camino lograría obtener resultados en su investigación y, como el campo de la interacción y el lenguaje era tan amplio, optó por concentrarse en la intención según los juegos de lenguaje.

“Por ejemplo, se puede decir ‘hola’ con diferentes intenciones. Un hola cariñoso, amable, querido y también fastidioso, insultante... lo que la persona quiera. Lo que vale allí es la intención. Por eso se estudia cómo una palabra se puede manejar de otra manera”, comenta el investigador.

Así, el docente comenzó a estudiar el efecto de esas intenciones en escenarios donde la gente discute, debate y trata de entender cómo enfrentarse a un problema.

Con esta idea, mientras hacía el doctorado en Nueva Zelanda, analizó durante 10 meses a un grupo de investigadores y científicos sociales que ayudaban a una comunidad a administrar el recurso agua. Los acompañaba a la oficina y los entrevistaba. Les escuchaba todas las discusiones, las grababa y las transcribía tratando de entender los efectos de esas interacciones.

## ‘Juegos de frontera’

Por otra parte, de la teoría de sistemas tomó el concepto de frontera. Este plantea que según como una persona comprenda la frontera se afecta la forma en



+

## Seis movidas

Una vez fundamentado el concepto 'juegos de frontera', Jorge Iván Vélez-Castiblanco acudió al filósofo Karl Popper, quien planteó que la teoría se inventa y después se contrasta con la realidad para saber si funciona. Desde este punto de vista, "actué 'popperianamente', analicé las interacciones y elaboré un conjunto de movidas, que llamo así porque son un juego", acota el docente.

De esta manera, para analizar el comportamiento de los tomadores de decisión en una organización y cómo dicha interacción afecta la frontera, Jorge Iván conceptualiza seis movidas, cada una con un nombre y representación visual:



**Establecer:** como una persona nunca habla en el vacío, sino que combina ideas, la movida se representa con un círculo que agrupa varias ideas que se combinan y funcionan como una sola. Por eso siempre hay otros círculos que son las fronteras o límites de otras conversaciones.



**Seguir:** cuando una persona dice algo y su interlocutor lo entiende y está de acuerdo. La movida dentro del círculo representa seguir la regla de quien estableció la frontera.



**Sondear:** la movida en este círculo se da sobre el límite con una línea que entra y sale. Representa que se trata de comprender el diálogo y entender dónde se encuentran las ideas de su interlocutor.



**Divergir:** la movida en este círculo se da por fuera de la frontera para aclarar la idea que está adentro y permitir que se reafirme el sentido.



**Desafiar:** la movida interrumpe el círculo con una línea que representa a un interlocutor que debilita la idea de quien habla con un argumento que lo contradice.



**Expandir:** la movida en este círculo es una espiral que lo aumenta. Representa complementar una idea, ampliarla o mejorarla. Se asocia no solo con cantidad sino con cualidad.

Con dichas representaciones, Vélez-Castiblanco analiza la interacción, hace anotaciones con los símbolos y muestra el flujo de la conversación y cómo se van afectando esas fronteras.

que entiende un problema. "Delimitar el problema cambia mucho la manera cómo se va a tratar. De esta idea, que se trabaja en sistemas, viene el concepto de frontera", señala el investigador.

A partir de toda esta revisión conceptual, el docente Vélez-Castiblanco construyó el término 'juegos de frontera', al fusionar la teoría de sistemas con el planteamiento de Wittgenstein acerca del lenguaje, lo que le permite entonces proponer que cualquier metodología de intervención es un juego con diferentes reglas.

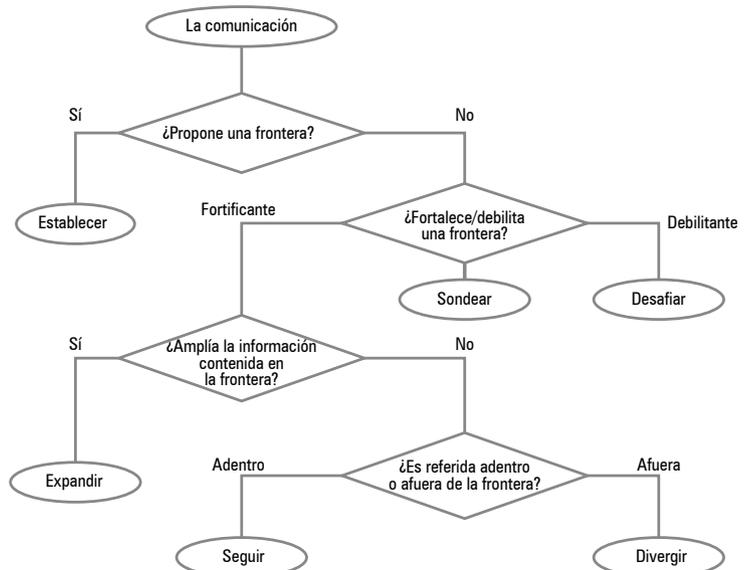
"Se podría decir, con base en Wittgenstein, que darle una palmadita en la espalda a una persona es un juego al que uno le apuesta cuando interactúa. Cuando uno interviene en una situación y trata de mejorarla, uno usa metodologías, una discusión teórica o filosófica, el resumen de la telenovela que vio el día anterior, el partido de fútbol o la palmadita en la espalda. Esas son herramientas que pueden tener efectos sobre la frontera: la pueden debilitar, agrandar o reducir. A eso le llamo 'juegos de frontera', de ahí viene el nombre de la metodología", puntualiza Vélez Castiblanco.



Foto: Shutterstock

## Criterios para decidir a cuáles 'juegos de frontera' corresponde una comunicación

El gráfico muestra un diagrama de decisión donde los rombos corresponden a las preguntas que hay que plantearse para clasificar las comunicaciones de 'juegos de frontera' en una interacción.



En este gráfico se muestran las condiciones iniciales de la frontera, la movida que se aplica o la intención que lleva la conversación y el efecto de esta comunicación sobre la frontera.

	Estado inicial	Movida	Resultado
Establecer			
Seguir			
Expandir			
Divergir			
Desafiar			
Sondear			

## Investigador

### Jorge Iván Vélez-Castiblanco

Ingeniero de Sistemas y especialista en Semiótica de la Interacción Comunicativa, Universidad EAFIT. Magíster en Administración de Sistemas, Universidad de Hull (Inglaterra), y PhD en Administración, Universidad Victoria en Wellington (Nueva Zelanda). Es docente investigador del Departamento de Organización y Gerencia, de la Escuela de Administración de EAFIT, donde coordina la línea de investigación en Pensamiento Sistémico, Estrategia e Intervención.



El Metro busca, de la mano de la academia, avanzar en aspectos como la sustitución de importaciones y la homologación de productos.

+

# Patente para dispositivo que optimiza la suspensión de los trenes del Metro



Foto: Robinson Henao

**La Superintendencia de Industria y Comercio otorgó patente al *Dispositivo de suspensión para vehículos ferroviarios*, creado por EAFIT y el Metro para mejorar la suspensión primaria del vehículo de pasajeros, extender la vida útil de los componentes de suspensión y disminuir el desgaste en la interfaz rueda-riel.**

**Mónica Vásquez**

Colaboradora

Medellín es una ciudad en donde parte de sus historias se han tejido al vaivén de trenes y vagones. En el pasado, según lo recuerda Félix Londoño González, director de Investigación de la Universidad EAFIT, Colombia tuvo su desarrollo ferroviario entre la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, pero la presión del transporte motorizado vehicular lo fue desplazando.

Sin embargo, ese desarrollo ferroviario inició su recuperación en 1995 con la entrada en operación del Metro. Luego este sistema de transporte se expandió y así llegaron los cables aéreos y el tranvía, lo que ha significado la conexión de los puntos cardinales de la ciudad y del área metropolitana del Valle de Aburrá.

EAFIT no ha sido ajena a esa evolución. De hecho, desde hace más de una década ha trabajado con

el Metro de Medellín, lo que para el directivo Londoño explica la patente de invención *Dispositivo de suspensión para vehículos ferroviarios*, que le otorgó el 28 de octubre de 2015 la Superintendencia de Industria y Comercio a la Universidad y al Metro.

“Es la segunda patente recibida este año. La primera fue para el *Sistema de diagnóstico de la interfaz pinza-cable del Metrocable. Fase I*. Ambas están relacionadas con el trabajo que hemos desarrollado con el Metro de Medellín y es un resultado de la relación universidad, empresa y Estado”, puntualiza el director de Investigación de EAFIT.

Mauricio Palacio López, profesional de investigación, desarrollo e innovación del Metro de Medellín, coincide en que se trata de un trabajo en donde la Universidad aporta el respaldo académico, la empresa el conocimiento del día a día y el Estado la financiación a través de Colciencias.

No obstante, para Félix Londoño el logro no se



Foto: Robinson Heredia

El intercambio de conocimiento entre EAFIT y el Metro de Medellín permitió desarrollar el prototipo que sirve para mejorar los bujes de los trenes.

limita solo a recuperar infraestructura sino, en especial, a enriquecer el conocimiento dentro de todo el proceso, así como a formar recurso humano en temas ferroviarios.

“La Universidad y el Metro de Medellín avanzan en la recuperación y generación de nuevo conocimiento sobre el sistema ferroviario, lo que se refleja en artículos científicos relacionados con esas temáticas, en la obtención de patentes que respaldan esas ideas y en el desarrollo de infraestructura”, apunta el directivo.

+

**El Dispositivo de suspensión para vehículos ferroviarios es la octava patente de invención de EAFIT.**

Los inventores de este dispositivo que mejora la suspensión primaria del vehículo de pasajeros son los profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica de EAFIT: Leonel Francisco Castañeda Heredia, Ronald Mauricio Martinod Restrepo, Germán René Betancur Giraldo, Jorge Luis Restrepo Ochoa y Jaime Leonardo Barbosa. También Gabriel Jaime Páramo Bermúdez, profesor del Departamento de Ingeniería de Producción. Así mismo, Nataly Andrea Deossa Pineda y Arnold Rafael Martínez Guarín, quienes fueron estudiantes de la maestría en Ingeniería de la Universidad y estuvieron apoyados por el personal del Metro de Medellín y por los profesores.

A partir de esta experiencia surgieron publicaciones en revistas indexadas, se generaron cursos de posgrados, por ejemplo, Modelación dinámica de vehículos ferroviarios, en el área de énfasis de diseño

mecánico de la maestría en Ingeniería, y se creó masa crítica de personas, lo que permite que la sociedad avance en el ámbito ferroviario.

## Nuevo desarrollo

Para crear el dispositivo, basados en información del Metro, los investigadores identificaron la necesidad de optimizar el buje para la suspensión de los trenes de primera generación, lo que permite aumentar la vida útil de los componentes de suspensión y disminuir el desgaste en la interfaz rueda-riel. Así surgió la propuesta para desarrollar esta solución con EAFIT, debido a su fortaleza en estudios de dinámica ferroviaria.

De esta manera, y gracias al trabajo interinstitucional, se mejoraron los bujes, es decir, los dispositivos mecánicos de la suspensión primaria del eje motriz y remolque de los trenes de primera generación del Metro de Medellín.

Las primeras pruebas con los bujes optimizados se realizaron en un ambiente virtual y, luego, en un coche de prueba. Ambas fases demostraron la mejora en el desempeño del vehículo en tramos curvos, manteniendo la estabilidad y la seguridad del sistema ferroviario. Posteriormente, con este conocimiento desarrollado, comenzaron el proceso de patente para proteger este invento.

Debido a que el sistema ferroviario de Medellín tiene un porcentaje considerado de tramos curvos y los trenes frenan o traccionan de manera constan-

te, los nuevos bujes le permiten al Metro ajustarse mejor a la vía, extender la vida útil de los componentes de suspensión y disminuir el desgaste en la interfaz rueda-riel.

“Este dispositivo mecánico va montado en la suspensión primaria del vehículo ferroviario y permite que el tren tenga mayor flexibilidad durante su desempeño en los tramos curvos. Así, la durabilidad de las ruedas del vehículo es mayor”, precisa Leonel Castañeda Heredia, director del grupo de investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi).

Lo atractivo para el Gemi de trabajar con el Metro es que se trata de una empresa que genera un gran impacto social y es un laboratorio real en la ciudad.

Este desarrollo incide directamente en todos los costos asociados en la interfaz vía-vehículo, ya que aumenta el desempeño de este con menor desgaste, lo que disminuye la demanda de reemplazos de componentes en el tren.

## + Un prototipo para crear empresa

La investigación consta de tres proyectos: primero, el modelamiento dinámico y geométrico de la interfaz vía-vehículo, con el que detectaron las oportunidades de mejora en la operación del Metro. Segundo, la optimización de la interfaz rueda-riel, es decir, la construcción del dispositivo mecánico de suspensión del tren para mejorar su desempeño en tramos curvos y así lograr mayor estabilidad, seguridad y confort para los pasajeros.

“Este dispositivo llegó hasta la etapa de prototipo de investigación y se tomó la decisión de no implementarlo en el vehículo ferroviario debido a la falta de proveedores en el mercado. Por eso, tras la obtención de la patente, lo que se busca es desarrollarlo como un producto tecnológico con industria colombiana o internacional”, explica el director del Gemi.

Con base en lo anterior, Leonel Castañeda concluye que este logro hace parte del espíritu de la Universidad para desarrollar investigación aplicada, enfocada en las necesidades de la industria. Por tanto, a partir de este prototipo, el tercer proyecto consiste en que se pueda generar empresa de base tecnológica que le permita a este producto llegar a un mercado mucho más representativo.

## 15 patentes: 8 de invención y 7 de utilidad

La visión de la Institución en ciencia, tecnología e innovación está plasmada en su misión de contribuir al desarrollo social, económico, cultural y científico de Colombia, con actividades de docencia e investigación básica y aplicada, como el caso de esta patente de invención.

El proceso de gestión de patentes en la Universidad EAFIT inició en 2000. En 2005 obtuvo la primera y, a lo largo de la última década, ya completa 15: ocho de invención y siete de modelos de utilidad. A esto se suman 19 patentes radicadas y 28 en preparación.

“Por eso, la aspiración es consolidar unas capacidades de participación en actividades de investigación de primer nivel y con alto reconocimiento. En ese contexto juega un papel muy importante el desarrollo de un sistema de posgrados, sobre todo de maestrías de investigación y doctorados porque es con ese talento humano como se configura una masa crítica”, asevera Félix Londoño González, director de Investigación de EAFIT.

## Investigadores

### Leonel Francisco Castañeda Heredia

Ingeniero mecánico y doctor en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad EAFIT desde 2012, donde trabaja hace 17 años. Investigador Senior de Colciencias. Coordinador del Grupo de investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Área de interés: diagnóstico técnico de sistemas complejos de ingeniería que operan en los diferentes sectores de la economía.

### Jaime Leonardo Barbosa Pérez

Ingeniero mecánico, especialista en Diseño Mecánico y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Mecánica. Área de interés: desarrollo y diseño de equipos, modelación computacional, análisis y evaluación de máquinas, desarrollo y revisión de planos de fabricación y montaje, y evaluación rotodinámica de sistemas técnicos.

### Ronald Mauricio Martinod Restrepo

Ingeniero mecánico y magíster en Ingeniería Mecánica, Universidad EAFIT, donde es docente-investigador en el Departamento de Ingeniería Mecánica. Su tesis de pregrado se titula *Análisis dinámico de un sistema de suspensión vehicular*, y su tesis de maestría *Modelación virtual de un vehículo ferroviario de pasajeros*.

# Las comunidades, claves en reducción de homicidios



## La caída en las cifras de asesinatos en Medellín entre 2003 y 2013 tiene en las relaciones sociales en el territorio una explicación poco explorada. Un estudio adelantado por investigadores de la Escuela de Humanidades retrata los fenómenos que llevaron a este proceso y propone microfocalizar la política de seguridad ciudadana.

Juan David Correa L.  
Colaborador

El hecho de que en la ciudad la tasa de asesinatos disminuyera considerablemente entre 2002 y 2015, al pasar de 150 homicidios por cada cien mil habitantes a una cifra estimada en menos de 20, llevó al Centro de Análisis Político (CAP) de la Universidad EAFIT y la Open Society Foundations a indagar el porqué de esta caída en las cifras de asesinatos en un contexto urbano complejo como Medellín.

Adolfo Eslava Gómez, profesor del Departamento de Gobierno y Ciencias Políticas de EAFIT, explica que dicho estudio académico partió de la pregunta “¿por qué nos matamos en Medellín?”, con la cual se formuló el trabajo de campo que luego develó el papel fundamental de las comunidades en la reducción de asesinatos.

En las zonas donde el homicidio se ha concentrado, los investigadores encontraron una tendencia de la comunidad hacia procesos sociales de resistencia a través del arte, la cultura y las organizaciones sociales, afirma Eslava.

### Microfocalizar el fenómeno

El estudio sobre la heterogeneidad del homicidio en contextos urbanos complejos. El caso de Medellín, Colombia 2003-2013 partió del análisis cuantitativo del periodo investigado en el que se presentaron 14.629 asesinatos.

Los datos fueron aportados por el Sistema de Información para la Seguridad y la Convivencia (SISC) de la Alcaldía. También por otras fuentes como: estudios previos del CAP, Corpovisionarios y el programa Medellín Cómo Vamos.

Con base en esta información, los investigadores identificaron 11 nodos de violencia o polígonos que no se establecieron bajo el amplio parámetro de comuna o barrio tradicional ni bajo el reducido segmento de vía, señala el profesor Eslava, quien es miembro del CAP (ver recuadro: ‘Nodos de violencia identificados’).

En estos 11 polígonos se concentraron 4.743 homicidios de los 14.629 que se presentaron en el periodo estudiado. Las zonas identificadas se ubican en 14 de las 16 comunas de Medellín, con excepción de El Poblado y Laureles. Además, agrupan 53 de los 249 barrios de la ciudad.

Mientras en 2002 hubo 150 homicidios por cada 100 mil habitantes en Medellín, en 2015 se estima que la cifra se redujo en menos de 20.

La identificación de estos 11 nodos de violencia homicida permitió demostrar que hoy la forma de enfrentar a los actores ilegales en los territorios debe estar enfocada en las comunidades, si se tiene en cuenta que “las fuentes de inseguridad en Medellín ya no son las grandes organizaciones criminales”, explica Jorge Giraldo Ramírez, decano de la Escuela de Humanidades de EAFIT, director del estudio.

De esta manera, la investigación señaló que los referentes sociales de grandes ‘capos’ ya no tienen el peso ni la referencia suficiente. Hoy, los referentes son bandas criminales dedicadas al microtráfico (venta de droga al menudeo o en pequeñas cantidades), a la extorsión y al sicariato. Actividades que requieren control territorial a través de la intimidación o la imposición de reglas informales.



Foto: Robinson Herra

### Nodos de violencia identificados

Los 11 polígonos identificados representan el 3 por ciento del total del área del municipio y el 11 por ciento del área urbana. Dichos sectores fueron agrupados en cuatro categorías definidas en el estudio según el tipo de formación urbana de los barrios.

**Asentamientos legales:** barrios donde las viviendas fueron construidas de manera planificada. Sitios donde existen propietarios legales con títulos sobre el territorio. Polígonos 1 (Belén y corregimiento Altavista), 9 (Aranjuez) y 11 (Doce de Octubre y Castilla).

**Polígonos ubicados en zonas de invasión:** donde no hay títulos de propiedad o esta es informal. Barrios construidos de manera gradual e informal donde confluyen iniciativas de grupos de ciudadanos por encontrar un lugar donde urbanizar e iniciativas desde la criminalidad en el loteo de terrenos sin urbanizar. Polígonos 3 (Buenos Aires y el corregimiento Santa Elena), 7 (Manrique), 8 (Popular) y 10 (Santa Cruz).

**Mixto:** barrios que abarcan las características de los anteriores polígonos, pues son una mezcla de asentamientos formales planificados, invasiones y loteo pirata. Polígonos 4 (San Javier-La América) y 6 (San Javier-Comuna 13).

**Centro de la ciudad:** el polígono 5 es un espacio de tránsito y concentración de actividades económicas legales e ilegales con una disputa de bandas criminales por el control territorial.

Nodos de violencia 2003-2013. Concepto: Jorge Giraldo. Elaboración: SISC 2014.

### + Reglas simultáneas

El estudio incluyó, además, un acercamiento experimental a los territorios identificados. A través de juegos económicos y encuestas se caracterizaron los rasgos de las relaciones sociales que se dan en las comunidades para ayudar a responder la pregunta: “¿por qué nos matamos en Medellín?”.

Para esto hablaron con los jóvenes vinculados a la violencia y encontraron en esas poblaciones una combinación de reglas, entendidas como esas relaciones de las comunidades desde lo formal, informal e ilegal, puntualiza el docente Eslava Gómez.

Por ejemplo, para dirimir un conflicto algunas personas en esos polígonos acuden a una banda armada ilegal, con presencia en el territorio y que asume funciones de control social. Es decir, hay una relación entre lo que una banda criminal ejerce en el territorio a través de justicia local (imposición de castigos, destierros y hasta amenazas a personas); violencia homicida (asesinatos selectivos) y economías criminales (venta de droga, extorsiones al comercio y al transporte). Sin embargo, esta justicia ilegal no riñe con el hecho de que las comunidades también acuden al Estado para denunciar hechos de violencia en sus territorios.

“Lo más importante fue darnos cuenta de que cuando la violencia ha golpeado a una persona de esa comunidad, se supone que resiente esos elementos de confianza, reciprocidad y cooperación. Pero el estudio nos da la buena noticia de que a pesar de la adversidad, existe disposición para confiar en los demás y para emprender acciones colectivas”, expresa Adolfo Eslava.

## Microfocalizar la política de seguridad ciudadana

Con base en los hallazgos del estudio, los investigadores hicieron unas propuestas para microfocalizar la política de seguridad ciudadana, es decir, para que el Gobierno pueda intervenir con presencia de autoridades y apoyo a las organizaciones sociales en cada uno de los 11 polígonos identificados.

Las propuestas, que hacen a través de refranes o comentarios populares con el fin de que los hallazgos puedan ser entendidos por toda la población, están compiladas en el libro *Territorio, Crimen, Comunidad. Heterogeneidad del homicidio en Medellín*, publicado en noviembre de 2015.

Se destaca la propuesta 'Escoba nueva barre bien', que hace referencia al premio que obtuvo Medellín en 2013 como la ciudad más innovadora del mundo, en la que plantean que "no se trata solo de aumentar el número de policías, de cámaras o de comprar drones; se trata de generar procesos creativos en uno de los campos más conservadores de la agenda pública".

+

En los 11 polígonos identificados el estudio encontró que la comunidad se manifiesta contra la violencia con procesos sociales de resistencia a través del arte y de organizaciones sociales.

Otra propuesta es 'Hay que ir a la candelá' que consiste, según el estudio, en que las intervenciones dirigidas a mejorar la seguridad y la convivencia de Medellín deben incluir, como criterio de focalización, la concentración espacial del homicidio de la que informan los 11 nodos de violencia estudiados.

"Se trata de hacer unas intervenciones focalizadas en las que no hay que inventarse cosas. Poner a conversar desde la Policía, la Alcaldía, hasta el Gobierno Nacional, por ejemplo, con acciones desde el urbanismo, la cultura ciudadana y el fortalecimiento institucional, entre otras, en estos 11 polígonos", apunta el profesor Eslava.

A propósito del cambio de administración municipal, se destaca también la propuesta 'Hay muchos caciques y pocos indios'. Sobre esta el estudio plantea que "una prioridad del próximo alcalde de la ciudad debe ser la búsqueda de la coordinación y cooperación entre las diferentes instancias públicas en procura del bien común. La falta de coordinación entre los entes públicos genera problemas de gobernanza de la seguridad en la ciudad".

Los resultados del estudio permiten mirar el fenómeno del homicidio no desde un barrio o co-

muna en particular (división administrativa), sino desde puntos identificados por la investigación. Esto contribuye a microfocalizar la intervención estatal, dando relevancia a prácticas informales comunitarias y su repercusión en la disminución de la violencia, diferenciándolas de acuerdos ilegales como el 'pacto del fusil', que algunos años contribuyó a explicar la regulación de la violencia en esos territorios.

"Puntualmente estamos proponiendo que en lo formal el Estado ha llegado, pero todavía falta. Y en lo informal está el criminal que pone reglas y las hace cumplir. Pero en lo que queremos enfatizar es que en esa informalidad también hay unas reglas comunitarias, un activo de autogobierno que ayuda", concluye Adolfo Eslava.

Así lo plantean en otra propuesta del estudio: 'No todas las leyes de la calle son malas'. Esta consiste en que "entender y aprovechar algunas reglas informales en los barrios de la ciudad, en lugar de marginalizarlas, podría contribuir a mermar la incidencia de la violencia y, además, podría posibilitar procesos de resiliencia [capacidad de sobreponerse a situaciones adversas] y construcción del orden social".



### Investigadores

#### Jorge Alberto Giraldo Ramírez

Filósofo e historiador, Universidad Santo Tomás de Aquino (sede Bucaramanga), y magíster en Filosofía Política y doctor en Filosofía, Universidad de Antioquia. Es el decano de la Escuela de Humanidades de la Universidad EAFIT.

#### Adolfo Eslava Gómez

Economista, Universidad de Antioquia; especialista en Evaluación Social de Proyectos, Universidad de los Andes; magíster en Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá), y candidato a doctor en Estudios Políticos de la Universidad Externado de Colombia. Es profesor del Departamento de Gobierno y Ciencias Políticas de la Universidad EAFIT.

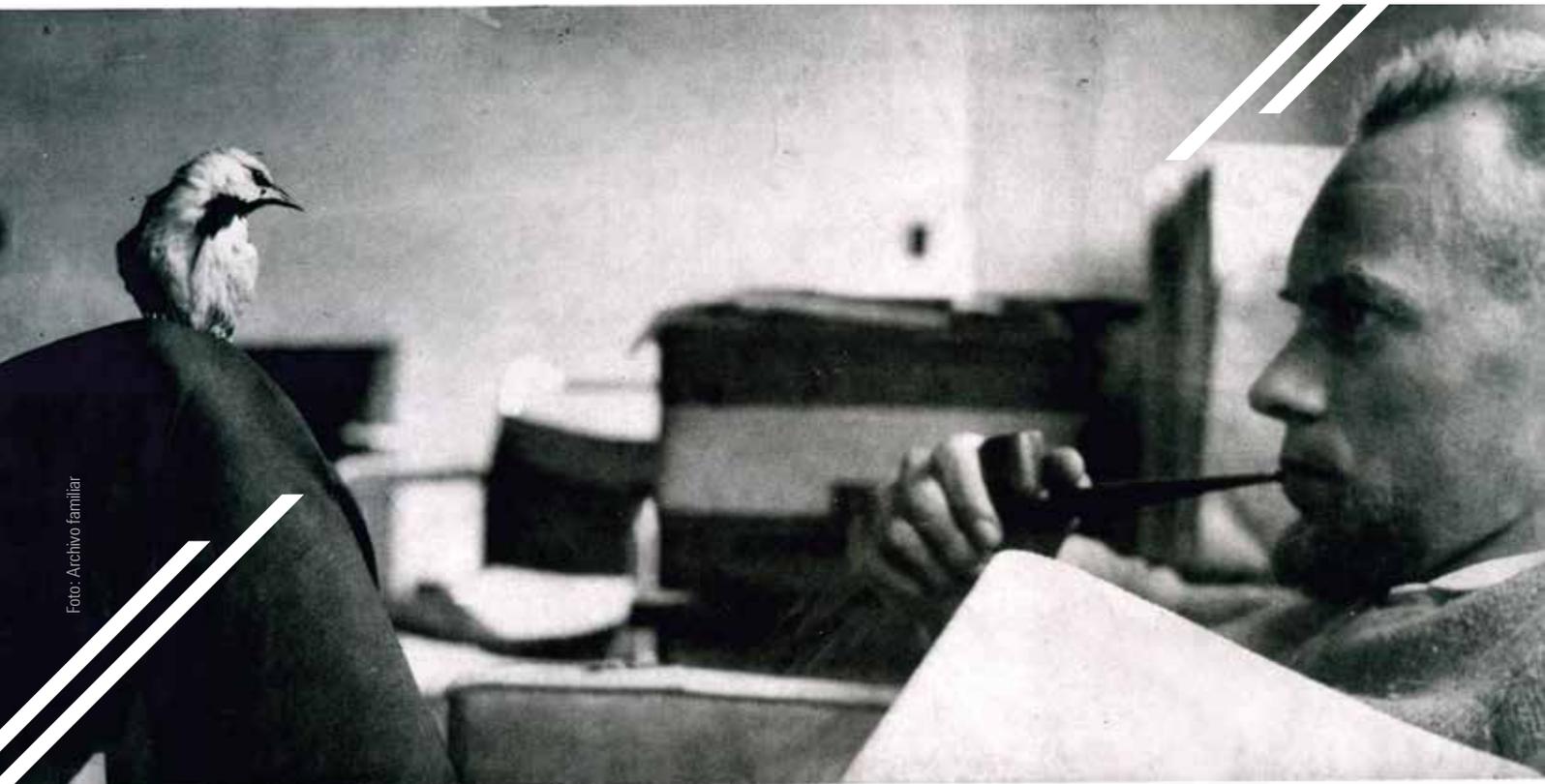


Foto: Archivo familiar

Ojos metódicos. El joven universitario colombiano comienza tomar vuelo como un gran hombre de ciencia.

# Michel Hermelin. Un abrazo a la Tierra

Ramón Pineda  
Colaborador

23 de junio de 1937. 15 de agosto de 2015. Entre una fecha y otra transcurrió la sorprendente vida de Michel Hermelin Arbaux, el hijo del panadero, el profesor de francés, el estudiante de ingeniería de geología y petróleos, el geólogo, el investigador, el académico, el maestro, el profesor emérito de EAFIT, el colega, el viajero, el lector, el crítico, el esposo, el padre, el abuelo, el niño nacido en Francia que decidió ser colombiano por siempre.



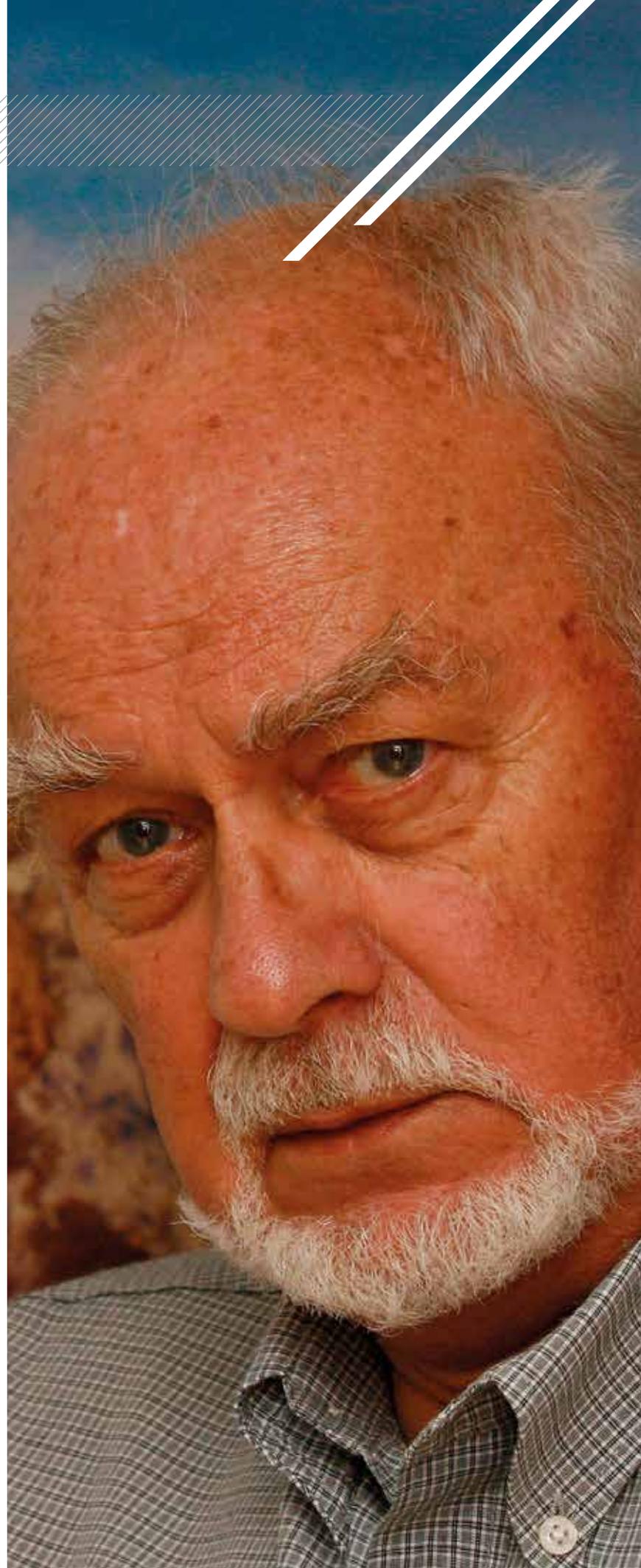
Foto: Archivo familiar

**Ojos bien abiertos.** El pequeño escolar francés atento al destino que le esperaba pocos años después al otro lado del mar. Foto: Archivo familiar.

El Desierto de la Tatacoa con su tierra ocre y gris, ese monolito de 220 metros de altura llamado El Peñol, el extenso Cañón del Chicamocha de sinuosos cortes montañosos, las extrañas formaciones que en tan solo seis kilómetros cuadrados sorprenden en el área única de Los Estoraques en Norte de Santander y la Sierra Nevada de Santa Marta con sus inexpugnables picos a casi seis mil metros sobre el nivel del mar son cinco de los 16 paisajes más bellos de Colombia desde el punto de vista geológico.

Así lo vio, lo estudió, lo seleccionó y lo editó Michel Hermelin Arbaux en *Landscapes and Landforms of Colombia*, su libro póstumo, una manifestación de amor y conocimiento por la tierra en la que no nació, pero a la que sí decidió pertenecer.

Tota, el lago más grande del país (con un área de 70 kilómetros cuadrados), las lagunas de Guatavita y de La Cocha, los volcanes Puracé y Galeras, los nevados del Ruiz y de El Cocuy, el Salto del Tequendama, la Sabana de Bogotá, el Cabo de la Vela en la Alta Guajira, los volcanes de lodo en la Costa



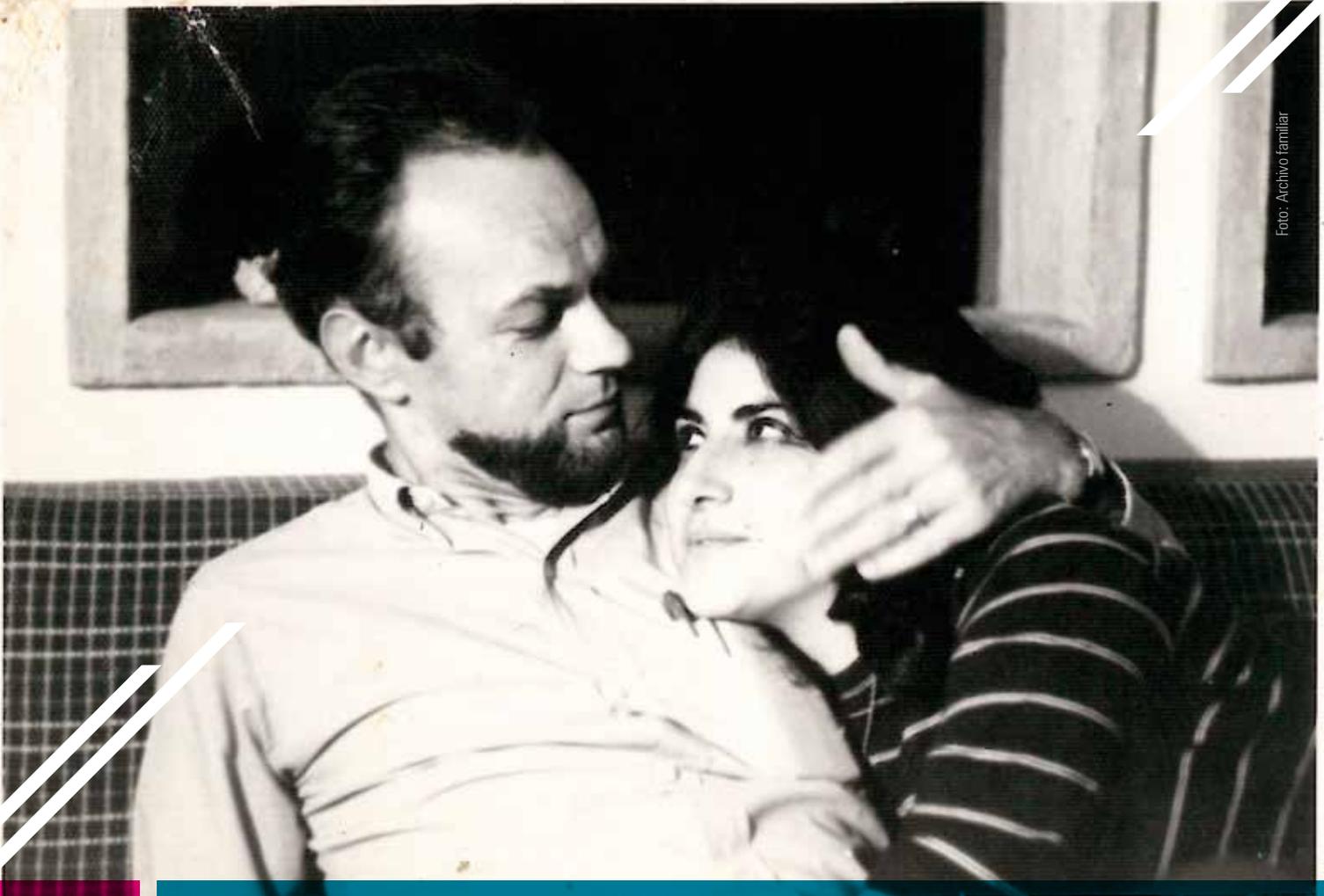


Foto: Archivo familiar

**Ojos enamorados.** El profesor de francés une su vida a la de la filósofa Marta Elena Bravo.

Caribe central y Punta Rey en Arboletes completan esta selección de paisajes y accidentes geográficos de Colombia que no solo dan cuenta de su riqueza geológica, sino de los recorridos exploratorios que a lo largo de su vida hizo por el país este francés, que comenzó a ser colombiano en ese diciembre de 1953 cuando llegó con sus padres desde París a instalarse en Paz del Río (Boyacá).

Para ese entonces, ese pueblo boyacense se alistaba para la producción en pleno en 1954 de una siderúrgica de carácter nacional creada en el papel en 1948. El auge del acero atrajo a muchos ingenieros franceses, y el panadero Jean Hermelin vio en ello una oportunidad de rehacer su vida luego del desengaño que le dejó la posguerra. Durante la ocupación nazi en Francia —orquestada por Hitler y Mussolini—, Jean, su madre Henriette y su mujer Madeleine Arbaux le apostaron a la resistencia. Parte del pan horneado se les iba en alimentar las tropas aliadas, la casa servía para esconder combatientes, y al pequeño Michel le tocaba, algunas veces, pararse en la puerta

para advertir si los enemigos estaban cerca.

Con su memoria admirable, el Michel ya colombiano, ya geólogo, ya casado, ya padre, les contó a su esposa Marta Elena, a sus hijos Nicolás y Daniel, y a sus nietos Pedro y María, esas historias y ese primer recuerdo que tiene de su infancia: el de las tropas fascistas bombardeando su pueblo, Villiers-Saint-Georges, y él obligado a esconderse en la casa de un vecino.

La Segunda Guerra Mundial llegó a su fin en 1945 y, un año después, la familia de panaderos, en la pobreza, parte hacia el trópico, a comenzar de nuevo en Aroa, un pueblito minero de Venezuela en el que vivía un primo y donde, a falta de profesionales criollos, estaban los franceses. El pequeño tenía nueve años y su día se le iba entre aprender español, estudiar para terminar su primaria y salir a vender panes.

Cerca de dos años duró la estadía en Venezuela. La hermana de Michel, Annette, casi diez años mayor, se casó en Francia, y para 1949 estaban de



El experto en fenómenos de meteorización y erosión en el trópico compartiendo su conocimiento con los jóvenes que participaron en el taller ¿Qué es el suelo?, realizado en 2015 por la Universidad de los Niños EAFIT.

regreso a su país de origen. En esos años en París, el niño reforzó su francés, aprendió algo de alemán y de inglés, y no olvidó el español. Sus padres montaron con su hermana y su cuñado una tienda de abarrotes, pero América Latina les quedó gustando, sobre todo a Jean. Por eso, y porque en la posguerra no había mucho para ellos, ni incentivos ni apoyo a pesar de haber dado tanto como resistentes, decidieron volver, esta vez a Colombia. Su hijo decidió seguirlos.

De niño le tocó una guerra, de joven llegó a Colombia a otra, la de la violencia bipartidista exacerbada luego del asesinato de Gaitán en 1948. En ese 1954, su primer año en Colombia, la Asamblea Nacional Constituyente reeligió a Gustavo Rojas Pinilla como presidente, se aprobó el voto femenino, llegó la televisión y, en Bogotá, se dieron las protestas que dejaron varios estudiantes muertos y una conmemoración que ya es un referente en las universidades públicas: la del estudiante caído el 8 y el 9 de junio.

## + Trabajo a pulso

Ser bilingüe se le volvió ventaja al joven Michel. Pronto dejó de amasar pan junto a sus padres y consiguió un trabajo de secretario en Bogotá. Su hijo Daniel Hermelin –docente en la Escuela de Humanidades de EAFIT– no recuerda de qué, pero sí que desde allá se alistó para presentarse en la reputada

Escuela de Minas de la Universidad Nacional, de la que había escuchado hablar a un ingeniero en Boyacá. Quería ser geólogo y entró a la carrera de Ingeniería de Geología y Petróleos que allí se ofrecía. Se vino para Medellín, validó en el Liceo Marco Fidel Suárez el bachillerato (que no pudo concluir en Francia) y, en 1958, ingresó a la universidad.

En un artículo publicado en *La Hoja* de Medellín en abril de 2003, la periodista Ana María Cano relata que fueron tres motivaciones las que lo llevarían a tomar esa decisión: “la primera, una vieja vocación de naturalista despertada por esos excelentes profesores de ciencias naturales que tuvo en París. La segunda motivación fue su contacto con ingenieros en la siderúrgica. La tercera la vino a procesar muchos años después porque de adolescente el terreno de juego era una cantera de arena que tenía estratos de arcilla de distintos colores intercalados”.

En esta ocasión sus padres fueron quienes lo siguieron. Llegaron a vivir al corregimiento de San Cristóbal, cuando sí que quedaba lejos. Montaron un criadero de pollos, una huerta y hacían patés para vender, y él pudo ayudar a su sostenimiento dando clases de francés. Así llegó a la Alianza Colombo Francesa y así conoció a Marta Elena Bravo, una de sus aprendices, estudiante de Filosofía y Letras de la Universidad Pontificia Bolivariana, hija del compositor José María Bravo Márquez. Se enamoraron, se casaron, tuvieron dos hijos, y juntos construyeron un futuro en el que ella se destacó como gestora cul-



¿Es posible entender el calentamiento global estudiando la historia de la Tierra? Así se llamó el taller que impartió en la Universidad de los Niños en 2013.

#### + De una responsabilidad a otra

Algunos de los cargos y responsabilidades que asumió Michel Hermelin a lo largo de su vida en Colombia, y que no le permitieron continuar con la tesis de doctorado, fueron: docente de la Universidad Nacional, primer decano de la Facultad de Ciencias de esa misma institución, director general de Ingeominas y ser uno de los creadores del Consejo Consultivo de Directores de Servicios Geológicos de América Latina, fundador del Departamento de Geología de EAFIT y presidente y miembro de la Sociedad Colombiana de Geología.

Así mismo, miembro de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, de la Sociedad Colombiana de Geotecnia, de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, de Sigma Xi (sociedad de investigación científica estadounidense), de la Geological Society of America, de la American Geophysical Union, de la British Society for Geomorphology, y miembro de número de la Academia Colombiana de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, entre otras.

tural, él como científico y ambos como docentes con una sólida formación humanista.

Ambos tuvieron que trabajar duro para labrarse un camino con menos necesidades. Él se graduó en 1965 con una investigación sobre la meteorización de las rocas del batolito antioqueño, tema en el que seguiría profundizando toda la vida.

Paralelamente, desde 1963 ya daba clases de geología, geomorfología y mineralogía de suelos. Su camino de docente estaba trazado. Con una beca en la Universidad Nacional se fue para Estados Unidos y cursó la maestría en Geología de la Universidad Estatal de Colorado. En los 70 volvió a ese país, a Nueva Jersey, a la Universidad de Princeton, para hacer un doctorado. Culminó todos sus estudios y obtuvo el título de Master of Arts. Y se fue a trabajar su tesis en Colombia. Pero no previó que sus compromisos docentes, de investigación y académicos-administrativos en el país, que se volvieron cada vez más exigentes, nunca le dejarían tiempo para obtener el título.

“No obtuvo título de doctorado, pero terminó ayudándole a mucha gente a que sí lo tuviera. Él pensaba que uno no podía hacer algo que sirviera solo para uno mismo, que si uno había tenido oportunidades en la vida era necesario devolvérselas a la sociedad. ‘El conocimiento tiene que servir para hacer vainas por la demás gente, por la sociedad, y eso es lo que le da sentido’, solía decir y por eso veía con desconfianza a los académicos que se de-

dicaban a conseguir plata a punta de proyectos”, afirma su hijo Daniel.

Michel Hermelin fue un maestro que quería que sus estudiantes fueran buenos y celebraba sus triunfos. Así lo veía Orlando Navas Camacho, presidente de la Sociedad Colombiana de Geología: “En una época de juventudes en crisis, él era hinchado de la muchachada, creía en ella y en sus logros”.

Juan Darío Restrepo Ángel, doctor en Ciencias del Mar y docente de EAFIT, expresa que la ausencia de celos profesionales era una de sus facetas destacables. “En un mundo académico en el que somos dados a manejar nuestros propios reinados, él nunca presumió de nada, ni de sus investigaciones, sus proyectos o sus libros. No miraba por encima del hombro a nadie. Me guió en mi vida profesional, me daba instrucciones, me ponía metas, me incentivaba a competir por becas y proyectos que parecían inalcanzables”.

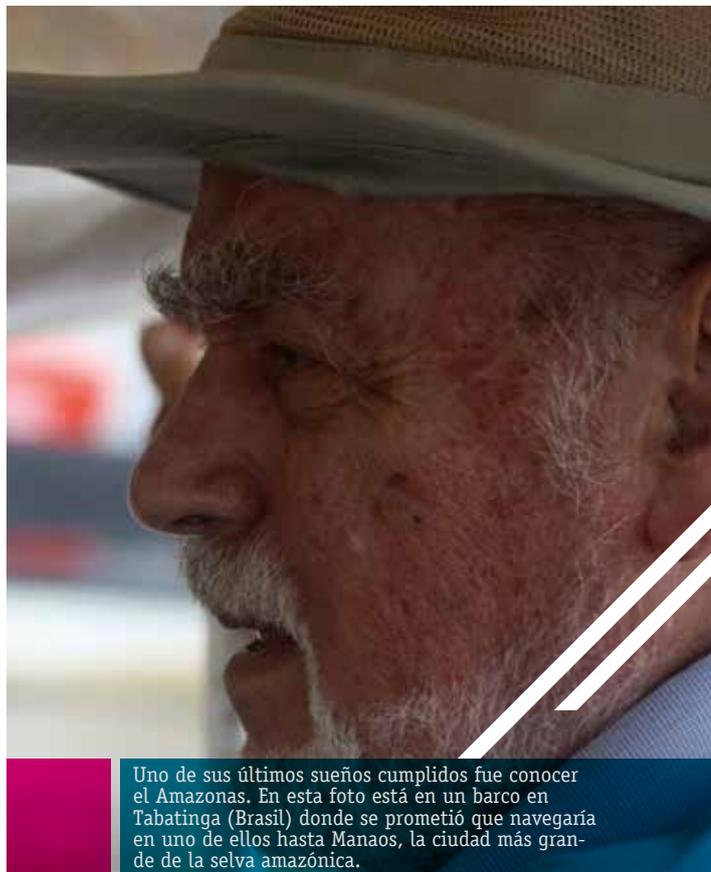
+

## Estudiar el pasado, entender el futuro

Con ‘pinta’ de extranjero, de cejas abultadas y arqueadas como las de los próceres de la independencia, de mirada azul penetrante y en apariencia fría, de voz pausada y hasta severa, a primera vista Michel Hermelin parecía un hombre distante. Pero a quienes lo tuvieron cerca les consta su calidez, su apasionamiento al tocar los temas de la vida, el arrobamiento ante el paisaje que admiraba por estética y por su importancia geológica, su gusto por las fiestas aunque fuera mal bailarín, su risa generosa de papá cuando algo le salía bien a los suyos.

Su amigo Navas Camacho lo recuerda como una persona muy comprometida con los congresos y las organizaciones que tuvo a su cargo. “Aceptó muchas responsabilidades sin contraprestación alguna. Docente de varias generaciones de ingenieros y geólogos, era un hombre impregnado de humanismo, más colombiano que muchos, él fue el representante insignia de la geología de nuestro país ante el mundo”.

Uno de los cargos más relevantes que aceptó fue el de ser director de Ingeominas. Allí estuvo entre 1977 y 1980, tiempo en el que luchó por el fortalecimiento profesional de los geólogos y los químicos, y para la consolidación de la misión investigativa de dicha institución. También se enfocó en fortalecer las regionales, descentralizar el Instituto y hacerlo de veras nacional. Para Navas ese es uno de sus le-



Uno de sus últimos sueños cumplidos fue conocer el Amazonas. En esta foto está en un barco en Tabatinga (Brasil) donde se prometió que navegaría en uno de ellos hasta Manaus, la ciudad más grande de la selva amazónica.

gados, al igual que sus aportes a la geología ambiental, y junto con Thomas van der Hammen –geólogo y botánico holandés, radicado en Colombia y fallecido en 2010– “fue un futurista, un defensor del paisaje”.

El 27 de septiembre de 1987 el país se estremeció. En Villatina, barrio de la Comuna 8 de Medellín, un deslizamiento acabó con la vida de cerca de 500 personas y dejó un poco más de mil damnificados. Experto en fenómenos de meteorización y erosión en el trópico, Hermelin ya había manifestado inquietudes acerca de que algo así podía suceder. Estudiar la piedra, la tierra, las causas de lo sucedido en ese sector densamente poblado del cerro Pan de Azúcar, así como los deslizamientos ocurridos anteriormente en la vereda Media Luna de Santa Elena y en el barrio Santo Domingo de la Comuna 1 lo convencieron aún más del papel de la geología, como ciencia, en la prevención de desastres futuros en Medellín y el mundo.

De ese mirar al futuro desde la geología conversó con Ana María Cano en el artículo de *La Hoja* ya mencionado: “creo que la geología se salió del molde. Antes todas las preguntas que nos hacíamos eran sobre qué pasó antes, en un conocimiento que incluye el factor tiempo, para saber de cuándo son los hechos y poder establecer comparaciones. Ahora la geología se ha vuelto sobre lo actual, sobre el papel que el hombre ha jugado en el cambio global, para comprender algunas cositas que nos esperan. Si existe una ciencia de la Tierra basada en el pasado, puede anunciar lo

que va a pasar. Ahora le piden que piense lo que sigue porque el pasado puede ser la clave del futuro. Por eso la geología se volvió multidisciplinaria, reúne los saberes de la arqueología, la historia y las ciencias de la Tierra como la oceanografía, la hidrología, la meteorología, la pedología y la biogeografía”.

Esa reunión de saberes la puso en práctica en EAFIT desde 1984 cuando creó el Departamento de Geología –hoy de Ciencias de la Tierra– y reunió académicos de distintas profesiones. Dice Juan Darío Restrepo que Michel fue un abanderado de la interdisciplinariedad. “Las ciencias naturales trabajaban por separado, pero él era de mente abierta. Antes habría sido inconcebible que un biólogo marino como yo, o un hidrólogo, un geógrafo, estuvieran en una escuela de geología”.

## + De naturaleza irreverente

El geólogo y geofísico José Lozano Iriarte no recuerda cuándo ni cómo conoció a Michel Hermelin, pero sí que de él se hablaba en el mundo académico por ser experto en el estudio de procesos catastróficos, en geomorfología y geología ambiental. Por eso, como miembro de número (silla 33) de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, lo propuso para que fuera miembro correspondiente. También apoyaron la idea el geólogo Hernando Dueñas Jiménez y la experta en palinología (ciencia que estudia el polen y las esporas) María Teresa Murillo Pulido.

Él aceptó, pero no sin dudarlo. “Se resistió un poco, tenía una lucha interior entre lo que pensaba de las academias y su espíritu de tradición. Pero a la vez se sentía honrado”, recuerda Lozano Iriarte, actual secretario general de esa institución. Michel se posesionó como miembro correspondiente el 26 de abril de 1995. Para 2007 volvieron a proponerlo, pero esta vez como miembro de número. De nuevo fue José Lozano quien lo propuso, pero a esta petición se unieron otros seis académicos, entre ellos Thomas van der Hammen.

Otra vez lo dudó. “Soy de naturaleza irreverente –le exclamó a José– y si acepto es para hacer reformas”. Ocupó la silla 33 entre 40 cupos que había en ese momento (ahora son 55). Para asignar ese número no hay una razón especial, pero una condición con pocas excepciones es que quien estaba antes allí hubiera fallecido. El médico Jorge Bejarano, el ingeniero civil Gabriel Sanín, el químico Jaime Ayala y el doctor en Ciencias Naturales Polidoro Pinto fueron

los antecesores de Michel Hermelin. La silla está de nuevo vacía. Es tradición de la institución que quedé así durante seis meses como mínimo.

La diferencia entre los miembros correspondientes y los de número está en que estos tienen, además de voz, voto en todas las decisiones que allí se tomen, deben asistir a congresos, dictar conferencias, estar en la sesión solemne estatutaria y representar a la Academia en el ámbito nacional e internacional cuando se le requiera. En ese universo de biólogos, químicos, físicos, matemáticos, médicos y geólogos, Michel se destacó. Afirma con vehemencia José Lozano que “fue un gran colaborador, fue secretario del Capítulo de Antioquia, creó en el sitio web un espacio para destacar los trabajos de los investigadores de ese Departamento; fue siempre batallador y luchó contra los estancamientos”.

La tradición, el anquilosamiento, era un asunto que no encajaba en su manera de ser y de pensar. Por eso era crítico de esa sociedad antioqueña, la retrógrada, la cerrada, la expansionista. José Lozano dice que si bien sabía que era francés, para él Michel siempre fue un antioqueño de pura cepa, pero lo que menos quería este hombre nacido en Francia que escogió vivir en Medellín, era colgarse un collar de arepas.

Como investigador, como docente, luchó contra la endogamia, en todos los sentidos, especialmente la científica y la académica. Juan Darío Restrepo, su colega del bloque 3, su pupilo, uno de sus compañeros de viajes de trabajo, afirma que él le enseñó en EAFIT a que se midieran internacionalmente, a que pensarán bajo esos estándares. “Presionaba para que saliéramos a compartir con los de afuera. Era un hombre amplio. Decíamos que era el cartero del Departamento de Geología. Cada vez que iba a otra ciudad, a otro país, a otras universidades, traía fotocopias, revistas, libros, todo lo compartía, no se guardaba nada”.

+

## Como un niño descubriendo el mundo

La lectura era uno de sus placeres, parte de su cotidianidad. Y al igual leía sobre ciencia que sobre historia, antropología, literatura y política. “Leía *El Espectador*, *El Tiempo*, *El Colombiano*, *Semana*, *Le Monde* y prensa internacional, siempre estaba informado. Como un niño, le gustaba aprender cosas. Yo le decía, en serio, que diera por gusto un curso de



En 1965 se graduó como ingeniero de Geología y Petróleos con una investigación sobre la meteorización de las rocas del batolito antioqueño, tema en el que seguiría profundizando toda la vida. Paralelamente, desde 1963 dio clases de geología, geomorfología y mineralogía de suelos.

historia o uno de literatura. Lo habría hecho mejor que muchos, pero él se negaba, decía que para qué, que había gente que sí estaba preparada en esos temas”, recuerda Daniel Hermelin.

Amante de la Tierra, de las piedras, de los paisajes, Michel Hermelin era también un viajero. Cuando apenas era un docente universitario y con un sueldo que le daba apenas para estar bien, andaba en un Renault 4. Con ese amigo fiel y su familia recorrieron la región Caribe, el Golfo de Urabá, el Eje Cafetero, Tolima, Huila y Santander. A su otro país, Francia, también fue, primero por asuntos académicos, pero en 1998 lo hizo con su esposa, sus dos hijos y su madre de 90 años. Caminaron Villiers-Saint-Georges como quien reconstruye un sueño. Luego, en 2007, le llegó el turno a Aroa, en la provincia de Yaracuy en Venezuela. “Nicolás y yo fuimos con él. Nos guiamos con un mapa que hizo a mano, con base en sus recuerdos, y así recorrimos el pueblo, buscando las huellas de su casa, de la escuela, de los amigos de infancia”, rememora Daniel.

A Boyacá también regresó recientemente, esta vez lo hizo con Orlando Navas que es oriundo de ese departamento. Vieron paisajes, plazas e iglesias. Él

no era creyente, pero los templos, su historia, su arquitectura, sus obras de arte le causaban toda su admiración. “Cuando estábamos en Cucaita, que tiene una capilla antigua, nos cerraron las puertas. Nos quedamos encerrados. Pensamos en subir a la torre para tocar las campanas, pero en medio del desespero de Michel por no quedarse atrapado ahí, logró abrir el portón y pudimos salir”.

Uno de sus últimos sueños cumplidos fue conocer el Amazonas. El viaje lo hizo con Juan Darío Restrepo. Iban para Iquitos, Perú, a un congreso sobre ríos tropicales. Se fueron hasta allá desde Leticia en un ‘buslancha’. Setecientos kilómetros recorridos en cuatro horas de la madrugada. El niño de las villas de París, el que caminó curioso por las orillas del río Sena, ahora al final de sus días navegaba en la inmensidad del río más imponente del mundo. Luego, parado en un barco que desde Tabatinga, en Brasil, sale para Manaus, se prometió que regresaría pronto a ese lugar, para montarse en una de esas naves y conocer la ciudad más grande de la selva amazónica. No cumplió: era más importante continuar con la edición de *Landscapes and Landforms of Colombia*. Fue tras hacer los últimos ajustes cuando le llegó el infarto.



# ‘Ángeles inversionistas’, alternativa de financiación

Capitalia Colombia (con sede en Medellín) es una de las cuatro redes de este tipo de agentes que hay en el país. Las otras tres son: Red Nacional de Ángeles Inversionistas (con sede en Bogotá), RaiCap (con sede en Medellín) y TIC-HubBOG (con sede en Bogotá). La principal función de estas redes es servir de enlace entre emprendedores e inversionistas.

**Claudia Bedoya Madrid**

Colaboradora

**Uno de los principales desafíos de los emprendedores a la hora de poner en marcha ideas de negocios es la financiación. A partir de allí, investigadores de EAFIT estudian la figura de ‘ángeles inversionistas’, su evolución y principales perspectivas en el mercado colombiano.**

Apostarle a los emprendimientos porque se ha detectado una oportunidad de negocio, y no solo por necesidad, es el reto para quienes requieren recursos y para los ‘ángeles inversionistas’ que arriesgan dinero, tiempo y experiencia en ideas innovadoras.

“En economías desarrolladas, por ejemplo, Estados Unidos y el norte de Europa, los emprendimientos son más por la detección de una oportunidad de mercado”, asegura Izaias Martins Da Silva, docente del Departamento de Contaduría Pública de la Uni-

versidad EAFIT, a partir de su reciente investigación *Capital de riesgo informal en Latinoamérica: ángeles inversionistas y la financiación de nuevos proyectos de emprendimiento en Colombia y región*.

Martins, PhD en Creación y Gestión de Empresas, en sus estudios previos sobre este tema ya había señalado algunas dificultades de acceso a recursos por parte de los emprendedores.

Paralelo al desarrollo de su tesis doctoral *Entrepreneurial and Innovative Behavior in Spanish SMEs: Essays on Profitability, Growth and Export Intensity*, el profesor Izaias Martins analizó la financiación de emprendimientos para la pequeña y mediana empresa en España e identificó que es uno de los principales desafíos de los emprendedores a la hora de poner en marcha sus ideas de negocios.

De hecho, “las fuentes formales son los bancos y piden unas garantías de las que carecen los emprendedores al principio porque no tienen actividad, historial crediticio y tampoco balances y cuentas de resultados”, explica el académico.

Esta historia se repite cientos de veces, pues llega un momento en el que estas personas agotan los pocos recursos que consiguen entre gente cercana, familiares, amigos y no tienen quién cubra la brecha de financiación que tiene la empresa.

En este sentido, Sergio Clavijo, presidente de



la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (Anif) y PhD en Economía de la Universidad de Illinois, en el informe de los resultados del primer semestre de 2015 de la Gran Encuesta Pyme, realizada con 1.885 empresarios, advierte que los recursos propios fueron vitales en el segundo semestre de 2014 para estas unidades productivas.

Los recursos propios fueron la fuente de financiación alternativa más importante para las pymes de industria y servicios (20 por ciento y 18 por ciento, respectivamente), mientras que en el caso del sector comercio fueron los proveedores (19 por ciento). El uso de otras fuentes alternativas sigue siendo moderado, como en el caso del *leasing*\* (5 por ciento de las pymes en promedio) y el *factoring*\*\* (2 por ciento de las pymes en promedio), se indica en el informe de Anif. (Ver gráfico: '¿Accedió a otra fuente para satisfacer sus requerimientos de financiación? (%)').

Al respecto, Rafael de la Cruz, representante en Colombia del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), admite las dificultades que tienen los emprendedores y empresarios de pequeñas y medianas empresas para acceder a recursos y la necesidad de que el gobierno colombiano apoye más la financiación.

---

## Aparecen los 'ángeles'

---

Para contribuir a resolver el problema de financiación que afecta por igual a emprendedores y pequeños empresarios, el profesor Izaias Martins Da Silva se ha dedicado a investigar este tipo de financiación en Colombia, su evolución y principales desafíos a partir de experiencias en otros países con un gran volumen y mercado de 'inversión ángel' muy estructurado, como es el caso de los Estados Unidos, el Reino Unido y los países nórdicos.

De hecho, "la figura de ángel inversionista", definida como *business angel* apareció primero en los Estados Unidos y, en los años noventa, tomó fuerza en Europa, especialmente en Reino Unido, acota el investigador.

Estos agentes económicos, también conocidos como 'padrinos inversores', son personas, naturales

o jurídicas, que ofrecen recursos y le apuestan a un negocio a cambio de un porcentaje de participación en la empresa o emprendimiento.

"En promedio, los inversionistas esperan que un 10 por ciento de los negocios sea completamente exitoso, es decir, que compensen la inversión y el margen de ganancia sea bastante alto", indica el docente Martins.

"Incentivamos proyectos innovadores porque tienen más margen de utilidad, porque se diferencian. Esto tiene que tener una fundamentación y conocimiento". Jorge Mesa Cano, coordinador de Empresarismo del Cice.

Los inversionistas ángeles suelen entrar en una fase muy temprana del negocio y, muchas veces, este agente económico vende su participación en la empresa. Se diferencian de los *Venture Capital* porque estos últimos suelen entrar en una fase de expansión del negocio. "Uno no reemplaza al otro. Son complementarios en el ecosistema", afirma el investigador.

En el mercado también existen ahora las plataformas de *crowdfunding* –financiación colectiva de un proyecto a partir de donaciones económicas–, poco conocidas aún por los emprendedores en Latinoamérica. "Los emprendedores, en muchos casos, creen que la única fuente de financiación para su idea viene de convocatorias a través de instituciones públicas de fomento a la actividad emprendedora o accediendo al mercado formal de capital (los bancos), esta última alternativa muy costosa para los emprendedores nacientes y las empresas en etapa temprana", asegura el profesor Martins.

---

## Redes activas

---

El investigador eafitense explica que los 'ángeles inversionistas' pueden actuar solos (por su cuenta), es decir, buscando proyectos y oportunidades de inversión. En este caso es difícil poder estimar cuántos de estos agentes existen en el país o el mismo volumen de este tipo de financiamiento.



Los inversionistas ángeles suelen entrar en una fase muy temprana del negocio y, muchas veces, este agente económico vende su participación en la empresa.

### Relación poco angelical

Es indudable que la relación entre ‘ángel inversionista’ y emprendedor no es fácil, ni se da de la noche a la mañana. Al respecto, Jorge Hernán Mesa Cano, coordinador de Empresarismo del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de EAFIT, considera que es necesario entrenar mucho a los jóvenes para que presenten adecuadamente los proyectos, tengan una base sólida e incorporen la innovación en un modelo de negocio, que son los elementos exigidos por un inversionista.

También advierte sobre la necesidad de que el inversionista deje de esperar no correr riesgos. “No están invirtiendo en ideas, ni en prototipos. Solo están invirtiendo en empresas ya en marcha, que es muy distinto a lo que se da en otros ecosistemas como Silicon Valley o Israel, donde hay gente invirtiendo 100.000 o 200.000 dólares para potenciar una idea. Aquí, de pronto, si tienes un prototipo y lo tienes muy validado, se te suben al bus”, comenta.

Para Mesa, una falla del sistema de apoyo a los emprendedores es que no hay segundos compradores. Es decir, que si alguien invierte hoy en la primera ronda en un proyecto y espera salirse al tercer o cuarto año, pueda hacerlo porque hay segundos compradores.

Por otro lado, hay otros que están organizados en redes que, de alguna manera, formalizan esta actividad. De hecho, en la actualidad ha comenzado a abrirse paso esta alternativa en Colombia, donde hay cuatro redes activas: Capitalia Colombia (con sede en Medellín), Red Nacional de Ángeles Inversionistas (con sede en Bogotá), RaiCap (con sede en Medellín) y TIC-HubBOG (con sede en Bogotá).

Aunque todas las cuatro operan desde Bogotá o Medellín, tienen un alcance nacional y realizan inversiones en cualquier región del país e, incluso, en otros países latinoamericanos, siempre y cuando sea un proyecto en el que se pueda invertir y se caracterice por ser de alto impacto.

La principal función de estas redes es servir de enlace entre emprendedores e inversionistas, haciendo un primer filtro de los proyectos que llegan y direccionando aquellos con potencial para los posibles inversionistas.

+

“En promedio, los inversionistas esperan que un 10 por ciento de los negocios sea completamente exitoso, es decir, que compensen la inversión y el margen de ganancia sea bastante alto”, indica el docente Izaias Martins.

Hoy en día, dichas redes empiezan a cumplir otras funciones como formar y capacitar a inversionistas y emprendedores, y transferir el conocimiento.

Para el docente del Departamento de Contaduría Pública de la Universidad EAFIT, la gran ventaja del ‘ángel inversionista’ es que no está prestando el dinero, sino que compra una parte de la empresa que todavía no se ha consolidado y no sabe si va a salir adelante, si quiebra o cierra a los dos años y pierde todo su dinero.

Precisamente, debido a esos riesgos, este agente económico se involucra mucho, aporta la experiencia, su red de contactos y abre puertas al emprendedor, quien por esa razón debe encontrar uno que conozca el sector al que le está apostando para aprovechar su experticia en ese entorno.

**\*Leasing:** contrato por el cual una empresa (sociedad de arrendamiento financiero) cede a otra (arrendatario) el uso de un bien comprado por la sociedad siguiendo las instrucciones del arrendatario, durante un tiempo determinado y a cambio del pago de unas cuotas periódicas por parte de este, teniendo el mismo la posibilidad de ejercitar una opción de compra al final del contrato.

**\*\*Factoring:** operación por la que una empresa cede las facturas generadas por sus ventas a una compañía de *factoring* para que se ocupe de su gestión de cobro, pudiendo además solicitar un conjunto de servicios de carácter financiero, administrativo y comercial, entre los que se encuentra el pago anticipado de las facturas.

Fuente: <http://www.expansion.com/diccionario-economico>

Estos agentes, “invierten un valor solicitado por el emprendedor a cambio de una participación (*equity*) de la empresa que, si termina por despegar y su valor de mercado aumenta (hay crecimiento), obviamente hay valoración del *equity* (recursos propios) del inversionista, pero también para el emprendedor quien es el principal *shareholder* (accionista). Si la compañía no logra crecer y en algunos casos incluso quiebra, el emprendedor no tiene que devolver dinero alguno a los inversionistas, ya que este último ha comprado acciones de la empresa: ¡ambos pierden! Es el riesgo que hay en una negociación, que es lo normal”, concluye el docente Izaías Martins.



## Investigadores

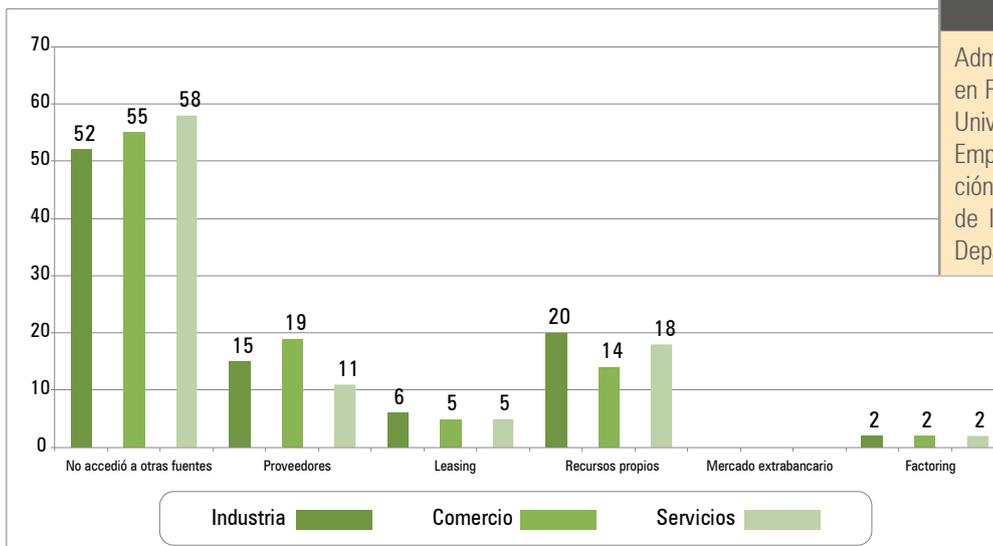
**Izaías Martins Da Silva**

Administrador de Empresas, Universidad Federal De Pelotas (Brasil); magíster en Investigación Aplicada en Economía y Empresa, y PhD en Creación y Gestión de Empresas, Universidad Autónoma de Barcelona (España). Es profesor de metodología de investigación y emprendimiento corporativo e internacional en el Departamento de Contaduría Pública de la Universidad EAFIT. Pertenece al grupo de investigación en Información y Gestión de la Escuela de Administración. Áreas de interés: emprendimiento y capital de riesgo informal.

**Jorge Hernán Mesa Cano**

Administración de Negocios, especialista en Finanzas y magíster en Administración, Universidad EAFIT. Es el coordinador de Empresarismo del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de la Universidad EAFIT. Es profesor del Departamento de Organización y Gerencia.

## ¿Accedió a otra fuente para satisfacer sus requerimientos de financiación? (%)



Fuente: Gran Encuesta Pyme junio 2015-Anif

# El derecho debe ser un catalizador de la paz

Solo las constituciones de Colombia y Perú, además de la Carta Africana de Derechos Humanos, reconocen la paz como un derecho humano. Gloria Gallego, investigadora eafitense, se ha dedicado a estudiar el papel de la normatividad jurídica como medio para construirla.

Carolina Ospina Foronda

Colaboradora



Foto: Robinson Henao

Héctor Emilio Ríos, campesino del corregimiento Santa Ana de Granada (oriente de Antioquia), se trasladó a Medellín en 2003, luego de que un grupo armado ilegal le arrebatara la vida de uno de sus hijos.

“Él se llamaba Germán de Jesús Ríos y tenía 21 años. El 31 de diciembre de 2002, mi muchacho y un amigo salieron para una fiesta que había en una casa cercana. Ellos se fueron en bestias. Luego de un rato, el resto de la familia los seguimos a pie. A los cinco minutos de camino escuchamos una balacera, pero del miedo que teníamos no pudimos ver nada. Germán nunca llegó a la fiesta y, por eso, el primero de enero salimos un puñado de vecinos a buscar a los muchachos. Vimos uno de los caballos muerto en la carretera, pero no encontramos a mi hijo. No quisimos seguir buscando porque por esa época había muchas amenazas y, días después, supimos que Germán había sido enterrado en el cementerio de Granada”.\*

Héctor y su familia recogieron algunas pertenencias y engrosaron las cifras de desplazados en el país, que entre 1995 y 2006 fue de aproximadamente seis millones de personas. Así, compraron una casa por 450.000 pesos en la comunidad Altos de la Virgen, del barrio medellinense Juan XXIII, donde vivieron hasta el retorno a su parcela en 2009.



Foto: Robinson Henao

El periodo más crítico de la guerra colombiana va desde 1995 hasta 2006, con cifras como seis millones de desplazados, 35.000 secuestrados, 11.000 niños reclutados y, aproximadamente, 100.000 desaparecidos, “una hecatombe colectiva”, manifiesta la investigadora Gloria Gallego.

Para Gloria María Gallego García, docente de la Escuela de Derecho de la Universidad EAFIT, el estudio de casos como el de Héctor es la constante en Colombia. De hecho, entre sus temas de investigación ella se ha concentrado en la fundamentación filosófica del Derecho Internacional Humanitario (DIH) y en cuáles han sido los focos de violación de estas normas en el caso del conflicto en el país, siempre con el ser humano como el centro de sus conclusiones.

+

“La reconciliación es necesaria y todos los sectores del país debemos ser generosos y ceder en algo”. Gloria Gallego.

La desaparición forzada de personas, la violencia sexual contra las mujeres como arma de guerra,

el uso del hambre como método de guerra contra la población civil, el reclutamiento forzado de menores, los castigos colectivos (masacres: homicidio de tres o más personas) y el desplazamiento forzado se han constituido para la profesora Gallego en las mayores infracciones cometidas por los grupos armados.

“En Colombia se ha peleado una guerra irregular que, desde la concepción de la estrategia viola todas las normas básicas del DIH. Esto es desolador porque significa que hemos llegado a unos niveles de atrocidad y de degradación del conflicto tales, que cumplir con las normas básicas de la guerra es excepcional y violarlas es la regla constante. Lo anterior conduce a que los no combatientes, los inocentes, han terminado como un botín de esa contienda”, concluye de forma categórica.



“Gran parte del derecho en Colombia se ha enseñado como si esta no fuera una sociedad en guerra, lo que para mí es un gravísimo error”, afirma Gloria Gallego, quien le apunta en sus cátedras a cambiar esa mirada a partir de su investigación.

Pero no solo la pregunta por la guerra y por la aplicación del Derecho Internacional Humanitario en el contexto colombiano ha estado presente en la cabeza de esta investigadora. El derecho a la paz, según ella tan poco analizado por los teóricos, es desde hace años su tema principal.

### De paz debe hablarse siempre

El proceso de paz entre el Estado colombiano y la guerrilla de las Farc, desarrollado en La Habana (Cuba), comenzó en 2012. Según las últimas declaraciones de la mesa de conversaciones, el proceso se encuentra en su última fase y se espera que en marzo pueda firmarse el acuerdo final.

+

“La paz deviene como la única alternativa aceptable”. Juan Oberto Sotomayor, docente eafitense.

Desde su inicio, Gloria Gallego ha estado atenta a este proceso: “hemos seguido permanentemente el proceso de paz, con sus inmensas vicisitudes y complejidades. Lo hemos acompañado en todos sus momentos con el análisis y el debate público, parti-

cularmente en su punto más duro que es el de justicia transicional”.

En este sentido, los trabajos de la docente eafitense sobre paz se orientan a acercar, desde el punto de vista académico, los acuerdos obtenidos en la mesa de conversaciones a la legalidad y la jurisprudencia en el contexto colombiano. También estudia el papel de las víctimas y la reivindicación de sus derechos.

“Analizo los dilemas del proceso de paz y mi objetivo es encontrar qué podríamos fundamentar como jurídicamente aceptable de esos acuerdos que son políticos, en el marco constitucional que tenemos y a la luz de la legalidad internacional”, explica la abogada.

Adicionalmente, se ha acercado con sus investigaciones al tema de la paz como derecho fundamental y ha resaltado su importancia para sociedades en guerra como la colombiana porque, como dice, “el derecho a vivir sin guerras es la clave de bóveda del derecho a la paz”.

“El principal aporte al proceso de paz de trabajos como los desarrollados por la profesora Gallego García lo veo en términos de legitimación de dicho proceso, es decir, al denunciar los horrores de la guerra y sus enormes costos, la paz deviene como la única alternativa aceptable. En dicha encrucijada

lo jurídico juega un papel preponderante, pues al tiempo que en un país como Colombia puede ser un medio para la construcción de la paz, también podría constituir un obstáculo a la misma. Y no hay duda de que el aporte de ella se orienta en lo primero”, señala Juan Oberto Sotomayor Acosta, docente eafitense y maestro de la investigadora.

Actualmente Gloria trabaja en varios artículos y cátedras sobre la paz. Para ella, los colombianos deben prepararse para un proceso de posconflicto que, en sus términos, es muy difícil. “Tenemos una guerra difusa en la ciudad, un atraso en el campo, y la desigualdad material es aguda. La reconciliación es necesaria y todos los sectores del país debemos ser generosos y ceder en algo; todo sea por librarnos del pesado fardo de la guerra”.

## Justicia centrada en la persona

“Cuando el mundo parece centrado exclusivamente en las guerras híbridas, era necesaria una mirada que recordara que detrás de todo conflicto hay víctimas y que el objetivo de la comunidad internacional, política y académica, ha de ser la búsqueda de la paz que solo puede estar basada en la justicia, el perdón y la reparación de las víctimas como base de la recuperación de la convivencia; una justicia restaurativa que ayude a restañar las heridas del conflicto”, señala Natividad Fernández Sola, profesora de derecho internacional público y relaciones internacionales de la Universidad de Zaragoza (España).

Para Fernández, el foco de la investigación de Gloria Gallego no está tanto en las variables políticas del conflicto, las fuerzas enfrentadas o los intereses en presencia, sino en la importancia de la persona, de la población civil, como víctima forzada del mismo y que sufre sus consecuencias más penosas.

Por eso “la restauración también ha de centrarse en la persona, pues ahí reside la base de la resiliencia de la sociedad. Creo que el trabajo de la doctora Gallego tiene elementos muy destacados, de utilidad para conflictos persistentes como el de Oriente Medio entre Israel y el pueblo palestino, pero también para otros cerrados en falso y que pueden, por tanto, reabrirse en cualquier momento”, concluye Fernández.

+

## Publicación internacional

La Universidad Carlos III de Madrid y la Fundación Gregorio Peces-Barba para el estudio y cooperación en derechos humanos, con sede en Madrid (España), como parte del Proyecto Consolider “El tiempo de los derechos”, invitaron a Gloria María Gallego García, en calidad de experta en temas de paz y derechos humanos, a escribir el capítulo El derecho humano a la paz, para ser publicado en la colección de libros *Historia de los derechos fundamentales*, específicamente en el volumen VI, libro III dedicado a los Derechos económicos, sociales y culturales. En total, 200 profesores de varias universidades y centros de investigación de España y de otros países del mundo realizaron los trabajos de investigación de esta compilación producida a lo largo de 10 años.

“En este trabajo planteo el sentido del derecho a la paz, su trascendencia para la sociedad, qué protección tenemos cuando en nuestro Estado se reconoce el derecho a la paz, qué obligaciones tiene el Estado y cómo debemos actuar los civiles en defensa de la paz”, acota Gallego García.

## Investigadora

### Gloria María Gallego García

Abogada, Universidad de Antioquia, y doctora en Derecho, Universidad de Zaragoza (España). Es profesora del Área de Teorías del Derecho de la Universidad EAFIT, donde es docente de los cursos de Ética y Filosofía del Derecho, y del curso de Derecho Internacional Humanitario y crímenes de guerra en la maestría de Derecho penal. Es directora del Grupo de investigación Justicia & Conflicto.

\*Testimonio publicado en el artículo *Santa Ana, modelo nacional*, escrito por Carolina Ospina para el periódico *El Mundo* (Medellín). 11 de octubre de 2009.

# Ciudades soñadas

Foto: Robinson Henao

An aerial night photograph of a city. In the foreground, a large, circular structure is illuminated with vibrant purple and blue lights, resembling a modern fountain or a large-scale art installation. The structure is surrounded by a paved plaza. In the background, the city lights are visible, with a prominent bridge or overpass structure on the left side. The sky is dark with some clouds, and the overall atmosphere is one of a modern, illuminated urban environment.

En el mundo hay tantas visiones de ciudad como personas existen. Nadie tiene la última palabra y es un hecho que las regiones urbanizadas aumentan cada día en el planeta. ¿Cuáles retos implica esta realidad cuando avanzan los preparativos de Hábitat III en 2016 y la expectativa está centrada en que los países promuevan en esta un nuevo modelo de desarrollo urbano?

Claudia Bedoya Madrid  
Colaboradora

Espacios verdes, edificios más altos, vías para los carros, respeto a los peatones y oportunidades de trabajo son algunas de las características de la ciudad soñada por habitantes de urbes a quienes el Banco Interamericano de Desarrollo les preguntó: “¿cómo imaginan la ciudad en la que quieren vivir dentro de cincuenta años?”.

Es indudable que hay tantas respuestas como personas y nadie tiene la última palabra, pero lo cierto es que cada vez es mayor el porcentaje de la población que vive en áreas urbanas (ver infográfico ‘Población mundial en zonas urbanas’) y enfrenta problemas de movilidad, seguridad, exclusión, manejo de residuos sólidos, consumo excesivo, entre muchos otros.

Al diseñar una calle o un parque se deben articular los conceptos de movilidad sostenible, espacio público y medio ambiente porque la complejidad urbana requiere abordarse desde la integralidad. Daniel Carvalho, urbanista.

Precisamente, con el fin de crear un clima propicio para que los países promuevan un nuevo modelo de desarrollo urbano, las ciudades del mundo se preparan para participar en la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Habitat III) en 2016.

Las expectativas en torno a Habitat III están centradas en la posibilidad de que la Conferencia logre integrar todas las facetas del desarrollo sostenible en aras de promover la equidad, el bienestar y la prosperidad.

Habitat III está planteada, además, como la oportunidad de analizar el urbanismo en todos los niveles: desde las pequeñas comunidades, pasando por pueblos y ciudades intermedias, hasta las metrópolis.

En Latinoamérica y en Colombia son diversos los conceptos, perspectivas y argumentos de los expertos al evaluar las diferentes facetas del desarrollo urbano sostenible.

+

## Retos a la vista

Esta compleja realidad en el contexto latinoamericano y colombiano impone retos y, uno de ellos, es precisar ¿qué concepto de desarrollo se aplica y de qué se habla cuando se alude al desarrollo urbano sostenible?

Al respecto, la arquitecta María Clara Echeverría Ramírez, fundadora de la Escuela del Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), explica que en el trabajo que realizan sobre este tema, liderado por la profesora María Cecilia Múnera López, el desarrollo se plantea como una construcción sociocultural múltiple, histórica y territorialmente contextualizada, y no con base en teorías que apuntan al crecimiento económico.

Echeverría, profesora emérita de la Universidad Nacional, agrega que el tema central es desde dónde se mira la perspectiva de desarrollo para ver allí qué papel juega la diversidad cultural y la particularidad que tiene cada una de las regiones en un país que, como Colombia, se ha definido constitucionalmente como pluriétnico y multicultural.

Si hay tensión entre crecimiento económico y sostenibilidad, apunta la arquitecta Echeverría, hay otra tensión muy fuerte que se debe resolver entre sostenibilidad y la dimensión social o cultural de la sostenibilidad, que implica que todos los sistemas, cosmogonías y valores propios de los grupos humanos, sus memorias, sus historias y sus proyecciones de vida, tienen la posibilidad de realizarse al máximo. (Ver nota complementaria: ‘Repensar el desarrollo’).

## Urbe integral

Habitat III representa una oportunidad para establecer qué significa una escala sostenible y adecuada de crecimiento en una ciudad.

Una posible respuesta la brinda Luis Fernando Arboleda González, presidente de la Financiera de Desarrollo Territorial S.A. (Findeter), para quien “una ciudad sostenible es aquella en donde sus habi-



Desde hace tres décadas el mundo debate cómo mejorar el hábitat para los segmentos de la población excluidos del acceso a bienes y servicios.

tantes disfrutan de una buena calidad de vida, gracias al equilibrio entre sus necesidades económicas, sociales, ambientales y de infraestructura”.

Por su parte, los investigadores del Centro de estudios urbanos y ambientales (Urbam) de la Universidad EAFIT, reconocen que la ciudad tiene un componente privado y un componente público y, en consecuencia, la abordan como un “sistema estructurante” de movilidad, espacio público y medio ambiente.

+

Con 80 por ciento de su población en áreas urbanas, América Latina y el Caribe aparecen como la segunda región más urbanizada del planeta, después de Norteamérica con 82 por ciento.

En este sentido, Daniel Carvalho Mejía\*, coordinador técnico en Urbam, considera que hay que conjugar los dos sistemas porque a la hora de diseñar una calle o un parque se deben articular los conceptos de movilidad sostenible, espacio público y medio ambiente.

A esa integralidad le apuesta Urbam para abordar la ciudad. “No desde un solo punto de vista, de que solo es movilidad, no. Es movilidad, más espacio público, más medio ambiente, más hábitat porque la complejidad urbana requiere abordarse desde la integralidad”, concluye el investigador Carvalho, quien hace referencia al proyecto de Parques del Río que se acerca a este concepto.

Parques del Río es una apuesta urbanística de Medellín, mediante la cual se espera convertir 19,8 kilómetros de vías en un enorme espacio verde que atraviesa la ciudad de sur a norte e incorpora algunos

de los conceptos característicos de las ciudades que le apuestan al desarrollo sostenible, de acuerdo con algunos de los lineamientos de las conferencias Hábitat I y II (ver recuadro ‘Para qué Hábitat III’).

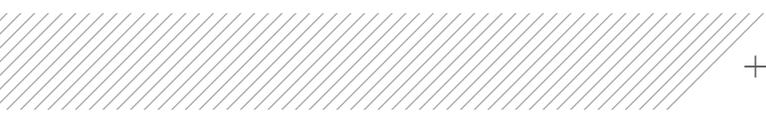
El primer tramo de Parques del Río se constituirá en un conector entre los cerros Nutibara y El Volador y permitirá llevar a cabo los llamados macroproyectos de renovación urbana sobre el río Medellín.

## Ciudad y cambio climático

Como Hábitat III representa un nuevo acuerdo sobre cambio climático a partir de las ciudades sostenibles, Roberto León Gómez Charry, subdirector de Desarrollo Local y Cambio Global de la Fundación Natura, enfatiza en la necesidad de comprender la relación entre una urbe y su entorno inmediato, que la nutre y le provee recursos, alimentos, espacios de recreación y, sobre todo, agua.

“En Colombia, donde hay un crecimiento desahogado y desordenado, los ecosistemas aledaños son fundamentales para el funcionamiento de las ciudades. Por eso la sociedad debe pensar cuál es el modelo de desarrollo que quiere para estas”, señala Gómez.

Por su parte, Germán David Romero, coordinador de Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático del Departamento Nacional de Planeación (DNP), considera que el cambio climático no es solo ambiental sino económico y toca, también, la dinámica de los núcleos urbanos porque la productividad de los sectores está cambiando.



“En la medida en que cambian las precipitaciones cuando las lluvias disminuyen, aumenta la radiación del sol y la productividad cae. Por ejemplo, en el sector pesquero 5,3 por ciento, y en el sector agrícola, uno de los más afectados, 7,4 por ciento”, asevera el funcionario del DNP.

Rodrigo Suárez Castaño, director técnico de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, considera que las ciudades sí están generando un impacto importante en materia de emisiones derivadas de residuos, energía, transporte, producción industrial, entre otros. Por eso, lo que se debe hacer, recomienda, es conocer qué hacen las principales ciudades y cuánto emiten para establecer en cuáles estrategias de adaptación al cambio climático se deben enfocar.

## Región urbana y posconflicto

Los sucesivos fracasos de las reformas agrarias, sumados a más de medio siglo de conflicto armado interno en Colombia, han despertado el interés de analizar la relación entre ciudad y campo, territorio, conflicto y el llamado posconflicto.

Al respecto, la investigadora María Clara Echeverría reconoce que en las negociaciones de paz en La Habana, “ni lo urbano ni lo rural están siendo pensados desde la problemática de la vivienda, del hábitat, la ciudad y el territorio. De ahí la urgencia de correlacionar lo urbano y lo rural en las condiciones de reconciliación que plantee el posacuerdo”.

Para esto es necesario que el proceso en La Habana aborde, por un lado, las ciudades en Colombia como receptoras de desplazados del conflicto armado, asociado a lo que ocurre en el campo. Por otro lado, debe tener en cuenta que este es un sistema de hábitat humano que requiere estrategias que potencien las formas de vida del campesinado colombiano.

En este sentido, es importante abordar el campo como un sistema de pequeños hábitats humanos, es decir, como pequeños núcleos urbanos. De esta manera, más que hablar de ciudad región, se debe hablar de región urbana porque dichos sistemas se han tejido entre sí, sus dinámicas le dan el carácter de urbe a toda una región y no excluyen ni se centran en una ciudad.

Lo anterior “es distinto a pensar que hay una ciudad que se constituye como región porque sería monocéntrica y egocéntrica”, asegura la profesora Echeverría,

quien advierte que “las ciudades que hay son producto de los fenómenos que se viven en el campo”.

En dicho contexto, la arquitecta también llama la atención sobre esa concepción, que predomina en la urbe, ‘extractivista’ y arrasadora del campo, modelo que fomenta la apropiación de grandes volúmenes de recursos naturales que se exportan a mercados globales.

“No hemos pensado el campo colombiano como un sistema de hábitat humano, es decir, donde tenemos que desplegar una serie de estrategias para afinar, fortalecer y potenciar sus formas de vida”, manifiesta Echeverría.

## Gestionar las ciudades

Otro de los desafíos de Hábitat III es gestionar adecuadamente las ciudades para garantizar la sostenibilidad del crecimiento y fomentar la planificación urbana porque “no se trata simplemente de hacer muchos edificios, sino de generar unas condiciones urbanas agradables, donde la gente no dependa del uso del automóvil, donde no tengan que utilizar un carro para hacer cualquier compra, sino que haya diversidad y mezcla de usos”, expresa el urbanista Daniel Carvalho.

Uno de los retos de Hábitat III es repensar la idea de desarrollo porque, tal como ha sido difundida en el mundo, se asocia con más: más progreso, más crecimiento económico, más consumo.  
Cecilia Inés Moreno Jaramillo, arquitecta.

De hecho, un obstáculo para acelerar los cambios y avanzar en los procesos de renovación urbana ha sido la “falta de gobernabilidad metropolitana”, ya que mientras Medellín intenta no construir en las laderas, los municipios vecinos son autónomos en materia urbanística, están cometiendo los mismos errores que cometió la capital antioqueña hace 20 o 30 años y siguen construyendo ciudades para los automóviles, señala Carvalho.

Por eso, como un aporte al desarrollo urbano sostenible, en esta línea trabaja Urbam, por ejemplo, con el Plan Director BIO 2030 para Medellín y el Valle de Aburrá en el que “plantean los retos de la metrópoli a través de la identificación de las principales tendencias económicas y sociales”.

## Para qué Habitat III

En 1976 se llevó a cabo, en Vancouver (Canadá), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Hábitat I), que buscaba mejorar las condiciones de vida y de trabajo para todos mediante la gestión y el desarrollo eficiente, participativo y transparente de los asentamientos humanos, dentro del objetivo general de reducir la pobreza y la exclusión social.

En 1996, se realizó en Estambul (Turquía) la segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Hábitat II), donde se abordaron dos temas mundiales con igual importancia: “vivienda adecuada para todos” y “desarrollo sostenible de los asentamientos humanos en un mundo en vías de urbanización”.

En Estambul las conclusiones fueron poco alentadoras: advirtieron la transformación de las urbes en megaciudades con escasez de agua, reducción del espacio público, tránsito imposible en las calles y una vida cotidiana citadina perturbada.

En medio del escepticismo frente a resultados concretos, hay gran expectativa en torno a la posibilidad de “revitalizar el compromiso mundial para la urbanización sostenible”, durante la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), que se realizará en Quito (Ecuador), del 17 al 20 de octubre de 2016.

En este evento se busca asegurar el compromiso global a favor del desarrollo urbano sostenible, evaluar los logros en temas de pobreza e identificar y abordar nuevos desafíos. Es una de las primeras cumbres mundiales de la ONU después de la Agenda de Desarrollo Post 2015 y un nuevo acuerdo sobre cambio climático.

Este plan interinstitucional de sostenibilidad, que lleva a cabo Urbam-EAFIT junto con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, define dos ámbitos prioritarios: la ladera, para desincentivar la ocupación, y el río como área estratégica para la renovación y el crecimiento “hacia adentro”.

Es importante abordar el campo como un sistema de pequeños hábitats humanos, es decir, como pequeños núcleos urbanos. María Clara Echeverría, arquitecta.

En la práctica, se trata de “volver a juntar los usos” en la planeación y gestión de la ciudad, donde en los bajos de los edificios haya comercio, oficinas y se puedan mezclar todas las actividades urbanas, rompiendo así con un principio que se aplicó mucho en el siglo XX, que era la separación de los usos.

“Hay que volver a juntar los usos, obviamente con las condiciones para que unos no les estorben a los otros. El espacio público y todos los factores medioambientales tienen que permear la ciudad. Los nuevos barrios deben ser mucho más agradables y mucho más saludables a través de una mezcla del espacio y el transporte público con la estructura natural de la ciudad”, concluye el urbanista Carvalho.

## + Repensar

Uno de los retos de Hábitat III para Cecilia Inés Moreno Jaramillo, arquitecta, docente y directora de la Escuela de Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), es repensar la idea de desarrollo porque, tal como ha sido difundida en el mundo, se asocia con más: más progreso, más crecimiento económico, más consumo.

En oposición a ese concepto, la arquitecta Moreno Jaramillo propone retomar la idea original de esa palabra a partir de la biología, es decir, “desde el desenvolvimiento de la vida en condiciones adecuadas. No de más, sino de buen vivir. No del vivir mejor, sino del vivir bien”. Para esto cita al economista indio Amartya Sen, quien lo define como “un proceso de la expansión de las capacidades de que disfrutaban los individuos”.



Al repensar la idea de desarrollo hay que considerar otros indicadores que no sean solo cuantitativos, sino cualitativos para medir el crecimiento de las ciudades y comprender la vida en estas.

# el desarrollo

Por eso, considera necesario bajarle velocidad a la carrera desenfrenada que ha impuesto el desarrollo y que poco tiene que ver con el concepto defendido por el Nobel Alternativo de Economía, Manfred Max Neef, quien propuso la perspectiva del desarrollo a escala humana.

Max Neef plantea que “tal desarrollo se concentra y sustenta en la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales, en la generación de niveles crecientes de autodependencia y en la articulación orgánica de los seres humanos con la naturaleza y la tecnología, de los procesos globales con los comportamientos locales, de lo personal con lo social, de la planificación con la autonomía y de la sociedad civil con el Estado”.

## Cambiar indicadores

Al repensar la idea de desarrollo, necesariamente, hay que considerar otros indicadores que no sean solo cuantitativos, sino cualitativos para medir el crecimiento de las ciudades y comprender la vida en estas.

Al respecto, la arquitecta Moreno propone “abrir la escucha” y estar dispuestos, por ejemplo, a recibir los aportes de las comunidades indígenas de América Latina, como lo plantea Boaventura de Sousa Santos en su ecología del pensamiento.

De esta manera, concluye la docente, el crecimiento de las ciudades debería analizarse desde el concepto ambiental clásico del desarrollo, entendido como las relaciones de la vida en su conjunto, y desde la ética de la vida.



Foto: Robinson Heriaco

El Plan Director BIO 2030 de sostenibilidad para Medellín y el Valle de Aburrá, que lleva a cabo Urban-EAFIT junto con el Área Metropolitana y el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, define dos ámbitos prioritarios: la ladera, para desincentivar la ocupación, y el río como área estratégica para la renovación y el crecimiento hacia adentro.

### Población mundial en zonas urbanas

Mientras en 1950 el 30 por ciento de la población mundial habitaba en zonas urbanas, en 2014 la cifra aumentó a 54 por ciento y se prevé que, en 2050, alcance el 66 por ciento, según la *Revisión de Prospectiva de Urbanización Mundial 2014*, de la División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas.

### AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



### MUNDO



Población urbana como porcentaje de la población total del país para 2014.  
Fuente: World Urbanization Prospects, 2014 Revision, United Nations, Department of Economic and Social Affairs.

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo <http://www.iadb.org/es/temas/ciudades-emergentes-y-sostenibles/dando-respuesta-a-los-desafios-de-desarrollo-urbano-de-las-ciudades-emergentes,6690.html>



Foto: Robinson Henao

+

## Investigadores

### Daniel Carvalho Mejía

Ingeniero civil, Universidad EAFIT, y magíster en Urbanismo y ordenamiento territorial con énfasis en ciudades sostenibles, Instituto Francés de Urbanismo. Se desempeñó como coordinador técnico en Urbam (EAFIT) hasta 2015.

### María Clara Echeverría Ramírez

Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia, y magíster en Estética con énfasis en cultura de la metrópoli latinoamericana. Profesora emérita en la Escuela del Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín).

### Cecilia Inés Moreno Jaramillo

Arquitecta y magíster en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, y especialista en vivienda del Institute for Housing Studies (IHS) de Rotterdam (Holanda). Es la directora de la Escuela del Hábitat de la Universidad Nacional de Colombia.

### Rodrigo Suárez Castaño

Ingeniero ambiental y sanitario, Universidad de La Salle (Bogotá), administrador ambiental y de los recursos naturales, Universidad Santo Tomás, y especialista en Gestión Pública e Instituciones Administrativas, Universidad de los Andes. Es director técnico de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### Germán David Romero

Economista y magíster en Economía, Universidad de los Andes (Colombia). Es coordinador de Estudio de Impactos Económicos del Cambio Climático del Departamento Nacional de Planeación (DNP).

\* Al cierre de esta edición, Daniel Carvalho Mejía ejercía como coordinador técnico de Urbam-EAFIT.

# Energía solar y procesos avanzados de oxidación para descontaminar aguas residuales

Paula Colorado  
Colaboradora

La propuesta del Grupo de Investigación en Procesos Ambientales (Gipab) logra eliminar en efluentes la mayor cantidad de contaminantes en menor tiempo que los procesos tradicionales. Su misión: mejorar la calidad del recurso hídrico, de forma económica, y crear conciencia en el sector industrial.

Pese a que la industrial textil ha contribuido a impulsar el desarrollo de Medellín desde principios del siglo XX y genera 30 por ciento del empleo en la ciudad, este sector de la economía es uno de los que produce mayor contaminación ambiental debido a las aguas residuales de sus procesos productivos.

Por ejemplo, en el caso de las empresas dedicadas a la producción de *jeans*, estas en su proceso “deben desestabilizar los colorantes contenidos en las telas hasta encontrar el color requerido. Luego, se generan efluentes contaminados con colorantes y

Implementar en el país estas tecnologías orientadas a la sostenibilidad no es imposible y, más, cuando se están reduciendo los costos del proceso a través de la energía solar, señala el profesor Edison GilPavas.

Foto: Robinson Henao



El reactor electroquímico mejora la absorción de la radiación UV. Con la energía de esta se busca intensificar la eficiencia del proceso.

alta carga orgánica, que son vertidos al sistema de alcantarillado”, explica José David Medina Arroyave, estudiante de la maestría en Ingeniería de la Universidad EAFIT e integrante del Grupo de Investigación en Procesos Ambientales (Gipab).

Debido a esto, con la Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que regula el vertimiento de contaminantes en “aguas superficiales y sistemas de alcantarillado público”, las empresas dedicadas al sector textil tienen que implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Usar proceso electroquímico para descontaminar aguas residuales requiere un mayor costo energético, pero usando la radiación solar podría ser rentable económicamente para la industria.

Los dos tratamientos más utilizados, señala Medina Arroyave, son el químico y el biológico, que les permiten cumplir con los límites impuestos por la norma. Sin embargo, no logran remover por completo los contaminantes. Además, tienen tiempos de reacción muy lentos.

El proceso químico generalmente utilizado es el de coagulación y floculación que permite separar el contaminante, pero no tiene la capacidad de remover sólidos disueltos, como detergentes y materia orgánica soluble, entre otros. Así, en un tratamiento óptimo a partir de este método, solo se lograría remover cerca del 50 por ciento de los contaminantes.

En los procesos biológicos, son los microorganismos, cultivados en el agua, los encargados de eliminar los contaminantes. Sin embargo, los microorganismos solo pueden alimentarse de materia orgánica biodegradable, no de compuestos recalcitrantes presentes en las aguas textiles.

## PAO's

A partir de estas limitantes identificadas en ambos procesos, el Gipab le apostó a la implementación de Procesos Avanzados de Oxidación (PAO's) acoplados a sistemas de energía solar para el tratamiento de aguas residuales y disminuir sus contaminantes casi en ciento por ciento.

Para evaluar la eficiencia de estos procesos dentro de la industria textil, el Gipab aplica sus investigaciones en aguas residuales de empresas locales. Una de ellas emplea procesos biológicos para el tratamiento de sus aguas residuales. Sin embargo, este tratamiento es ineficiente para remover los colorantes y demás carga orgánica contaminante del agua.

“Ellos trabajan con lodos activados (microorganismos) que requieren altas cantidades de oxígeno y, para esto, necesitan compresores que generan un elevado costo energético. Entonces la idea es trabajar con los PAO's, ya sea desde el principio del proceso o sobre las aguas que ya fueron tratadas”, señala Edison GilPavas, director del Gipab y profesor de la Escuela de Ingeniería de la Universidad EAFIT.



Foto: Robinson Hernao

De izquierda a derecha los investigadores Santiago Correa Sánchez, estudiante de Ingeniería de Procesos; Carlos Mario Gómez Atehortúa y José David Medina Arroyave, jóvenes investigadores de Colciencias y estudiantes de la maestría en Ingeniería; Paula Eliana Arbeláez Castaño, joven investigadora de Colciencias e ingeniera de producción, y Edison GilPavas, director del Gipab, con el panel solar y el reactor electroquímico.

La ventaja del proceso implementado por este grupo es que no solo sirve para remover colorantes, que por ser visibles se pueden detectar fácilmente, sino otros contaminantes transparentes que contienen las aguas residuales como compuestos orgánicos, fenoles, plaguicidas, fungicidas, compuestos aromáticos, entre otros, que pueden ser incluso más tóxicos.

### Menos tiempo, más remoción

Fotocatálisis homogénea, heterogénea y electroquímica son procesos eficientes, con tiempos de operación y de transformación cortos, que forman parte de los PAO's y son estudiados e implementados por el grupo de investigación.

Estas tecnologías son aplicables a cualquier contaminante y están en capacidad de eliminarlos hasta en un 100 por ciento.

La fotocatalisis hace referencia a una reacción catalítica que involucra la absorción de luz o radiación UV por parte de un catalizador (sustancia que incrementa la velocidad de una reacción química). De esta manera, dichos procesos generan especies

reactivas en el agua, que se utilizan para diferentes propósitos oxidantes, "atacan" las moléculas contaminantes en el agua y las transforman en moléculas más pequeñas. Esto produce cambios en la estructura de los contaminantes y los convierte en especies inocuas.

"Con esto podemos lograr que las aguas sean biodegradables, es decir, que se puedan verter al sistema de alcantarillado o al río, o incluso se podría pensar en reincorporarlas al sistema productivo de la industria", señala el investigador Edison GilPavas.

Los procesos biológicos tradicionales son útiles en el tratamiento de aguas residuales que presenten contaminantes biodegradables. Sin embargo, una de las desventajas que señala el docente es que estos requieren tiempos de residencia más largos (hasta de 48 horas) y espacios físicos más grandes para su tratamiento, lo que implica tener el agua almacenada durante mucho tiempo, mientras que con los PAO's se demora menos (entre 45 minutos y dos horas) y alcanza degradaciones hasta de 100 por ciento.

"Si en una empresa tenemos 1.200 metros cúbicos diarios de agua, es decir, 1.2 millones de litros de agua para descargar, ¿dónde se guarda ese caudal durante dos días? Por eso un Proceso Avanzado de Oxidación, como la electroquímica, funcionaría muy bien", argumenta José David.

Sin embargo, usar los PAO's requiere de un costo energético alto, por lo que el Gipab evalúa la viabilidad de integrar el proceso de tratamiento con radiación solar, como una alternativa sostenible que permita optimizarlo.

## Del sol a los contaminantes

Desde principios de 2015, Carlo Mario Gómez Atehortúa, integrante del grupo de investigación, trabaja con procesos electroquímicos con un valor adicional que surgió de los estudios realizados por el grupo: incrementar la eficiencia en la degradación de los contaminantes a partir de la radiación del sol, recurso natural, renovable e inagotable.

En este proceso utiliza reactores contruidos en cuarzo, que mejoran la absorción de la radiación UV, y un panel solar conectado a una batería que recibe la energía del sol y la convierte en eléctrica, lo que hace más económico el tratamiento del agua.

Con los PAO's un tratamiento puede tardar, incluso, menos de una hora. A través de métodos biológicos o químicos, puede demorarse hasta 48 horas.

En los procesos electroquímicos el reactivo principal es un electrón que se encarga de degradar los compuestos orgánicos presentes en el efluente (líquido que procede de una planta industrial). Un método de este proceso es la electrooxidación, que mediante electrodos especiales permite obtener compuestos capaces de oxidar fuertemente las aguas residuales que se tratan. Esto genera radicales hidroxilos, un agente altamente oxidante que ayuda a degradar colorantes y materia orgánica.

“Por eso, con la energía que tiene la radiación UV, se busca intensificar la eficiencia del proceso, debido a que se incrementa la generación de radicales hidroxilo y, además, es fuente de energía que se utiliza para el funcionamiento de los equipos”, puntualiza Carlos Mario.

El profesor Edison GilPavas resalta que implementar estas tecnologías en el país no es imposible y, más, cuando se están reduciendo los costos del proceso a través de la energía solar.

Por su parte, Gómez Atehortúa enfatiza en que, mientras el agua es cada vez menos y la gente cada vez más, hay que apostarle a mantener el recurso limpio y promover sistemas orientados a la sostenibilidad.

## Lectura a la normativa

Aunque la nueva norma de vertimientos para Colombia (Resolución 0631) permite tener mayor control de las sustancias contaminantes generadas por 73 actividades productivas, entre las que se encuentra la industria textil, los integrantes del Grupo de Investigación en Procesos Ambientales (Gipab) señalan que aún se queda corta.

“Antes la concentración con la que descargaban sus efluentes las empresas al medio ambiente no importaba, porque les pedían solo un porcentaje de remoción y, ahora, hay un límite de descarga. Sin embargo, estos límites aún siguen siendo poco estrictos y sus valores siguen siendo muy permisivos”, señala José David Medina, integrante del grupo.

Al respecto, el docente GilPavas explica que esto lleva a que las empresas no efectúen tratamientos a sus efluentes o que realicen tratamientos laxos que solo se acomodan a la normativa, y que no le apuesten a procesos rigurosos que les permitan mayor remoción en menor tiempo.

En este sentido, el investigador Carlos Mario Gómez Atehortúa llama la atención sobre la importancia de reforzar la normatividad para que las empresas empiecen a tomar conciencia ambiental y conozcan los beneficios del menor costo energético que trae consigo la implementación de la energía solar en los tratamientos.



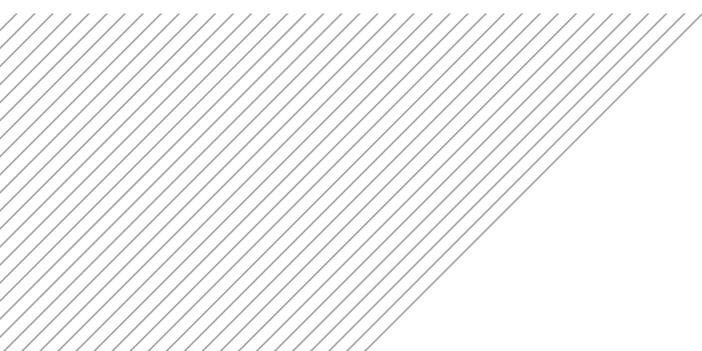
## Investigador

### Edison GilPavas

Ingeniero Químico de la Universidad de Antioquia, magíster en Ciencias de la Ingeniería Química de la Universidad Nacional, sede Bogotá. Desde junio de 1998 es profesor de planta de la Universidad EAFIT, donde lidera el Grupo de Investigación en Procesos Ambientales (Gipab). Sus investigaciones se han enfocado en el diseño y optimización de los Procesos Avanzados de Oxidación (PAO's), fotocatalisis homogénea, heterogénea, electroquímica, acoplamientos entre PAO's y procesos biológicos.

# Desempleo e informalidad van de la mano





+

## El índice de desempleo en Colombia, hasta junio de 2015 es el menor de los últimos 15 años, pero la calidad del empleo se está deteriorando, advierte Hugo López Castaño, profesor de la Escuela de Economía y Finanzas de EAFIT.

**Claudia Bedoya Madrid**

Colaboradora

En dos ascensores diferentes, pero a la misma velocidad, bajan el desempleo y la calidad del trabajo en Colombia sin que haya esperanzas de que esa realidad cambie mientras la economía mundial se desacelera y los países vecinos decrecen.

Parece una buena noticia afirmar que el desempleo baja y que registra la menor tasa en los últimos 15 años. Sin embargo, la mala noticia está por cuenta de que la cifra de desempleo en el país continúa como la más alta de América Latina.

El profesor de la Escuela de Economía y Finanzas de EAFIT, Hugo López Castaño, director de la investigación permanente sobre el mercado laboral colombiano, advierte que el empleo asalariado, de mejor calidad, se está desacelerando de manera rápida y, prácticamente, ha estado estancado en 2015.

“Desestacionalizando\* los datos para poder hacer comparaciones seguras entre trimestres, en



Foto: Robinson Henao

El profesor Hugo López explica que todo el empleo de 2015 se creó con trabajadores sin educación superior.



febrero-abril [2015] y frente al trimestre anterior [noviembre-enero, 2014] apenas se generaron 6.377 nuevos empleos asalariados, cuando la creación trimestral media en 2014 había sido de 135.456”, explica el docente López.

El economista e investigador manifiesta además que, en cambio, el empleo no asalariado (de menor calidad e ingresos laborales más bajos) está volviendo a elevarse. Es decir, la calidad del empleo está bajando mientras la informalidad aumenta.

“El crecimiento del empleo o la disminución de la tasa de desempleo se debe, principalmente, al crecimiento del empleo en sectores donde la informalidad es muy alta. En el comercio, de casi el ciento por ciento, en restaurantes y bares”. Héctor Vásquez, asesor de la ENS.

Conclusiones similares reporta también la Agencia de Información Laboral, de la Escuela Nacional Sindical (ENS), en el Octavo Informe Nacional de Trabajo Decente. Héctor Vásquez, asesor de la ENS, al referirse al balance hecho por esta institución, asegura que la mayor parte de los empleos que se están generando en el país en los sectores de comercio, hoteles, restaurantes, servicios y construcción son de mala calidad: son trabajos principalmente en el sector informal.

“Gran parte de la informalidad se explica por la cultura de ilegalidad que hay en muchos sectores porque el Estado es tan débil que muchos empleadores, con capacidad de formalizar su actividad y cumplir los compromisos del Código Sustantivo del Trabajo, no lo hacen porque están seguros de que nadie los va a intervenir, vigilar y, menos, castigar”, sostiene Vásquez.

“Todavía tenemos unas de las tasas de informalidad más altas de América Latina junto con Bolivia”. Hugo López, docente de EAFIT.

En ese contexto, el asesor de la ENS afirma: “si uno analiza otros indicadores como la tasa de afiliación y la tasa de cotizantes al régimen pensional, se da cuenta de que esta no se incrementa, se mantiene en el 34 por ciento. Lo mismo ocurre con la población afiliada al sistema de riesgos y la población afiliada al régimen de cesantías. No crecen o crecen marginalmente”.

Para Luis Alejandro Pedraza, presidente de la Central Unitaria de Trabajadores (CUT), la situación actual del empleo en Colombia es la que reconoció

“En el agregado de las cuatro ciudades principales del país (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla) el empleo formal viene cayendo este año y su crecimiento anual, que había sido de 5 por ciento en 2014, se redujo a 0,9 por ciento en el segundo trimestre de 2015. Mientras que el empleo informal, cuyo crecimiento anual apenas había sido del uno por ciento en 2014, estaba creciendo en el segundo trimestre de 2015 al 3 por ciento”. Hugo López, docente de EAFIT.



Foto: Robinson Henao

La aceleración de la inflación ha tenido un impacto en el mercado laboral. Por ejemplo, ha golpeado al salario de los trabajadores menos educados formales y ha fomentado el subempleo, entre otros aspectos.

el Gobierno Nacional en la pasada Conferencia de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) cuando el país suscribió un memorando de intención para mejorar las condiciones laborales en el país.

“El Gobierno Nacional reconoce que el 77 por ciento del empleo en el sector público y estatal, y el 58 por ciento del empleo privado, es tercerizado, precario y sin posibilidades de acceso a los derechos de negociación colectiva u organización sindical. Además, el 37 por ciento de los jóvenes no tienen acceso a un empleo decente”, puntualiza Pedraza.

Por eso, sobre dicho memorando de intención, el presidente de la CUT explica que “una cosa es decir que hay empleo estable y otra aclarar que este, en alto porcentaje, es no decente”.

## ¿Qué está pasando?

Para el investigador Hugo López, la economía colombiana ha experimentado los efectos de la desacele-

ración mundial de la economía, especialmente por China, y por eso era imposible que el mercado laboral no sufriera ese impacto.

En el vecindario América Latina anda en crisis y mientras Colombia espera crecer un poco menos de 3 por ciento, países como Argentina o Brasil están decreciendo.

El 77 por ciento del empleo en el sector público y estatal, y el 58 por ciento del empleo privado, es tercerizado y precario”. Luis Alejandro Pedraza, presidente de la Central Unitaria de Trabajadores (CUT).

Para acabar de ajustar, el Banco de la República está subiendo las tasas de interés para poder controlar la inflación que desvela a la entidad. “Esa aceleración de la inflación ha tenido un impacto en el mercado laboral”, sostiene el profesor López.

El impacto se ha traducido en que, de una parte,



Colombia suscribió un memorando de intención con la OIT, pero “una cosa es decir que hay empleo estable y otra aclarar que este, en alto porcentaje, es no decente”. Luis Alejandro Pedraza, presidente de la CUT.

han bajado los salarios reales y, en particular, el salario mínimo real está bajando. También ha golpeado al salario de los trabajadores menos educados formales y ha fomentado el subempleo. “Todo el empleo de este año [2015] se ha creado con trabajadores sin educación superior, que ayuda a que el empleo aumente a 12 por ciento”, acota el docente de EAFIT.

## Crece el subempleo

El empleo profesional también está cayendo y el salario de los egresados de todas las universidades también ha bajado. “Estos muchachos que piden salarios altos no quieren trabajar por lo que les están pagando. Entonces la participación laboral, que es el grado que mide la búsqueda del empleo, ha bajado por el lado de los universitarios”, asevera Hugo López.

Él reconoce que el desempleo se ha mantenido

muy bajito y que en los últimos tres meses lo ha visto subiendo, especialmente en las grandes ciudades donde ya supera el 10 por ciento desestacionalizado.

El profesor eafitense destaca la estrategia del Gobierno de estimular la construcción para frenar la caída del empleo, pero advierte que Colombia y Bolivia tienen las tasas de informalidad más altas de América Latina. “Creo que Bolivia está mejor que nosotros: tenemos una informalidad mayor que la de ellos”, concluye.

**\*Serie no desestacionalizada:** serie original a la cual no se le ha eliminado el efecto estacional. Permite comparar evoluciones entre periodos sucesivos, libre del efecto de eventos que se repiten con alguna periodicidad en el año.

Fuente: Dane

<https://www.dane.gov.co/index.php/fondane/78-cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales>

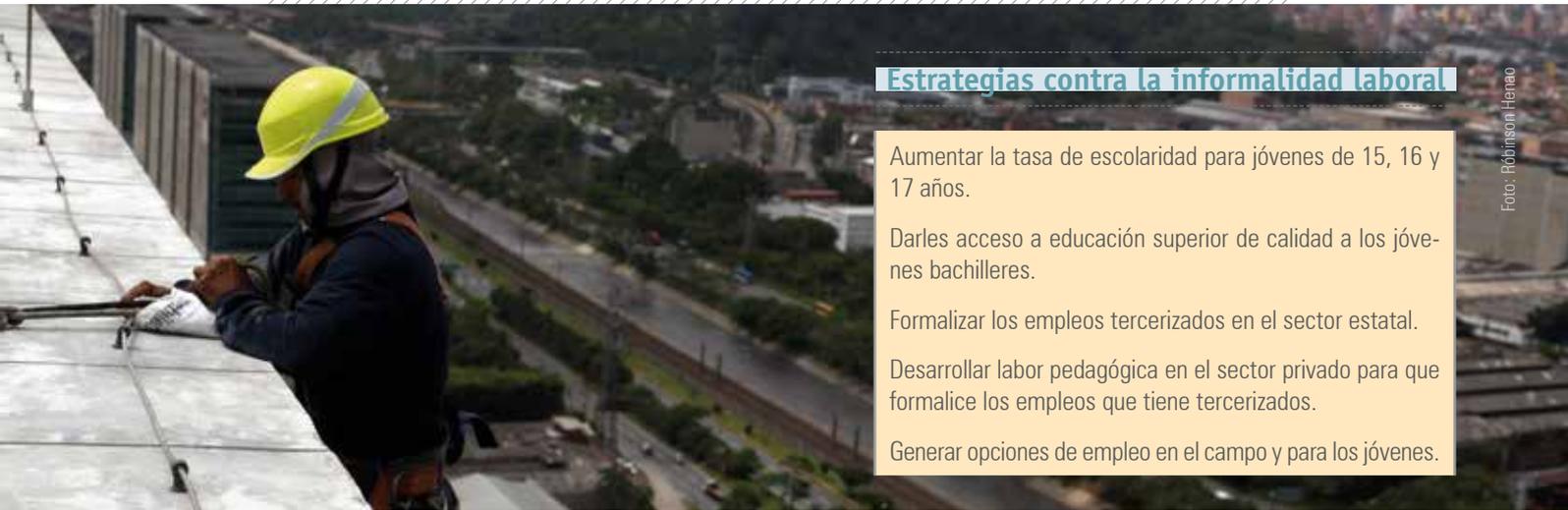


Foto: Robinson Henao

### Estrategias contra la informalidad laboral

- Aumentar la tasa de escolaridad para jóvenes de 15, 16 y 17 años.
- Darles acceso a educación superior de calidad a los jóvenes bachilleres.
- Formalizar los empleos tercerizados en el sector estatal.
- Desarrollar labor pedagógica en el sector privado para que formalice los empleos que tiene tercerizados.
- Generar opciones de empleo en el campo y para los jóvenes.

### Empleo formal principales ciudades

Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla



Fuente: Hugo López, docente de EAFIT

### Empleo informal principales ciudades

Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla



Fuente: Hugo López, docente de EAFIT



### + Investigadores

Hugo López Castaño

Economista, Universidad de Antioquia. Tiene estudios de posgrado en economía en el Institut d'études du développement économique et social (ledes), Université de Paris I (Francia). Es profesor de la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad EAFIT. Áreas de interés: microeconomía, macroeconomía, economía colombiana y economía laboral. Se ha desempeñado como gerente del Banco de la República (regional Medellín) y ha participado en el Departamento Nacional de Planeación en la formulación de estrategias para erradicar la pobreza.



# Soñar con computadores cuánticos

Gracias a los métodos para medir y manipular partículas cuánticas individuales, de formas que antes se consideraban inalcanzables, “es claro que algo pasará, tal vez será comunicación cuántica, de pronto una mejor forma de medir cosas o un sistema de GPS que pueda medir con mayor precisión de lo que podemos hacerlo ahora, otra posibilidad sería relojes atómicos”, explica el nobel Serge Haroche.

**Beatriz Elena García Nova**

Colaboradora

+ **Dos premios Nobel de Física, Serge Haroche y David J. Wineland, estuvieron en Medellín en 2015. El honor se debió a la celebración del Año Internacional de la Luz.**

Al hablar de avances científicos, el interés de los gobiernos y, en general, de la sociedad se centra comúnmente en el desarrollo de aplicaciones, de deslumbrantes innovaciones o aparatos vistosos. Sin embargo, para llevar a la realidad esos grandes inventos se requiere de muchos años de trabajo riguroso en ciencia básica.

De ahí que de esta última hayan surgido en el siglo XX, por ejemplo, tecnologías como el transistor, el láser, el sistema GPS y la resonancia magnética. Avances obtenidos gracias a investigadores más orientados a la ingeniería, quienes han logrado combinar los adelantos teóricos de la ciencia básica para obtener aplicaciones como estas.

Así lo destaca Serge Haroche, quien ganó el premio Nobel de Física en 2012 junto a David Wineland, gracias a los métodos que cada uno inventó para medir y manipular partículas cuánticas individuales de formas que antes se consideraban inalcanzables (ver el infográfico 'La física cuántica, en breve' y el recuadro 'Las razones del Nobel').

Y qué mejor para ilustrar la importancia de la ciencia básica que observar los trabajos de los dos nobel sobre la interacción entre la luz y la materia, quienes –en palabras del jurado de la Real Academia de las Ciencias de Suecia– “han abierto la puerta a una nueva era de la experimentación con la física cuántica al demostrar la observación directa de las distintas partículas cuánticas sin destruirlas”.

## Algunas hipótesis

A pesar de que nadie podría predecir la aplicación que tendrán estos avances investigativos, el estadounidense Wineland habla de computadores cuánticos. Aunque no es un experto en ciencias de la computación, cuenta que ha aprendido bastante acerca de los problemas que interesan a los científicos de esta área y reconoce la necesidad de la integración interdisciplinaria.

En este sentido, señala Wineland, los científicos de la computación alrededor de 1995 mostraron que si se logra crear el computador cuántico se tendría un modo eficiente de hacer factorización con grandes números, problemas que no podrían resolverse con un computador clásico. No en vano, construir una máquina de factorización causó mucho interés de financiación en este campo, en el que muchos académicos trabajan en la actualidad.

“Estamos tratando de usar nuestros sistemas atómicos para simular sistemas de interés, porque si tratamos de hacer las simulaciones de mecánica cuántica de sistemas que suponen muchas partículas como electrones, a los computadores se les acabaría la carga. Sin embargo, si podemos hacer así sea un computador cuántico relativamente pequeño, podríamos resolver este tipo de problemas”, explica el físico estadounidense.

Por su parte, expresa el físico francés Haroche: “es claro que algo pasará, tal vez será comunicación

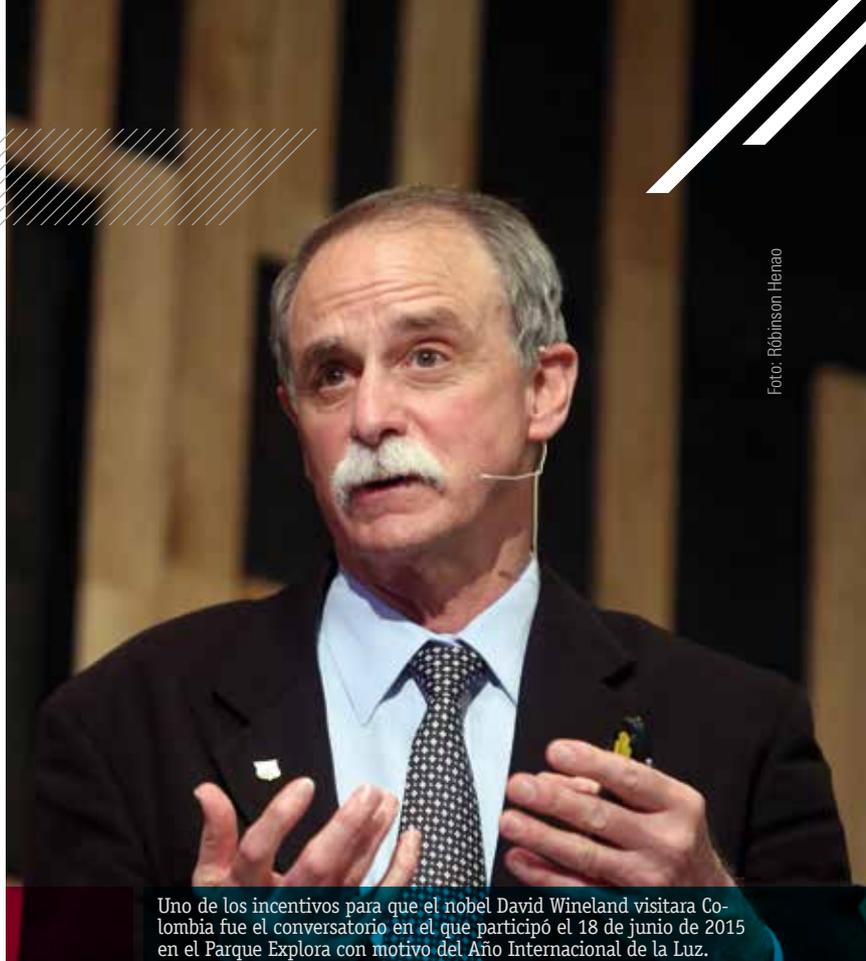


Foto: Robinson Henao

Uno de los incentivos para que el nobel David Wineland visitara Colombia fue el conversatorio en el que participó el 18 de junio de 2015 en el Parque Explora con motivo del Año Internacional de la Luz.

cuántica, de pronto una mejor forma de medir cosas o un sistema de GPS que pueda medir con mayor precisión de lo que podemos hacerlo ahora, otra posibilidad sería relojes atómicos”. Sin embargo, agrega, cuando se obtengan esas aplicaciones llegarán otras nuevas; por ejemplo, luego se harán mejores relojes cuánticos.

La física cuántica estudia y explica lo que ocurre con los átomos, sus núcleos y partículas elementales.

Aunque todavía falta tiempo para la creación de un computador cuántico –ellos no se atreven a decir cuánto–, por el momento “es posible implementar las ideas básicas necesarias para estos, pero hasta ahora los errores son muy grandes. Es difícil solucionar los problemas técnicos existentes”, explica Wineland.

Por eso estos físicos que se conocen desde los años 80, cada uno con su método para examinar, controlar y contar partículas individuales preservando su naturaleza mecánico-cuántica, resaltan que por sí solos no habrían logrado avanzar, que sería imposible sin sus grupos de investigación.

Así que en la misma línea, y desde sus respectivos continentes, cada uno con su equipo continuará trabajando con partículas cuánticas cada vez de forma más precisa, teniendo en mente que “no porque algo es posible, sucede”, como dice Haroche. Pero, eso sí, con el impulso de haber logrado ya una vez lo que antes se creía teóricamente imposible.

## La física cuántica, en breve

A diferencia de la física clásica, que aplica al mundo en gran escala, la cuántica aplica a todas las escalas. Precisamente esta última surgió al comenzar el siglo XX para responder a los problemas que no podían ser resueltos por medio de la física clásica.

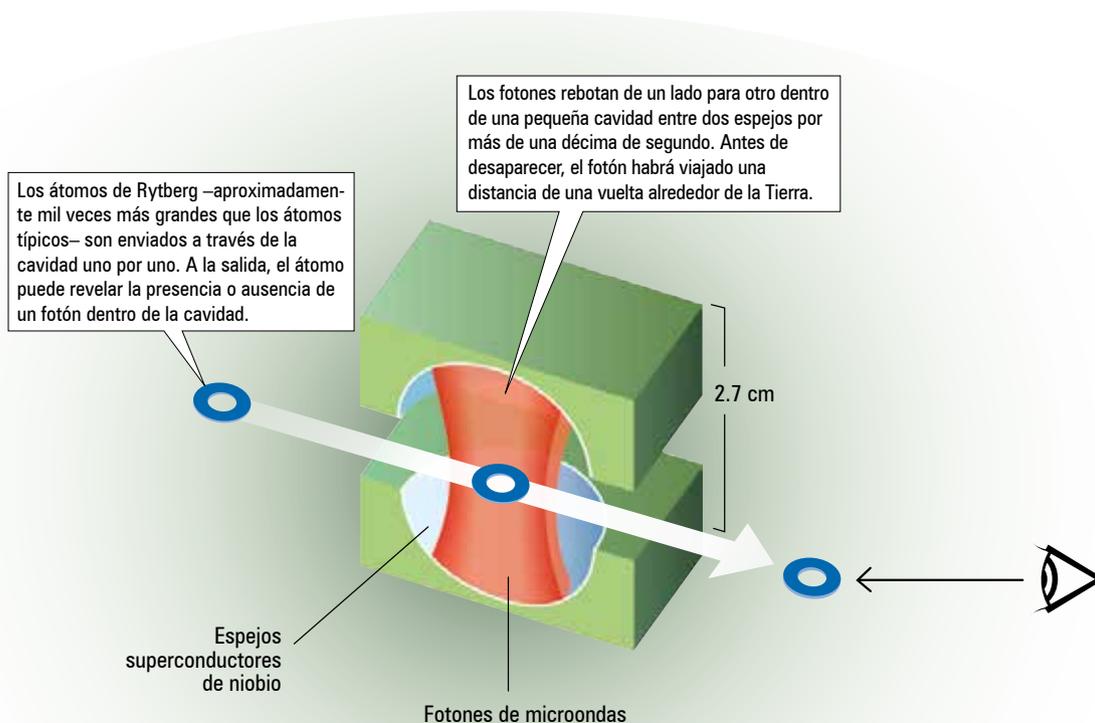
La física cuántica estudia y explica lo que ocurre con los átomos, sus núcleos y partículas elementales. Las partículas elementales son los componentes básicos de la materia, no están formados por partículas más pequeñas ni se conoce que tengan estructura interna.

\*"En el mundo cuántico, los átomos y los fotones" [partícula elemental responsable del fenómeno electromagnético] "obedecen a reglas que van en contra" de la experiencia diaria de las personas. "Por ejemplo, a ese nivel se cumple el principio de superposición, según el cual una partícula puede estar al mismo tiempo en dos lugares" o hacer dos cosas al mismo tiempo.

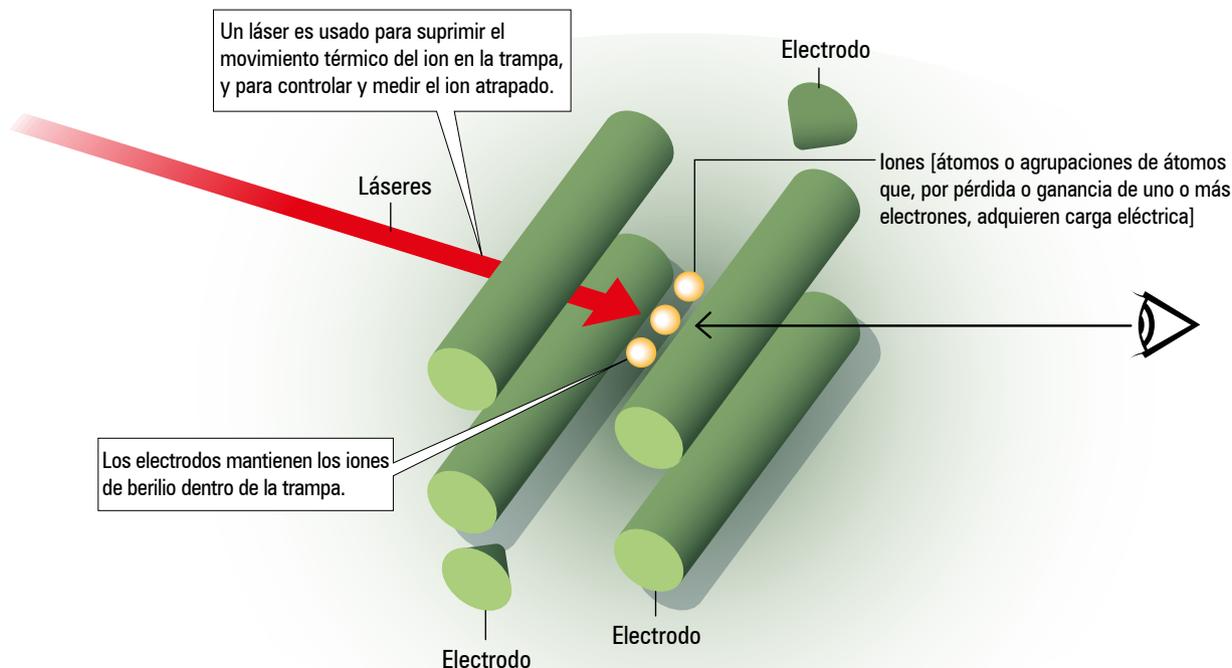
\*Referencia: artículo 'Una buena elección cuántica' de Alejandra Valencia, profesora de Física en la Universidad de los Andes, publicado el 7 de noviembre de 2012 en <http://www.uniandes.edu.co/noticias/ciencias/una-buena-eleccion-cuantica>.

## Las razones del Nobel

Así lucen los "revolucionarios métodos experimentales que permiten la medición y la manipulación de sistemas cuánticos individuales", por los que en 2012 la Real Academia de las Ciencias de Suecia otorgó a Haroche y a Wineland el Premio Nobel de Física.



La figura muestra cómo en el laboratorio de Serge Haroche, en París, al vacío y a una temperatura de casi cero absoluto, los fotones de microondas rebotan de un lado a otro dentro de una pequeña cavidad entre dos espejos. Los espejos son tan reflexivos que se puede mantener un solo fotón por más de una décima de segundo antes de perderlo. Durante su larga vida, muchas manipulaciones cuánticas pueden llevarse a cabo con el fotón atrapado sin destruirlo.



La figura muestra cómo en el laboratorio de David Wineland, en Boulder, Colorado, átomos o iones eléctricamente cargados logran mantenerse dentro de una trampa rodeada de campos eléctricos. Uno de los secretos tras el descubrimiento de Wineland es el dominio del arte de usar rayos de luz y generar pulsos láser. Un láser es usado para poner el ion en su más bajo estado de energía y así permitir el estudio del fenómeno cuántico con el ion atrapado.

Figuras tomadas de [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2012/popular-physicsprize2012.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2012/popular-physicsprize2012.pdf)

## Grandes teóricos, en físico

La visita a Medellín y a Bogotá de los dos premios Nobel de Física 2012, Serge Haroche y David Wineland, fue una de las actividades más destacadas del Año Internacional de la Luz durante 2015.

Para Wineland, uno de los incentivos para venir al país fue el conversatorio en el que participaron el 18 de junio de 2015 en el Parque Explora, que involucró estudiantes. La otra motivación fue porque la destacada científica colombiana Ana María Rey, a quien conoce desde hace un tiempo, también lo influenció para venir. Y no se decepcionó, dado que pudo conocer grupos que trabajan en óptica cuántica y ver que “hacen cosas muy buenas, hay buenos estudiantes y son muy entusiastas”.

Entre otras cosas, los invitados trajeron el claro mensaje sobre el papel fundamental que tiene el desarrollo de la ciencia básica en las sociedades, pues lamentablemente no en todos los países se le proporciona suficiente inversión.

De hecho, “en Estados Unidos, tal vez no en la misma escala, siempre es un problema convencer al gobierno de financiar investigaciones que no necesariamente tengan aplicaciones obvias”, dice Wineland, quien insiste en que, aunque no siempre sea fácil, es necesario convencer a los gobiernos de la necesidad de invertir en estudios en este campo.

## Los nobel

### Serge Haroche

Físico, PhD de la Universidad de París, profesor e investigador en The College de France. Su trabajo experimental: el control y medida de trampas de fotones. Es conocido por demostrar, en 1996, la decoherencia cuántica mediante la observación experimental, con colegas en la École Normale Supérieure.

### David Wineland

Físico de la Universidad de California, Berkeley, PhD en Física de la Universidad de Harvard. Investigador del National Institute of Standards and Technology y profesor de la Universidad de Colorado. Su trabajo experimental es sobre control y medida de átomos cargados, o iones, a través de su interacción con fotones.



# Regulación penal no es el único medio para combatir el fraude tributario

Claudia Bedoya Madrid

Colaboradora

+

Para que el Estado reciba oportunamente los ingresos que le corresponden, Ricardo Echavarría, profesor de Derecho en EAFIT, considera que se requieren otras sanciones diferentes a las penales, como el estatuto tributario o los mecanismos de sanción administrativa.

# DIAN®

## Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

Foto: Robinson Henao

Cuando un contribuyente omite su obligación de consignarle a la Dian el dinero que retuvo por concepto de IVA y retención en la fuente puede ir a la cárcel porque así lo establece el Código Penal colombiano.

En estos casos el agente retenedor, como se le conoce técnicamente, no consignó el dinero, pero el Estado conoce exactamente el monto de lo que ese contribuyente le adeuda.

Precisamente, porque es imposible ocultarle al Estado el monto de dicha obligación y negarse a responder por la consignación de los dineros retenidos, desde hace varios años el abogado Ricardo Echavarría Ramírez se ha dedicado a estudiar esta problemática.

*La protección a la hacienda pública en el derecho penal colombiano* es el nombre de la investigación de Echavarría, docente del Departamento de Derecho de EAFIT, en la que analiza el fraude a la

hacienda pública en Colombia y la regulación que se encarga de prevenirla y reprimirla, concretamente en el ámbito penal.

“Lo que hace el país es equivocado porque está disponiendo de todo el aparato jurídico (fiscales, jueces penales) para forzar un cobro que podría hacer el Estado por la vía administrativa”. Ricardo Echavarría.

Al respecto, este abogado penalista plantea que la estructura que tiene el país para proteger los ingresos del Estado no es adecuada para enfrentar el delito de omisión de agente retenedor.

Con base en el análisis jurídico sobre la protección a la hacienda pública, el docente afirma que el

+

país está recurriendo al derecho penal en situaciones en las que no debería ser necesario este recurso.

Por eso, para que el Estado reciba adecuada y oportunamente los ingresos que le corresponden, el profesor Echavarría considera que se requieren otros mecanismos diferentes al derecho penal para controlar el fraude a la hacienda, por ejemplo, los mecanismos de sanción administrativa.

De hecho, con base en los análisis comparados con países que tienen consagrados delitos tributarios como Alemania, España, Inglaterra, Estados Unidos, Chile y Perú, este abogado ha encontrado que la regulación requiere mucho más de lo que exige Colombia el delito de omisión de agente retenedor para justificar y legitimar la intervención del derecho penal.

## Ser o no ser delito

En este sentido, el investigador Humberto Lozano Sanabria, magíster de la Universidad Nacional de Colombia, cree que “el Código Penal colombiano debería sufrir una reforma en cuanto a la introducción de un título denominado hacienda pública en el que se sistematicen los delitos, como la omisión del agente retenedor o recaudador y la evasión fiscal, así como la necesidad de tipificar otras conductas que afectan un bien jurídico tan importante, no solo para el Estado colombiano, sino también para la sociedad”.

Lozano afirma además que “esto permitiría una mejor comprensión de los delitos señalados y el desarrollo de una doctrina, tanto de la parte general como de la especial del derecho penal, al igual que la introducción de la especialidad del derecho penal tributario en nuestro medio”.

La preocupación por la protección de la hacienda pública también desvela a Santiago Rojas, director de la Dian, quien tras varios esfuerzos realizados considera que el impuesto complementario de normalización tributaria, al concluir junio de 2015, permitió que los colombianos declararan activos por 2,8 billones de pesos y alcanzara un recaudo de 280.000 millones de pesos para consolidarse como un mecanismo efectivo para la lucha contra la evasión.

+

Al respecto, el profesor Echavarría considera que, en efecto, la intervención del derecho penal no puede suponer un costo mayor que el producido por la ejecución del delito. “Si fuera por el hecho de tener normas y penas altas, ya deberíamos vivir en una sociedad más segura que en la que vivimos”, acota.

## ¿Sancionan deudas?

La sanción penal a la defraudación tributaria debe suponer algo diferente a sancionar deudas. Por eso la clave está en el adecuado diseño de la legislación penal como uno, entre muchos, de los mecanismos de protección a la hacienda pública.

“En algunos casos, probablemente, sea más costoso tramitar el proceso penal que proceder con el cobro de cuentas”. Ricardo Echavarría.

“El hecho de responder afirmativamente a la pregunta de si el derecho penal debe intervenir para sancionar el fraude tributario porque es una conducta grave, no significa que se debe actuar de cualquier manera. Ahí es donde encuentro realmente insatisfactoria la situación que tenemos, no porque no deba ser delito defraudar al Estado y evadir impuestos, sino porque la estructura normativa para proteger esos ingresos debería ser distinta a la que hay por la vía del derecho penal”, afirma el investigador Echavarría.

El profesor advierte que en el caso del delito de omisión de agente retenedor hay un desequilibrio porque muchas veces algunas infracciones tributarias son más lesivas para los ingresos del Estado, que lo que supone dicha omisión.

“Algunas infracciones tributarias exigen elementos de ocultación o de fraude. En el delito de omisión de agente retenedor, generalmente lo que se sanciona es la no consignación de unos dineros que han sido retenidos por vía de IVA y retención en la fuente. Lo que hace el país es equivocado porque está disponiendo de todo el aparato jurídico (fiscales, jueces penales) para forzar un cobro que podría hacer el Estado por la vía administrativa”, concluye el investigador.

## Expertos tienen la palabra

La Comisión de Expertos para la Equidad y la Competitividad Tributaria, creada por el Gobierno Nacional para estudiar una reforma estructural, ha entregado dos informes. Sin embargo, hasta el momento no se han pronunciado sobre los mecanismos de sanción penal por defraudación.

Seguramente el curso de los acontecimientos obligará a los expertos a darle una mirada a la norma y a una práctica que se mantiene, en parte por inercia, pero el Congreso debe decir la última palabra.

+



## Investigador

**Ricardo Echavarría Ramírez**

Abogado, Universidad Pontificia Bolivariana (sede Medellín); especialista en Derecho penal, Universidad de Antioquia; magíster en Derecho penal y ciencias penales, Universidad de Barcelona, y doctor en Derecho penal y ciencias penales, Universidad Pompeu Fabra.



# *Llegó carta,* nueva serie radial científica

Mónica Vásquez  
Colaboradora

El diálogo entre dos niños que comparten respuestas, que investigadores de EAFIT y otras universidades brindan a preguntas planteadas por niños de todo el país, es el punto de partida para una iniciativa de divulgación científica.





+

Para José Ignacio Marulanda Bernal, doctor en Ingeniería Eléctrica y docente en el Departamento de Ciencias de EAFIT, la atmósfera es el conjunto de gases que rodea la Tierra para protegerla de los rayos del Sol en el día y evitar que el calor se escape en la noche.

Para María Isabel Cardona Ramírez, estudiante del Colegio Palermo de San José, se trata, en pocas palabras, de una cobija que evita que el planeta se queme y que lo mantiene confortable.

En la definición del investigador intervienen un cúmulo de conocimientos en cálculo diferencial, álgebra lineal, física moderna y teoría electromagnética, entre otras áreas del saber. En la de esta adolescente, que tiene catorce años y presenta la nueva serie radial de EAFIT *Llegó carta*, la mediación corre por cuenta de una curiosidad sin amarras y unas ganas inmensas de aprender y ayudar a otros niños y jóvenes a que comprendan, a través de metáforas e imágenes sencillas, conceptos que suelen permanecer encerrados en libros de ciencia.

*Llegó carta* es una iniciativa de la Universidad de los Niños EAFIT para hacer divulgación científica, mediante respuestas a interrogantes enviados al portal Red de las preguntas por niños y jóvenes de toda Colombia.

María Isabel y su compañero Jacobo Restrepo Vásquez son los conductores de este espacio cuya primera temporada consta de diez microepisodios (que duran entre tres y cinco minutos) y se emitirá a partir de marzo de 2016 a través de Acústica, la emisora web de EAFIT, la Red de las preguntas y en el sitio web [www.eafit.edu.co/ninos](http://www.eafit.edu.co/ninos).

Las preguntas que se seleccionan “tratan de abarcar diversas áreas del saber y, a partir de estas,

buscamos investigadores o expertos, bien sea de EAFIT o de otras universidades, que conozcan el tema y nos ayuden a dar respuesta. A ellos les pedimos que nos sugieran bibliografía complementaria, y estos insumos los transformamos en un guión radial”, explica Juan Felipe Araque Jaramillo, coordinador de comunicaciones de la Universidad de los Niños.

La serie radial de divulgación científica es una coproducción entre la Universidad de los Niños y la emisora virtual Acústica, dos proyectos destacados de EAFIT.

Pero el aporte de los investigadores y expertos no se limita a responder los interrogantes, por el contrario, ellos se involucran también en la revisión y ajuste de los guiones para que no se presenten imprecisiones conceptuales en el programa.

De hecho, investigadores como Juan Diego Jaramillo Fernández, doctor en Ingeniería de Estructuras, están siempre dispuestos “a aportar los contenidos académicos, participar en la planeación de algunas de las actividades, ayudar a preparar a los talleristas y, finalmente, conversar con los niños y jóvenes, para compartir nuestras experiencias y ayudarles a construir las respuestas a sus preguntas”.

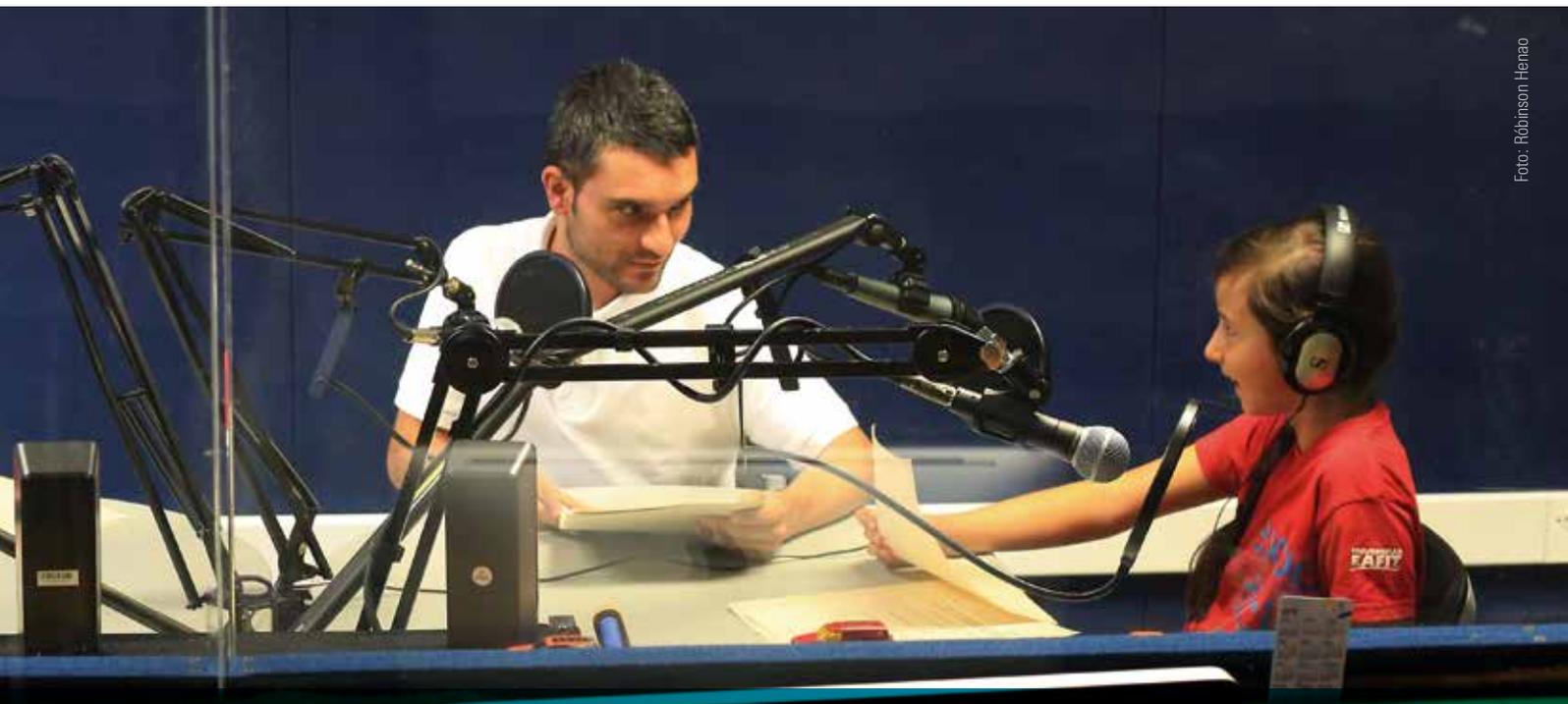


Foto: Robinson Henao

Jacobo Restrepo Vásquez y María Isabel Cardona Ramírez, conductores de la serie radial cuya primera temporada consta de diez microepisodios (que duran entre tres y cinco minutos). Los acompaña Juan Felipe Araque Jaramillo, coordinador de comunicaciones de la Universidad de los Niños.

## De igual a igual

Aunque durante el proceso de preproducción de *Llegó carta* se advierte a los científicos y colaboradores que las definiciones deben estar en un lenguaje que sea comprensible para el común de las personas, quienes concibieron esta iniciativa tienen claro que en su discurso no quieren subestimar la inteligencia ni la capacidad analítica de los pequeños radioescuchas.

Juan Felipe Araque es enfático al explicar que, en general, la filosofía de la Universidad de los Niños es la de cuidar muy bien que en la manera de comunicarse con su público, aunque se trate de niños y jóvenes, “no se infantilice nunca el discurso. A los profesores se les pide usar un lenguaje cotidiano, conservando por supuesto el rigor científico, pues son preguntas que se hacen los pequeños, pero que un adulto se planteó algún día o aún tiene y no ha podido responder”.

Sin embargo, el elemento lúdico está siempre presente: desde la concepción misma de la serie radial, que remite a un grupo de niños en fila coreando un bullicioso “¿para quién?” al anuncio de “¡llegó carta!”, hasta la cadencia del diálogo entre Jacobo e Isabel. Y es que mientras él comunica la respuesta del experto, ella se dedica a contrapreguntar y

confeccionar imágenes y metáforas para que los conceptos se hagan comprensibles, mientras que efectos sonoros de lluvia, cantos de grillos, golpes metálicos, entre otros, ayudan a ambientar las situaciones en la mente de quien escucha.

Este enfoque convierte a *Llegó carta* “en una iniciativa relevante, en la medida en que estamos buscando otros medios de comunicación para divulgar la ciencia. El formato web permitirá el acceso no solo a los niños que participan dentro del programa, sino a otros pequeños de la ciudad y del mundo. Además, es un formato bastante divertido, ameno y enfocado a que haya realmente más interés por ese tipo de iniciativas de comunicación de la ciencia”, puntualiza Ana Cristina Abad Restrepo, coordinadora general de la Universidad de los Niños.

En síntesis, para sus creadores se trata de un nuevo camino para dar a conocer la ciencia y hacerla más amigable y cercana a la gente, sumándose a una tendencia mundial que ha llevado a que pesadas teorías científicas se hagan comprensibles a través de obras de teatro, comedias en vivo, circos y museos interactivos, entre otras estrategias.



Jacobo Restrepo Vásquez es el otro conductor de la iniciativa radial de divulgación científica que se emitirá a partir de marzo de 2016 a través de Acústica, la emisora web de EAFIT, la Red de las preguntas y en el sitio web [www.eafit.edu.co/ninos](http://www.eafit.edu.co/ninos).

## Única en América Latina

En el ámbito de los medios de comunicación como herramientas para darle visibilidad a la ciencia, *Llegó carta* se inspira en el programa mexicano *La araña patona*. Sin embargo, aclara Juan Felipe, la propuesta de EAFIT es diferente “en términos de formato, estructura y estilo narrativo”. Este fue uno de los hallazgos, luego de rastrear desde México hasta Argentina las iniciativas radiales hechas por y para niños.

Por ahora, la primera temporada de *Llegó carta*,

La primera temporada consta de diez microepisodios y se emite a partir de marzo de 2016.

una coproducción entre la Universidad de los Niños y la emisora Acústica, se encuentra en etapa de postproducción, y desde ya se tiene planeado grabar una segunda temporada para ser lanzada en agosto de 2016. Si el programa es bien recibido y aumentan los radioescuchas en los sitios web [acustica.eafit.edu.co](http://acustica.eafit.edu.co) y [www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas](http://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas), la idea es producir dos temporadas por año e incrementar el número de capítulos en las mismas.

Al respecto, el optimismo recubre las palabras de Juan Felipe cuando anuncia los planes a largo plazo para esta serie radial científica: “vamos a estrenarla en la emisora Acústica, y nuestra intención es llevarla a otras emisoras del ámbito educativo, universitario, escolar y cultural de la ciudad”.

### Los temas

Cada microepisodio de *Llegó carta* comienza con una revisión de la base de datos de la plataforma Red de las preguntas, sitio web en el que se invita a niños y jóvenes a “sembrar” interrogantes relacionados con la ciencia para que los investigadores y profesores de EAFIT los respondan.

Luego, se hace una preselección entre las diversas áreas del conocimiento, desde las ciencias exactas hasta las humanas y sociales. Según la cantidad de preguntas, se busca que haya representación de cada área del saber: biología, tecnología, física, economía, sociología, entre otras. Los interrogantes que con mayor frecuencia se plantean tienen que ver con ingeniería, tecnología, astronomía y fenómenos físicos.

### Diez años con los niños

La Universidad de los Niños cumplió diez años (en 2015) de facilitarle a niños y jóvenes establecer una relación perdurable con el conocimiento y el saber investigativo y científico que se produce en EAFIT. Dicha relación se establece cuando los participantes asisten a los talleres, donde se encuentran con los investigadores y los estudiantes universitarios.

La iniciativa se inspiró en el libro *Una universidad para los niños: ocho científicos explican a los niños los grandes enigmas del mundo* de la Universidad Eberhard-Karls de Tübingen (Alemania). En esta publicación ocho ganadores del Premio Nobel respondieron interrogantes de los niños. Desde entonces, niños y jóvenes de colegios oficiales y privados visitan la Universidad para acercarse a la ciencia desde la pregunta, el juego, la conversación y la experimentación.



### Investigadores

#### Ana Cristina Abad Restrepo

Comunicadora Social Periodista, Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín); especialista en Semiótica de la interacción comunicativa, Universidad EAFIT, y magíster en Estudios Avanzados en Comunicación con énfasis en comunicación de la ciencia, Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (España). Fue jefa del Departamento de Comunicación y Cultura de EAFIT durante 11 años, en los cuales desarrolló las líneas y políticas institucionales relacionadas con la gestión cultural y los procesos comunicacionales de la Universidad. Desde 2005 es la coordinadora general del programa Universidad de los Niños EAFIT.

#### Juan Felipe Araque Jaramillo

Comunicador Social con énfasis en Educación, Fundación Universitaria Luis Amigó. Desde 2012 se integró al equipo de trabajo de la Universidad de los Niños EAFIT, como asistente en el área de Comunicaciones, donde ahora coordina esta área. En 2014 coordinó el proyecto interuniversitario *Con la ciencia en la cabeza, ¡el radiality!*, primera serie radial en formato *reality* de Colombia, con énfasis en comunicación y divulgación científica, cofinanciada por Colciencias y EAFIT.



Foto: Robinson Henao

Los integrantes de Inmotion Group: Santiago Pérez Cardona, gerente e ingeniero mecánico (EAFIT); Mauricio Fernández Montoya, consultor especialista en mecatrónica y estudiante de la maestría en Ingeniería (EAFIT); Juan Carlos Hernández Pérez, jefe de diseño y magíster en Ingeniería (EAFIT); Manuela Calle Escobar, jefa de mercadeo y magíster en Ingeniería (EAFIT); Mauricio Aramburo Londoño, jefe de producción y estudiante de la maestría en Ingeniería (EAFIT); David Jaramillo Saldarriaga, coordinador de proyectos e ingeniero de Diseño de Producto (EAFIT), y José Miguel Correa Montoya, coordinador de electrónica e ingeniero electrónico (Universidad de Envigado).

# Innovación impulsa el pedaleo

Alejandro Arboleda Hoyos  
Colaborador

+ La *spin off* Inmotion Group, la Universidad EAFIT y Ruta N brindan una solución sostenible para los ciclistas que se movilizan por laderas.

Subir en bicicleta por las laderas de las comunas 8 (Villa Hermosa), 14 (El Poblado) y 16 (Belén) de Medellín es una ardua misión diaria para quienes transitan en estos vehículos y una de las 1.893 necesidades expresadas por los líderes comunitarios de Medellín en la convocatoria del programa Comuna Innova, de Ruta N.

Mediante votación virtual en la plataforma llamada Mimedellín, los ciudadanos eligieron 21 necesidades en esta convocatoria que busca transformar la ciudad a través de procesos de innovación para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Al enterarse de dicha convocatoria, la *spin off* Inmotion Group de la Universidad EAFIT decidió apostarle a este reto, que se ajusta a su orientación por la movilidad, con la propuesta para desarrollar un kit que asistiera el pedaleo de los ciclistas que habitan en los sectores mencionados.

Comuna Innova recibió 1.893 ideas en total, de las 16 comunas y corregimientos de Medellín. Entre ellas salió elegida la propuesta de Inmotion Group.

Aunque, en primera instancia, el programa Comuna Innova optó por la opción de construir rieles en las laderas para movilizar a los ciclistas junto con sus vehículos, esta propuesta no fue viable debido a la necesidad de construir infraestructura.

Al final, por cuestiones de maniobrabilidad, facilidad de uso y viabilidad, los coordinadores del programa decidieron apoyar la propuesta de Inmotion Group para crear el dispositivo de pedaleo para las bicicletas, por ser el indicado debido a sus características portátiles.

## Analizar las laderas

Una vez elegida la propuesta, Inmotion Group, Ruta N y la Universidad EAFIT comenzaron su desarrollo de manera conjunta con el trabajo de campo.



Foto: Robinson Henao

La Universidad EAFIT, Inmotion Group y Ruta N produjeron un kit para asistir el pedaleo en algunas de las laderas de las comunas 8 (Villa Hermosa), 14 (El Poblado) y 16 (Belén) de Medellín.

“El análisis del contexto es lo primero que hicimos en esta etapa, para que el dispositivo tuviera cabida y lograra subir las pendientes requeridas”, apunta Manuela Calle Escobar, jefa de mercadeo de Inmotion Group.

De esta manera, hicieron un mapeo de las laderas para recolectar datos en cada punto analizado y, así, establecieron las condiciones necesarias para el funcionamiento del sistema.

Con ese mapeo registraron los recorridos de los ciclistas en las comunas mencionadas para determinar la fuerza y el nivel de asistencia necesario, según las inclinaciones en las vías. Con base en esto procedieron a construir un sistema capaz de responder a dichos requerimientos.

## Factor diferenciador

A partir del análisis de los datos recolectados, los investigadores identificaron las variables que influían en el correcto funcionamiento del sistema. De esta



manera, desarrollaron algunos elementos valiosos, como el control del dispositivo.

Este control mide simultáneamente la inclinación y la cadencia con la que se pedalea. El sistema analiza estas variables para asistir el pedaleo y hacer más eficiente el desplazamiento de los ciclistas al subir vías inclinadas.

Una vez lista la solución, evaluaron las diferencias de la tecnología desarrollada frente a la que circula en el mercado mundial. “Los sistemas similares al nuestro, que hoy existen en el mercado, utilizan el mismo principio funcional (la fricción), pero no están hechos para subir las pendientes de Medellín”, asegura Manuela Calle.

Una vez el ciclista instala el kit, el sistema identifica el tipo de bicicleta (de ruta o de pista), el lugar de la ciudad donde está y la potencia que debe aportar.

Lo innovador de este kit de asistencia al pedaleo, que funciona con una batería portátil recargable con energía eléctrica, radica en que el sistema identifica el tipo de bicicleta (de ruta o de pista) en que se instala y en que geolocaliza el lugar de la ciudad donde está ubicado. De esta manera, determina los grados de la pendiente y calcula la potencia que debe aportar este dispositivo, que tiene la capacidad de cuadruplicar la fuerza que hace el ciclista durante el recorrido.

## Proyección que avanza +

Este proyecto cuenta con el respaldo académico del Grupo de investigación en Ingeniería de Diseño (Grid) de EAFIT, al que está asociado Inmotion Group como *spin off* universitaria.

“Hasta ahora el alcance del proyecto nos permite llegar a seis ciclistas, pero la idea es encontrar una forma de hacerlo de manera masiva, para que llegue a muchas más personas”, asevera Sara Hernández Hernández, líder de transferencia de Tecnología y Conocimiento del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de EAFIT.

Con este tipo de proyectos, la Universidad EAFIT e Inmotion Group siguen demostrando su intención de sacar la investigación de los laboratorios para llevarla a la sociedad, pues este es uno de los propósitos de la Institución y de la empresa.



Inmotion Group es una *spin off* constituida en 2014 que desarrolla soluciones para la movilidad sostenible, con un producto ciento por ciento colombiano.

+ “Participamos en este tipo de convocatorias públicas como parte de lo que hacemos todo el tiempo, ya que para nosotros no hay un vínculo más fuerte que universidad, empresa y Estado para aportarle a la sociedad”, concluye Mauricio Aramburo Londoño, jefe de producción en Inmotion Group.

Por ahora, el reto de esta *spin off* es que esta solución tecnológica sea un modelo replicable de movilidad sostenible en el ámbito nacional.



## Investigadores

### Santiago Pérez Cardona

Ingeniero mecánico, Universidad EAFIT. Gerente de Inmotion Group.

### Mauricio Aramburo Londoño

Ingeniero de Diseño de Producto, Universidad EAFIT. Es jefe de producción en Inmotion Group.

### Juan Carlos Hernández Pérez

Ingeniero de Diseño de Producto y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Es jefe de diseño en Inmotion Group.

### Manuela Calle Escobar

Ingeniera de Diseño de Producto y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Es jefa de mercadeo en Inmotion Group.

# + Andrés Agudelo Toro, entre robots y macacos



Mano de un macaco Rhesus (*Macaca mulatta*) en entrenamiento. Fuente: Andrés Agudelo Toro / Deutsches Primatenzentrum GmbH

**Jonathan Andrés Montoya Correa**

Periodista del Área de Información y Prensa

La investigación neuronal con primates puede significar un gran avance para las personas con problemas motrices. Este egresado eafitense participa en un proyecto que busca, a partir de la robótica y la experimentación con macacos, proveer soluciones que mejoren la calidad de vida de pacientes que presentan estas dificultades en las manos.

Andrés Agudelo Toro vive en su propio planeta de los simios, pero a diferencia de la famosa franquicia cinematográfica de los años sesenta, este eafitense no tuvo que viajar a una galaxia lejana para relacionarse con los antepasados del hombre, sino hasta Gotinga (Alemania), donde diariamente se encuentra rodeado por más de 1.400 monos que habitan el Centro Alemán de Primates.

El Centro Alemán de Primates investiga con cerca de 1.400 monos de diferentes especies y en campos tan diversos como la salud o las interacciones sociales.

A este instituto (DPZ por su sigla en alemán) llegó, en 2013, para desempeñarse como investigador de asuntos neuronales relacionados con estas especies, específicamente en lo que se refiere al movimiento de los dedos de las manos y su representación en el cerebro.

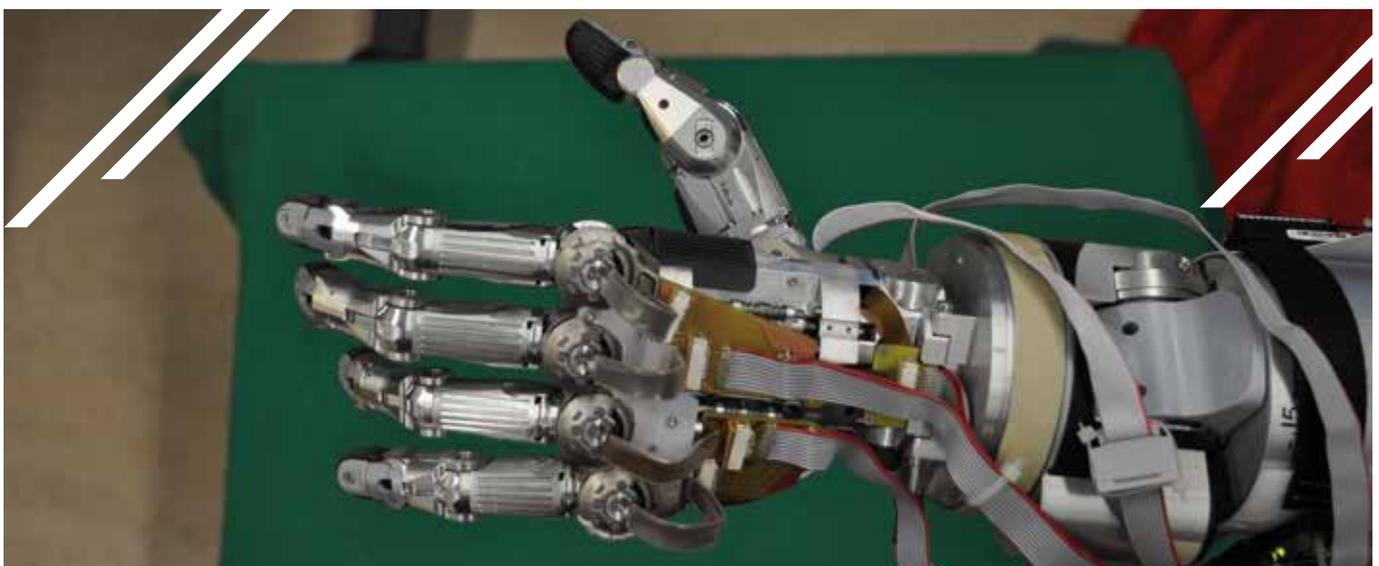
“Muchos laboratorios en el mundo han descifrado cómo movemos nuestros brazos, pero el movimiento de los dedos, que es mucho más complejo, sigue siendo un interrogante. Incluso, todavía se desconocen las partes específicas de la corteza ce-

rebral que se dedican a estos movimientos”, explica este egresado de Ingeniería de Sistemas de EAFIT.

Por esa razón, Andrés se enfoca en entender el código y el lenguaje que usa el cerebro para generar el movimiento necesario para sostener, por ejemplo, una manzana. Todo esto gracias a un robot que representa dicha capacidad en un primate.

“La idea es que a través de los monos, que tienen movimientos muy parecidos a los de los humanos, podamos controlar directamente este robot. En eso ya hemos logrado avances y, en este momento, podemos obtener una predicción de hasta el 90 por ciento en el tipo de agarre que el mono está planeando hacer, basándonos solamente en señales de su cerebro”, puntualiza el científico.

Todos los días Andrés se desplaza muy temprano hasta las instalaciones del DPZ, ubicado en uno de los campus de la Universidad de Gotinga, para reunirse con uno de los monos macacos que entrena. Su trabajo, como él mismo lo describe, consiste en enseñarle al animal a realizar una tarea manual, que se convertirá en insumo principal para los experimentos posteriores.



Mano robot de la empresa alemana SCHUNK GmbH & Co. Fuente: Andrés Agudelo Toro / Deutsches Primatenzentrum GmbH

Cada uno de estos primates tiene implantada una serie de electrodos en su cerebro que les permite al eafitense y a sus colegas del DPZ realizar una lectura de la actividad neuronal.

“De esta manera, cuando ellos ejecutan una tarea, simultáneamente los datos de su cerebro están siendo decodificados. Lo que puede parecer algo muy sencillo, puede tomar en ocasiones toda una mañana”, apunta el investigador, quien también está encargado de la alimentación y la higiene de los simios que tiene bajo su responsabilidad.

Cada uno de los experimentos de Andrés Agudelo con los macacos puede producir hasta 50 gigabytes de información, que luego pasan a ser procesados y analizados.

En las horas de la tarde, Andrés se dedica a analizar los datos, una labor que combina con el compromiso de mejorar o reparar los equipos que se usan para los experimentos. “El trabajo con los monos es muy divertido y entretenido, pero ellos siempre hacen de las suyas con los equipos”.

El ingeniero de sistemas de EAFIT afirma que un solo experimento de estos puede producir hasta 50 gigabytes de información, que luego pasan a ser procesados. Para esta labor, sus conocimientos en el área de programación también le han sido de utilidad, pues también desarrolló un decodificador que funciona en tiempo real.

“Básicamente traduce en cuestión de milisegundos la actividad de cientos de neuronas del mono a funciones que pueden ser ejecutadas por el robot”, acota Agudelo.

Las manos es una de las principales formas de comunicación e interacción con el mundo. Por eso, entender cómo se representa su funcionamiento en el cerebro sería, por sí mismo, un gran avance científico que podría beneficiar a un gran número de personas con problemas de movilidad.

“En muchos de los casos en los que las personas pierden la capacidad de mover las manos, el cerebro permanece intacto. Lo que buscamos con la experimentación con primates es encontrar la manera de leer las intenciones de movimiento y poder proveer alternativas para mejorar la calidad de vida de estos pacientes”, señala Andrés.

+

## El cerebro humano: un misterio por descifrar

El funcionamiento del cerebro humano sigue siendo un misterio. Esta masa de un poco más de 1.000 centímetros cúbicos y 1.5 kilogramos de peso representa un importante motivo de estudio alrededor del mundo, pues es la responsable de toda la motricidad del cuerpo humano, además de otras funciones primordiales para la subsistencia.

Ese es el principal eje de trabajo del DPZ (abreviación de Deutsches Primatenzentrum, en el que se investiga desde el estudio de las enfermedades que afectan al ser humano y asuntos de neurociencia, hasta la comunicación e interacción social de primates.

También es un espacio privilegiado por su ubicación en Gotinga, una ciudad en la que se encuentra no solo la principal universidad de la región, sino cinco institutos de la red Max Planck, la organización de investigación de ciencias básicas más destacada del país teutón.

El campo de investigación de Andrés se enfoca en los dedos de la mano, con la intención de proveer alternativas para pacientes con afecciones motrices en esta parte del cuerpo.

A ese centro llegó Andrés, en 2013, para ocupar una posición posdoctoral. Todo esto ha hecho que el eafitense considere a Alemania ideal para su desempeño y crecimiento como investigador. “Creo que en lo que se diferencia de Colombia es en el gran soporte que ofrece el Gobierno a la investigación pura y aplicada”, expresa.

Andrés se refiere a su trayectoria investigativa como un recorrido “no muy lineal”, pero que lo ha dejado explorar las diferentes áreas en las que se ha formado. Su trabajo, por ejemplo, ha variado entre los campos de la educación a distancia, la robótica y, actualmente, el de la neurociencia y la experimentación con los monos.

Precisamente, es este último el que le ha permitido integrar los conocimientos de su formación como ingeniero de sistemas y magíster en Mate-



Brazo robótico WAM de la compañía americana Barrett Technology Inc. Fuente: Thomas Steuer / Deutsches Primatenzentrum GmbH

## Investigador

Andrés Agudelo Toro

Para alcanzar su meta profesional de trabajar en la evolución de la interfaz entre cerebro y máquina, desde las perspectivas de la ingeniería, Andrés Agudelo Toro ha transitado un amplio camino académico que abarca la programación, la simulación y la robótica.

Su trabajo actual se encuentra respaldado por su formación académica, por una pasantía en informática en la Universidad Rutgers (Nueva Jersey, Estados Unidos) y por la posición posdoctoral que ocupa en el DPZ, donde trabaja en la creación de una interfaz decodificadora en tiempo real para controlar una prótesis de mano, a partir de la experimentación con simios.

En su paso por EAFIT fue joven becario Andi y además obtuvo la beca de honor para sus estudios de posgrado. Así mismo, obtuvo la mención de honor a la mejor tesis en 2008, año en el que se desempeñó como Joven Investigador de Colciencias en el campo de sistemas dinámicos y de control.

Sus artículos académicos han sido publicados en revistas indexadas internacionales como *Plos One*, *Journal of Neural Engineering* y *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, entre otras.

máticas aplicadas de la Universidad EAFIT, y como doctor en Neurociencia computacional del Instituto Max Planck.

“Uno necesita de todo un poco, porque es un trabajo que demanda creatividad y preparación. En mi caso, tener la capacidad de reducir algunas de las funciones del cerebro a ecuaciones matemáticas me permite predecir cómo funcionaría el sistema en otras condiciones”, explica el científico.

Se trata de un compromiso investigativo que agradece de su paso por EAFIT, a la que atribuye un ambiente de formación apropiado no solo para este campo, sino también para el emprendimiento.

“Tuve la oportunidad de interactuar directamente con profesores que habían trabajado e investigado en el exterior. Fue una experiencia que me abrió los ojos y me ayudó a darme cuenta de que era posible hacer investigación avanzada con lo que aprendemos en Colombia, y que aquí también sería posible si tuviéramos los recursos”, concluye.



Bienvenida a los estudiantes y clubes participantes del Campamento de Parques y Ciudades Educativas, realizado en el Jardín Botánico de Medellín.

# Niños de Antioquia aprenden matemáticas con metodología de EAFIT



Foto: Robinson Henao

**Mónica Vásquez**

Colaboradora

**La Universidad de los Niños EAFIT implementa su metodología de aprendizaje en el Proyecto de Matemáticas para la Subsecretaría de Parques Educativos de la Gobernación de Antioquia.**

Romper el paradigma de que las matemáticas son un tema complejo y aburrido es el reto emprendido en 2015 por la Universidad de los Niños EAFIT, cuya metodología de aprendizaje, basada en el juego, la experimentación, la pregunta y la conversación fue implementada en 37 municipios de Antioquia.

El Proyecto de Matemáticas, propuesta piloto desarrollada por la Universidad de los Niños EAFIT para la Subsecretaría de Parques Educativos de la Gobernación de Antioquia, consta de dos componentes. El primero se enmarca en la jornada única escolar en Colombia, una iniciativa del Ministerio de Educación Nacional que, entre otros aspectos, le apunta a fortalecer las áreas de matemáticas, ciencias y lenguaje, al pasar de cuatro, cinco o seis, a ocho horas diarias de clase. La prueba piloto nacional comenzó a finales de 2014 en Antioquia, Cundinamarca, Huila, Valle, Chocó, Santander y San Andrés Islas, con 60 mil estudiantes de los grados 10 y 11.

El segundo componente hace parte de la estrategia de Clubes de Parques y Ciudades Educativas propuesta por la Gobernación de Antioquia para motivar el interés de los estudiantes por estas mismas áreas.



Foto: Robinson Henao

Karina María Holguín Builes, dinamizadora de la Universidad de los Niños EAFIT, imparte las instrucciones de los desafíos matemáticos a un equipo del club.

El Proyecto de Matemáticas se crea para fortalecer las habilidades en esta área por parte de los estudiantes de educación básica y media del departamento, e incluye la formación a maestros de la jornada única en matemáticas y el acompañamiento a los clubes de matemáticas.

Para la jornada única se contrataron maestros adicionales, dedicados a apoyar a los estudiantes durante dos horas complementarias de clase con la metodología de aprender haciendo, asegura Ana María Jaramillo Escobar, coordinadora de proyectos de la Universidad de los Niños EAFIT.

Los clubes matemáticos impactan a 750 estudiantes de Antioquia que han asistido, por lo menos, a uno de los talleres.

De esa jornada de refuerzo se encargan: la Universidad de los Niños, de matemáticas; el Parque Explora, de ciencias, y la Red de Lenguaje y la Universidad de Antioquia, de lenguaje.

Para llevar a los alumnos de la jornada única a la metodología de la Universidad de los Niños, primero fue necesario capacitar a los 16 maestros que hacen parte del proyecto, quienes tuvieron en EAFIT una semana de formación (27 al 31 de julio de 2015)

con 10 talleres de estrategias pedagógicas innovadoras en matemáticas para replicar en el aula de clase.

Al regresar a sus municipios, los maestros recibieron acompañamiento virtual y fueron visitados por el equipo de trabajo del proyecto para observar la ejecución de dichas clases.

## Clubes matemáticos

Para Juan Camilo Varela Jaime, estudiante del grado once de la Institución Educativa Liceo Caucasia, a diferencia de las clases regulares, el club de matemáticas permite que el conocimiento se transfiera de una manera más didáctica, por medio del juego.

“Los talleres nos dan la posibilidad de ampliar los conocimientos y compartir con otros estudiantes a los que les gustan las matemáticas”, menciona Juan Camilo, uno de los 750 jóvenes de 31 municipios de Antioquia que, de manera voluntaria, conformaron los 49 clubes matemáticos direccionados por la Universidad de los Niños, cuyo objetivo es mejorar las habilidades de los jóvenes e invitarlos a conocer nuevas maneras de acercarse a las matemáticas.

A pesar de que, señala Ana María, al principio algunos de los jóvenes no demostraron interés por

las matemáticas, luego quisieron descubrir otra faceta de estas y aprenderlas de manera diferente. No obstante, sostiene que otros estudiantes ingresaron a los clubes por tener un interés marcado por esta área y por buscar nuevas maneras de formarse.

**En la jornada única se benefician 3.808 estudiantes de 16 municipios antioqueños.**

“En el club nos han enseñado a ver las matemáticas de otra forma, y hemos hecho talleres muy lúdicos, lo que nos motiva a que no veamos las matemáticas de una forma tan aburrida como la hacían ver anteriormente, sino que nos guste más”, anota Stefania González García, estudiante de la Institución Educativa Ignacio Botero Vallejo de El Retiro, Antioquia.

La estrategia consta de ocho talleres en los municipios, cada uno de cuatro horas, conformados por entre 10 y 15 participantes de los grados octavo a once. Ellos son dirigidos por 12 dinamizadores, estudiantes universitarios y profesionales de diversas áreas del conocimiento, quienes son formados por la Universidad de los Niños “para acercar a los jóvenes al conocimiento de una manera experimental y dinámica”.

Adicionalmente, los clubes recibieron acompañamiento virtual a partir de unos desafíos diseñados

por la Universidad de los Niños, publicados en la plataforma de Antioquia Digital.

Estas actividades fueron resueltas por los estudiantes y sometidas a una evaluación, cuyo puntaje les permitió concursar para participar en el Campamento de Parques y Ciudadelas Educativas realizado en el Jardín Botánico de Medellín, del 16 al 18 de octubre de 2015, con 570 jóvenes pertenecientes a los clubes de lenguaje, ciencias y matemáticas.

El proyecto inició el 9 de julio de 2015 con la firma del contrato entre EAFIT y la Gobernación de Antioquia; del 27 al 31 de julio se realizó la formación de maestros de la jornada única, y desde agosto hasta el 13 de noviembre de 2015 se realizaron los talleres.

**Mediante investigación aplicada se implementó la estrategia de clubes de matemáticas y formación en herramientas pedagógicas a maestros de esta área.**

“La expectativa es realizar un ejercicio de transferencia metodológica donde se logre, por medio de la metodología de la Universidad de los Niños, mejorar los procesos de enseñanza de las matemáticas, y

+



Ana María Jaramillo Escobar, coordinadora del programa de clubes matemáticos y jornada única de la Universidad de los Niños EAFIT, da indicaciones a los estudiantes sobre el desafío, en el que participaron 570 jóvenes de los clubes.

Foto: Robinson Henao



Foto: Robinson Henao

Estudiantes integrantes de los clubes, durante el Campamento de Parques y Ciudades Educativas, realizado entre el 16 y 18 de octubre.

apoyar el trabajo que adelanta la Red de Matemáticas del departamento”, refiere Juan Esteban Quiñones Idárraga, profesional universitario de la subsecretaría de Parques de Ciudades Educativas de la Gobernación de Antioquia.

En su opinión, esta ha sido una estrategia exitosa en la que se han logrado desarrollar los procesos pedagógicos diferenciales, que hacen parte del espíritu de los Parques de Ciudades Educativas, y donde ha sido clave la alianza entre la universidad y el Estado, para aprovechar ese recurso metodológico de la Universidad de los Niños por medio de la enseñanza e investigación como estrategia pedagógica que aporte al mejoramiento de la calidad de la educación.

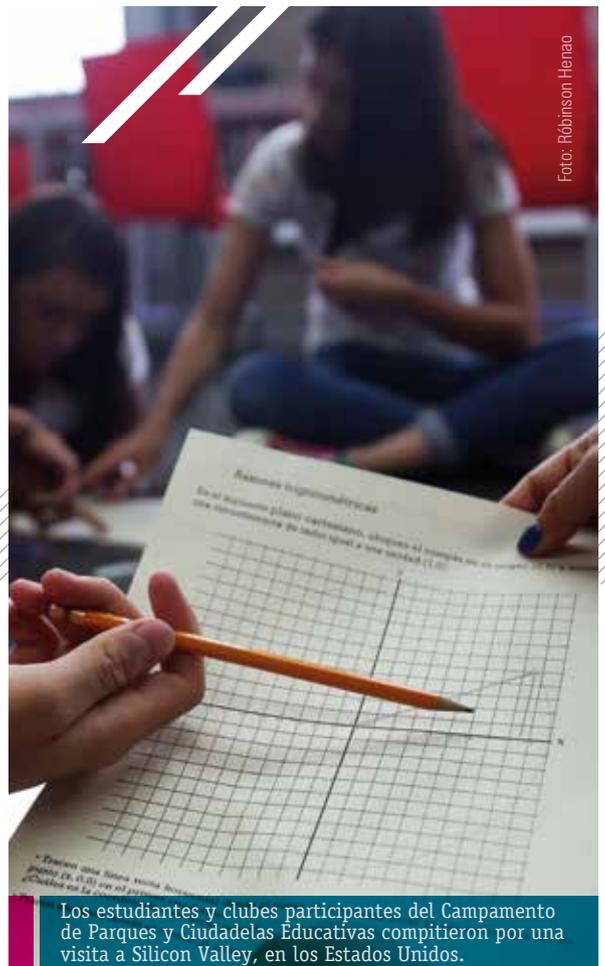


Foto: Robinson Henao

Los estudiantes y clubes participantes del Campamento de Parques y Ciudades Educativas compitieron por una visita a Silicon Valley, en los Estados Unidos.

+



Foto: Robinson Henao

Los estudiantes realizaron pruebas de ciencia, lenguaje y matemáticas.

## Alcance geográfico

En palabras de Gustavo Gutiérrez Uribe, comunicador del proyecto, en la jornada única en matemáticas con el acompañamiento de EAFIT se han beneficiado estudiantes de los municipios de Vigía del Fuerte, Titiribí, Tarso, Támesis, Guatapé, San Luis, Peque, Uramita, Chigorodó, Tarazá, Cáceres, Sonsón, Amalfi y Yarumal. Por otro lado, en los clubes de matemáticas participaron cerca de 750 estudiantes, de los municipios de Anorí, Cáceres, Caucasia, Chigorodó, Ciudad Bolívar, Concordia, El Bagre, El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Entreríos, Girardota, Guatapé, La Unión, Necoclí, Peque, Puerto Berrío, Puerto Nare, Puerto Triunfo, Sabanalarga, San Vicente Ferrer, Santa Rosa de Osos, Sopetrán, Támesis, Tarazá, Urrao, Vegachí, Vigía del Fuerte, Yarumal, Yondó y Zaragoza.

## Campamento

Gustavo Gutiérrez Uribe, comunicador del proyecto, explica que durante el campamento, realizado del 16 al 18 de octubre, los estudiantes compitieron en pruebas de ciencia, lenguaje y matemáticas. Esta última área acompañada por la Universidad de los Niños EAFIT y los dinamizadores. La experiencia de aprendizaje se complementó con actividades recreativas, música y deporte. Yahaira Lozano Zúñiga, docente de matemáticas de la Institución Educativa José de los Santos Zúñiga, de Chigorodó (Antioquia), considera que se trata de una forma de aprendizaje diferente que motiva a los jóvenes a adquirir conocimientos en varias áreas de un saber específico. El equipo ganador fue el Club Argonautas 2, cuyo premio fue una visita a Silicon Valley, el centro tecnológico de los Estados Unidos.



+

## Líder del proyecto

**Ana María Jaramillo Escobar**

Ingeniera de Diseño de Producto, Universidad EAFIT. Coordina el programa de clubes matemáticos y la jornada única de la Universidad de los Niños EAFIT.

## Asesores académicos del proyecto

**Pedro Vicente Esteban Duarte**

Doctor en Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de Valencia (España). Docente del Departamento de Ciencia Matemáticas.

**Celia Villegas de Arias**

Ingeniera química, Universidad de Antioquia, y matemática, Universidad Nacional. Docente jubilada de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

**Claudia Marcela Polanía Sagra**

Matemática y magíster en Antropología, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.



Para la docente Sonia López la escritura investigativa y académica en Colombia, en términos teóricos, significa una producción sistemática, que esté bien escrita, organizada, con cohesión y coherencia, y comunicable, que no solo sea comprensible por los científicos sino por cualquier lector.

Foto: Robinson Henao

# La ciencia se expresa en la producción escrita

**Mónica Vásquez**

Colaboradora

**María Fernanda Londoño**

Colaboradora

**La apuesta de EAFIT por la creación académica y científica se reafirma con la creación del Centro de Estudios de Lectura y Escritura (Celee), fundado en enero de 2015 con el fin de promover y fortalecer las competencias de lectura y escritura de la comunidad universitaria.**

La concepción de las ideas académicas y científicas toma forma a través de la palabra, para su divulgación y para hacer parte del entramado de conocimientos creados a través de la historia de la humanidad. Así lo han hecho los grandes científicos y pensadores que han logrado pasar del lenguaje abstracto de un saber específico a conceptos que puedan ser entendibles y de interés para un lector no especializado.

Es en la universidad –espacio en el que conviven diversos saberes, enfoques y cosmovisiones– donde la escritura académica y científica se constituye en un factor fundamental para la expresión de esos conocimientos por parte de estudiantes, docentes e investigadores.

En dicho contexto, desde enero de 2015 en la Universidad EAFIT, las docentes de la Escuela de Humanidades Sonia López Franco y Alba Clemencia Ardila de Robledo abrieron las puertas del Centro de

Estudios de Lectura y Escritura (Celee), que surge como una respuesta a las inquietudes y necesidades de la comunidad eafitense acerca de los procesos de recepción y producción de textos.

“Encontramos que los centros de estudio del lenguaje son una iniciativa innovadora con la que se obtienen muy buenos resultados. Las experiencias de otras universidades de América Latina así lo han demostrado”, afirma Alba Clemencia.

La misión del Centro, tal como se consigna desde su creación es “contribuir al fortalecimiento de las competencias de lectura y escritura de los estudiantes, profesores y empleados de EAFIT y de la comunidad académica y empresarial, a través del diseño y desarrollo de programas, talleres, investigaciones, asesoría y consultoría en dichas competencias, con el fin de potenciar sus habilidades en la comprensión, estructuración y comunicación de textos”.

Teniendo en cuenta el enfoque de EAFIT en ciencia, tecnología e innovación, la importancia que adquiere el Celee radica, en palabras de la docente Sonia, en la expresión de la ciencia mediante la producción escrita. De esta manera, para que se pueda exponer o manifestar cualquier investigación a través de una tesis, artículo, ensayo o paper es necesario tener en cuenta esa consciencia lingüística.

“En ese sentido es coherente institucionalmente nuestra apuesta porque se debe tener una consciencia alta en la lectura y en la escritura al momento de expresar las investigaciones, ensayos y toda la producción intelectual”, precisa la docente.

## Escritura científica

Para López Franco, la escritura investigativa y académica en Colombia, en términos teóricos, significa una producción sistemática, que esté bien escrita, organizada, con cohesión y coherencia, y comunicable, que no solo sea comprensible por los científicos sino por cualquier lector.

La escritura científica a lo largo de la historia, más que obedecer a unos cambios desde su concepción

filosófica, ha implicado, en opinión de la docente Alba Clemencia, unas transformaciones en los parámetros a partir de los cuales se considera o no lo científico.

De esta manera, la profesora sostiene que la comunicación de las ciencias se tiene que adaptar a nuevas formas y géneros discursivos que van de la mano de los nuevos desarrollos científicos y parámetros que se establecen desde la ciencia, para poder comunicar de manera eficaz esos resultados de investigación.

Ambas docentes coinciden en que los principales fundamentos de la escritura científica son una exposición clara de aspectos como el planteamiento del problema, la hipótesis, los fundamentos teóricos, metodológicos y conceptuales, y la postura que asume el investigador del tema frente a su texto.

El Celee ofrece en la actualidad tres cursos de habilidades comunicativas para los estudiantes eafitenses.

Al respecto, Sonia explica que dentro del objetivo central del Celee está, justamente, concientizar al escritor en el campo lingüístico, es decir, lograr que sea conocedor de la lengua para que sea competente, use ese conocimiento para efectos comunicativos y pueda expresarse sin ambigüedades ni oscurantismos.

“Una de las virtudes del desarrollo de las competencias es adquirir los conocimientos técnicos del lenguaje dado que, como técnica, la escritura ofrece la posibilidad de que las personas aprendan estrategias y comprendan cómo se usa la lengua para hacer un uso eficaz de ella”, apunta Ardila.

En este proceso Alba Clemencia enfatiza en la necesidad de que todos los profesores de la Universidad, independientemente de la disciplina, incentiven a los estudiantes en el desarrollo de competencias de lectura y escritura como un asunto que les corresponde a todos, y que no solo se deben inscribir a los cursos de habilidades comunicativas. Además, les deben mostrar distintos modelos de géneros discursivos para que, a medida que aprenden un contenido, también conozcan cómo se comunican estos en esa área en particular.



## Estrategias de formación

Aunque los estudiantes llegan a la Universidad con unas competencias, en esta se les exige la escritura y la lectura de otros géneros académicos como el ensayo, los análisis de caso, los informes de lectura, los comentarios, la escritura de artículos académicos y, en el caso de la lectura, se deben enfrentar a textos más argumentativos, que exigen mayor concentración por parte del estudiante, y que tienen otra estructura y mayor extensión.

Por esta razón, el Celee ofrece distintos servicios. El primero de ellos, por su impacto y propósito, es el Laboratorio de escritura y lectura, ubicado en el tercer piso del bloque 38, donde estudiantes de pregrado y posgrado, docentes y empleados pueden solicitar el acompañamiento de un tutor, un profesor del área del lenguaje, dispuesto a detectar problemas, a resolver dudas y sugerir las soluciones acerca de un texto, cualquiera que este sea. En el

Laboratorio, sus usuarios encuentran orientación acerca de asuntos como la ortografía, la puntuación y la organización de las ideas.

Otro de sus servicios es el apoyo a los docentes de la Institución en el aula de clase, mediante tutorías grupales acerca de cómo escribir un ensayo, qué hacer para comprender un texto y redactar un comentario crítico, cómo hacer una exposición oral, entre otros asuntos. “Nos conceden espacios en el aula de las clases para intervenir en términos de lectura y escritura, es decir, si el docente pone como tarea un informe de lectura, un profesor tutor del Celee va al aula y le explica a los estudiantes cuál es el formato y qué aspectos relevantes deben tener en cuenta”, explica Sonia López.

Con este tipo de intervención se han beneficiado profesores como Luis Fernando Tirado Gallego, docente de Ingeniería en EAFIT. Él acudió al Centro para que sus estudiantes de la materia ecología industrial, perteneciente al pregrado en Ingeniería de Procesos, mejorarán las presentaciones que deben realizar.



Foto: Robinson Henao

La docente Alba Clemencia Ardila enfatiza en la necesidad de que todos los profesores de la Universidad, independientemente de la disciplina, incentiven a los estudiantes en el desarrollo de competencias de lectura y escritura como un asunto que les corresponde a todos.

“Muchas veces, aunque los estudiantes conocen el tema a exponer, tienen falencias al hacer la presentación en público. Por eso me acerqué a Celee para corregir esto”, comenta el docente.

El proceso inició con la asistencia de uno de los profesores del Centro al aula, quien dio consejos y normas básicas para presentaciones. Luego los alumnos debían leer un caso y preparar su exposición, la que se grabó en un video para hacer las correcciones necesarias en cuanto a postura, pronunciación y vocabulario.

“Fue un ejercicio con resultados positivos. Esto no solo les sirve para mi clase sino para las demás y, en un futuro, para la vida laboral”, agrega Luis Fernando.

## Cursos de escritura

El Centro también ofrece cursos específicos solicitados por estudiantes de maestrías, integrantes de semilleros de investigación y docentes de la Institución. Se destacan, por ejemplo, los cursos de las

+ 70 estudiantes del pregrado en Administración de Negocios se beneficiaron de las jornadas del Centro para la preparación de las pruebas Saber Pro presentadas en noviembre de 2015.

maestrías en Ingeniería y en Música, con los que se busca que sus estudiantes estructuren su proyecto de investigación y se inicien en la escritura de su tesis.

Igualmente, en septiembre de 2015 se desarrollaron talleres de entrenamiento para los Exámenes de Calidad de la Educación Superior (Saber Pro). El Centro trabajó con 70 estudiantes del pregrado en Administración de Negocios que presentaron dichas pruebas el 22 de noviembre de 2015.

El portafolio de servicios lo complementan los tres cursos de núcleo de formación institucional en habilidades comunicativas: Análisis textual, enfocado en lectura comprensiva y crítica; Prácticas tex-

tuales, orientado hacia la argumentación, y Edición textual, diseñado para que el estudiante realice el proceso de escritura de un artículo académico. Antes de ingresar a uno de estos cursos los estudiantes presentan una prueba de clasificación que permite identificar sus fortalezas y necesidades.

“De esta manera potencializamos el resultado de los cursos y le mostramos al estudiante cuáles son sus logros, sus debilidades y, lo más importante, las oportunidades que tiene para mejorar”, manifiesta Alba Clemencia Ardila.

## Logros a la vista

Celee hace parte de las asociaciones de Centros de Lectura y Escritura de Colombia y de Latinoamérica y, en ese contexto, participa de las propuestas de docentes e investigadores que propenden por la implementación de nuevas estrategias para el desarrollo de la lectura y la escritura en la educación superior.

En el XIII Congreso Latinoamericano para el Desarrollo de la Lectura y Escritura, realizado del 30 de septiembre al 2 de octubre de 2015 en República Dominicana, la profesora Alba Clemencia presentó la experiencia de aprendizaje que se desarrolla en EAFIT en los cursos de habilidades comunicativas.

En 2015 el Centro brindó en promedio entre 18 y 20 horas semanales de tutorías a estudiantes de todos los programas académicos de la Universidad. También creó el curso-taller de Escritura académica para

posgrado (monografía, artículo científico y tesis de investigación), que proporciona al investigador estrategias para la elaboración de su trabajo de grado en temas como el planteamiento del problema, redacción de la introducción, conclusión del texto, entre otros. +

Desde su creación, en enero de 2015, el Celee ha brindado entre 18 y 20 horas semanales de tutorías para la comunidad de la Universidad.

“Una de las funciones de la escritura académica es la divulgación y si esta no se hace de la manera correcta, el trabajo se pierde. Por eso resaltamos la importancia de escribir y leer, de conocer las técnicas para elaborar una comunicación efectiva”, menciona López.

En el ámbito de investigación, en enero de 2016 inician un proyecto de diagnóstico de los problemas específicos que los estudiantes de EAFIT presentan en lectura y escritura, con el fin de generar nuevas estrategias.

Por todo lo anterior, las docentes fundadoras de Celee coinciden en que desde este espacio se puede hacer una gran labor para estimular la producción académica y científica, por lo que trabajan en impactar cada vez más a la comunidad eafitense.

“El aprendizaje de la lectura y la escritura nunca termina y es un asunto que compete a todos los profesores, sin excepción alguna. La escritura, en particular, es el medio a través del cual se crea comunidad académica y se ingresa al lenguaje de la profesión”, concluye Alba Clemencia.



## Líderes del Celee

### Sonia López Franco

Licenciada en Español y Literatura, Universidad de Medellín; magíster en Lingüística, Instituto Caro y Cuervo, y candidata a doctora en Humanidades de EAFIT. Es docente del Departamento de Humanidades de EAFIT, donde se ha desempeñado en las áreas de lenguaje, lectura y escritura. Es cofundadora del pregrado en Comunicación Social, del que fue jefe de carrera (2004-2010). Ha sido coordinadora del Núcleo de Formación Institucional (NFI) en habilidades comunicativas. Es cofundadora del Centro de Estudios de Lectura y Escritura (Celee).

### Alba Clemencia Ardila de Robledo

Licenciada en Educación en Lingüística y Literatura, especialista en Literatura Latinoamericana de la Universidad de Medellín. Magíster en Literatura Colombiana y doctora en Literatura, de la Universidad de Antioquia. Docente de hermenéutica literaria y literatura contemporánea en el Departamento de Humanidades de EAFIT. En el área del lenguaje se ocupa de los procesos de comprensión y producción de textos. Coordinó y participó en el diseño de los programas de posgrado: especialización en Hermenéutica Literaria y maestría en Hermenéutica Literaria. Participó igualmente en el diseño de la maestría en Escrituras Creativas, en la que actualmente es docente. Miembro del grupo de investigación Estudios de filosofía, hermenéutica y narrativas. Es cofundadora del Centro de Estudios de Lectura y Escritura (Celee).

+

### Objetivos del Centro de Estudios de Lectura y Escritura

- Generar una consciencia lingüística en el estudiante de pregrado y posgrado de EAFIT.
- Incluir los procesos de lectura y de escritura en el currículo de los diferentes programas de pregrado de la Institución.
- Articular acciones con otras dependencias, académicas y administrativas, para construir una cultura de la lectura y la escritura en la Universidad.
- Diseñar y desarrollar proyectos de investigación acerca de la lectura y la escritura para generar nuevo conocimiento sobre el tema.
- Ofrecer asesoría y consultoría a instituciones educativas (colegios, universidades) y empresas de la región en los procesos de enseñanza de la lectura y la escritura.

# Universidades de los niños, de pequeñas conexiones a grandes redes

Beatriz Elena García Nova

Colaboradora

Karoline Iber y Chris Garay, directivos de la Red Europea de Universidades de los Niños, intercambiaron su experiencia con el programa de EAFIT, pionero y único en Colombia reconocido por dicha red.

“Compartir buenas prácticas y definir líneas de trabajo claras que permitan desarrollar proyectos internacionales conjuntos de comunicación de la ciencia” fue el balance de la visita a la Universidad de los Niños EAFIT por parte de Karoline Iber y Chris Garay, dos directivos de la Red Europea de Universidades de los Niños (Eucunet).

Así lo expresa Ana Cristina Abad Restrepo, coordinadora general de este programa colombiano, que en América Latina solo tiene uno semejante en la Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil.

Miembro de Eucunet desde 2009, para su creación el programa de EAFIT se basó en el libro *Una universidad para los niños: ocho científicos explican a los niños los grandes enigmas del mundo*, de la Universidad Eberhard-Karls de Tübingen (Alemania).

En 2015 celebró diez años de crecimiento, logros y nuevos retos: “ampliar la cobertura a más niños, jóvenes y maestros escolares a partir de la expansión del modelo metodológico creado. Además, consolidar alianzas con otras instituciones en el ámbito nacional e internacional”, afirma Ana Cristina Abad.

De ahí la relevancia de la visita a la Universidad, del 19 al 21 de octubre de 2015, de Iber, presidenta de Eucunet, y Garay, secretario general de esta red, quienes pudieron confirmar con EAFIT que de pequeñas conexiones surgen grandes redes y se mostraron

complacidos de poder conocer personalmente esta Institución, luego de las historias, los libros y productos que habían conocido. Ellos hablaron con la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT-PERIODISMO CIENTÍFICO.

**En las universidades de los niños no solo ellos aprenden y crecen, los adultos que participan también tienen experiencias significativas. Como líderes de Eucunet, ¿qué han logrado y aprendido al conectar tantas y tan diversas universidades?**

**Chris:** “uno de los aprendizajes es que cuando las organizaciones científicas implementan actividades para niños y jóvenes el impacto es mucho mayor que cuando solo las universidades de los niños realizan ejercicios interesantes y divertidos. El aprendizaje por parte de los científicos involucrados es notable y, en particular, por parte de las organizaciones que se enfrentan con cuestionamientos sobre su papel en la sociedad, ven que su compromiso va más allá de investigar o enseñar y que las universidades de los niños son uno de los vehículos más poderosos para comprometerse con la sociedad.

En Europa, para solicitar fondos, las universidades están obligadas a probar su habilidad para comprometerse con el público y demostrar su capacidad de involucrar a las organizaciones de la sociedad civil durante todo el proceso de investigación. Esto



Foto: Robinson Henao

Las universidades de los niños son un vehículo muy bueno para cumplir con el ideal de ciencia “con y para la sociedad” porque no es solo comunicar ciencia al público, sino integrar a la sociedad y a los niños en dicho proceso para formar un pensamiento completamente nuevo, manifiesta Karoline Iber.

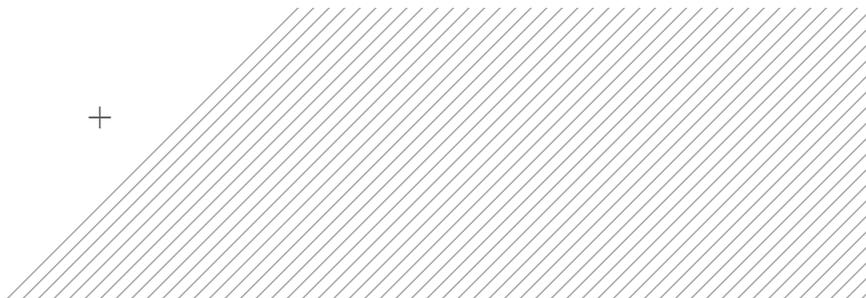
se relaciona con ciencia abierta, ciencia ciudadana, entonces cada vez más ciudadanos están comprometidos y también se les pide asumir un papel en el proceso de investigación”.

**Karoline:** “podríamos agregar la historia del movimiento europeo en los últimos 10 años, porque cuando comenzamos a trabajar con universidades de los niños a este tipo de programas se les llamaba actividad de ‘ciencia y sociedad’, después de unos años era ‘ciencia en la sociedad’, más adelante ‘ciencia para la sociedad’ y ahora ‘ciencia con y para la sociedad’.

El vehículo de las universidades de los niños es uno muy bueno para cumplir con este ideal de ciencia ‘con y para la sociedad’ porque tenemos que pensar cómo involucrarlos en este proceso de investigación y, por ejemplo, EAFIT lo hace. No es solo comunicar ciencia al público, es integrar a la sociedad y a los niños en dicho proceso para formar un pensamiento completamente nuevo”.

**¿Cómo se ha dado la relación entre la Universidad de los Niños de EAFIT y Eucunet?**

**Chris:** “tras fundar Eucunet, muy pronto el programa sobrepasó los límites de Europa. Actividades similares sucedían en otros países y nos contactamos con organizaciones en India, Canadá, Estados Unidos y,



muy pronto, con EAFIT. Un joven de Colombia participó en la ‘KinderuniWien’ (la Universidad de los niños en Viena) y supimos qué hacían. Ese fue el comienzo de una muy buena relación”.

**Karoline:** “finalmente EAFIT se convirtió, en 2009, en miembro de esta red. Estamos muy relacionados porque así las universidades sean diferentes, el programa y la forma de pensar es muy similar”.

**Chris:** “hemos aprendido mucho de EAFIT porque en su programa incluyen muchos aspectos que no se tienen en cuenta en universidades de los niños de países europeos. Por ejemplo, la reflexión teórica que se da aquí, cuál es el entendimiento propio y cuáles deberían ser los medios de comunicación”.



Una de las inquietudes "de los niños en nuestras universidades es que están muy interesados en cómo lograr un mundo justo", acota Karoline Iber.

+

**¿Cuáles son las expectativas del proyecto en el mundo?**

**Karoline:** "cuando empezamos hace cerca de 13 años era un proyecto pequeño y divertido. Así comenzó EAFIT y ahora, tras 10 años, es un integrador de la Universidad. De ahí que estos programas son un elemento eficiente de las instituciones. En 2010 teníamos cerca de 200 actividades alrededor del mundo y ahora conocemos 270, aproximadamente, unas muy pequeñas y otras muy grandes como en Medellín, en Oporto o en Viena. Además, en las actividades de estos programas participan al año alrededor de 500 mil niños y 15 mil investigadores, una masa crítica. Por eso, más que un proyecto bonito es un movimiento en desarrollo".

**¿Las universidades de los niños son un complemento de la educación escolar o podrían bastar para preparar a los niños para su vida adulta?**

**Chris:** "estos programas pueden ayudar a los niños a identificar su interés y contribuir con la educación formal, pero no pueden compensar las debilidades o requerimientos especiales de esta. Siempre seremos

como un plus que sucede en un entorno particular diferente de la escuela.

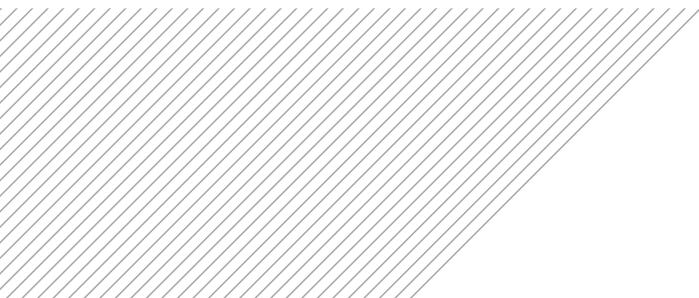
Lo que atrae a los niños a estas universidades es que son diferentes de la escuela. En educación formal, el currículo nacional de enseñanza está aprobado por expertos, por comités, y lo que se dicta en los colegios es conocimiento aprobado que no es puesto en duda. En cambio, una universidad investigadora trabaja con lo que aún es desconocido y todavía no está disponible como conocimiento".

**Karoline:** "lo que la escuela puede brindar son las relaciones cotidianas. Si es una escuela muy buena, puede ofrecer a los niños ser vistos en su individualidad, al tener una relación sostenida con el profesor. La universidad de los niños no puede hacer eso".

**¿La red hace investigación sobre cómo las diferentes universidades de los niños trabajan y crecen?**

**Karoline:** "no. Somos una comunidad de práctica y no de investigación. Lo que hacemos es recolectar diferentes métodos y preguntas de investigación y,

+



si hay resultados de investigaciones, tratamos de divulgarlos con los compañeros”.

**Chris:** “lo que hacemos son análisis básicos, como identificar nuevas aproximaciones sobre conceptos, recolectar números y figuras, pero no investigación. Nos hace falta estudiar el impacto de estas universidades”.

**¿De dichos análisis destacan algún resultado?**

**Karoline:** “hicimos un gran sondeo en el que identificamos 270 actividades de tipo universidad de los niños. Otro resultado fue el tipo de participación de los estudiantes universitarios en estos programas, ya que no todas las universidades de los niños los integran. A raíz de esto, discutimos cómo desarrollar modelos para integrar a los estudiantes en el currículo”.

**Así como los niños, ¿ustedes tienen preguntas que les gustaría resolver?**

**Karoline:** “me gustaría saber cómo la libertad y la flexibilidad de pensamiento que es posible en las universidades de los niños podría expandirse en la sociedad, no solo en los colegios, sino ir más allá de los límites de las universidades. Incluso de las sociedades, porque la ciencia de los ciudadanos es un término que se está volviendo más popular y demandado en las estructuras científicas y creo que los niños deben tener un papel líder en esto.

Una de las preguntas más interesantes es ¿cómo encontrar un lenguaje común para todos? Esa es una perspectiva de los niños en todo el mundo, ellos quieren hablarse unos a otros, compartir experiencias, quieren encontrar un lenguaje común para el mundo. Otra inquietud de los niños en nuestras universidades es que están muy interesados en cómo lograr un mundo justo”.

+

**Chris:** “la injusticia es algo que los niños observan con mucha frecuencia y directamente. Creo que por eso las diferentes dimensiones de injusticia son tan relevantes para ellos”.

**Karoline:** “y nuestra pregunta durante esta visita a EAFIT [19 al 21 de octubre de 2015] es ¿cómo puede ser que un país tan amistoso tenga tantos problemas de violencia? Porque eso vemos aquí en Colombia, siempre caras sonrientes y toda la gente amigable”.

**Todo está como conectado, un lenguaje común para entender las diferencias, que no haya injusticia y mermar los conflictos.**

**Karoline:** “y sonreír es uno de estos momentos de entendimiento, lo hacemos todos de igual modo y lo entendemos”.



+

**Los visitantes de Eucunet**

**Karoline Iber**

Es pedagoga, fundadora y líder de la Universidad de los Niños Viena (Austria), donde es directora ejecutiva de la Oficina de los niños, miembro de la oficina del rector y profesora.

**Chris Gary**

Es sociólogo y secretario general de la Universidad de los Niños Viena, donde trabaja en la Oficina de los niños. Es responsable del desarrollo de proyectos y asuntos evaluativos, y coordinador de relaciones internacionales, divulgación y los programas de Compromiso Público en Ciencia y Sociedad de European Children’s Future University Network-ECFUN (FP6-SiS) y European Children’s University Network-EUCU.NET (FP7-SiS).



# Llegaron 'los guapos'

Bibiana Andrea Moná Giraldo

Periodista del Área de Información y Prensa de EAFIT

Investigación y creatividad son los ejes con los que Guapo Inc. logra cautivar, de forma disruptiva, a diversos públicos con sus muchas formas de transmitir un mensaje. Su trabajo es una expresión de la misma Universidad EAFIT: inspira, crea y transforma.

Preparar la escenografía, disponer la utilería, hacer pruebas de sonido y de iluminación, organizar las sillas del auditorio y ubicar los elementos promocionales es una de las escenas que viven, al montar un espectáculo, quienes están al frente de Guapo Inc., empresa cultural y creativa que, a través del arte, brinda soluciones al sector real para comunicar mensajes y lograr objetivos de mercado.

"Guapo es valiente, es arriesgado, es seductor, es inteligente y, a partir de esa denominación, todo lo nuestro va impregnado de esa palabra. Muchas de las personas que requieren de nuestro trabajo, desde que hacemos la primera reunión, dicen: 'llegaron los guapos', 'hola guapos' y listo, se rompe el hielo y quieren escuchar de qué se trata. Lo que sigue es una sinergia que nos conecta de principio a fin", comenta Jaime Espinal Ortiz, administrador de negocios de EAFIT y uno de los integrantes de esta *spin off*.

Guapo surge como una alternativa de solución cuando se quiere impactar a un público objetivo y no se sabe cómo, situación en que las empresas usualmente acuden a un consultor, una agencia, a apoyo tecnológico o a una capacitación.

El *variété* se compone de diferentes números artísticos en una misma obra. En esta oportunidad se transmitió un solo mensaje, a través de teatro, música, danza, entre otras manifestaciones.

Sin embargo, una vez establecida la relación con este colectivo de eafitenses por parte de quien tiene una necesidad de comunicación, encuentra diversas posibilidades de transmitir mensajes para cumplir con objetivos empresariales, comerciales, de mercado, de comunicación o de educación.

Esta *spin off*, en asocio con la Universidad EAFIT, sabe cómo hacer que el arte sea el vehículo para que el mensaje llegue, pero además, que llegue de forma disruptiva, asevera Willy Henao Zea, ingeniero de producción de EAFIT.

“Disruptiva porque se trata de mover emociones en la gente y que el mensaje logre tocar a las personas de manera inesperada. Es una empresa audaz y es la expresión exacta del inspira, crea y transforma de la Universidad, pues en todo lo que hace esta *spin off* está presente esa visión de marca eafitense. El arte también es una de las formas como Guapo confirma la cercanía de EAFIT con la cultura”, asegura María Paola Podestá Correa, responsable del proceso investigativo de Guapo Inc. y jefa del Departamento de Negocios Internacionales de la Institución.

## ¿Qué los hace tan guapos?

Esta iniciativa empresarial tiene muy claro que, más allá de garantizar la eficacia de la comunicación, hay que saber gestionar y tener la capacidad instalada para sustentar una empresa de su tipo.

“Existen diversos colectivos artísticos que se dedican a comercializar estos servicios, pero nosotros, además de utilizar técnicas artísticas innovadoras, manejamos las teorías empresariales, lo que nos permite gestionar como empresa. Nosotros no somos artistas haciendo ‘cosas’ para empresas. Somos empresarios haciendo arte”, argumenta Jaime Espinal, quien también es escritor.

De esta metodología ya se han beneficiado entidades públicas y empresas del sector privado que tienen muy claro los alcances creativos de esta *spin off*. A la fecha, en sus casi cuatro años de trabajo, ha hecho

proyectos para el Instituto de Cultura y Turismo de Pereira, la Secretaría de la Juventud de la Alcaldía de Medellín, el programa Buen Comienzo, el Colombo Americano, IBM y Stop Jeans. Además, para las universidades de Los Andes, Javeriana, La Sabana, El Rosario y EAFIT.

Obras de teatro, espectáculos musicales, novelas empresariales, instalaciones fotográficas, talleres creativos, *varieté* y muchas otras posibilidades están en el portafolio de Guapo. Todas con la propiedad intelectual registrada.

“Para la Universidad ha sido sorprendente lo que Guapo es capaz de hacer y cómo logra impactar y cautivar a quien ve sus propuestas. Por eso, desde el inicio creímos en su potencial porque sus gestos ven el mundo con ojos distintos y sus niveles de creatividad son ilimitados”, destaca Adriana García Grasso, directora del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice).

La directiva señala que, hasta la fecha, existen por lo menos tres iniciativas empresariales culturales en estudio, pero en funcionamiento y en periodo de facturación solo Guapo, que está adscrita a la Escuela de Administración.

## “Quiero hacer algo distinto”

Esa es la frase con la que comienza todo. Así lo afirma Willy, responsable de la gestión de la *spin off*, al comentar que cuando se tiene la primera reunión con el cliente, muchas veces este no tiene claro cómo transmitir su mensaje.

Así que Guapo lo escucha y le presenta un protocolo creativo básico en el que se explica, de forma general, qué se va a hacer, cómo se va a hacer, cómo va a impactar, entre otros asuntos. Una vez es aprobada la propuesta comienza la investigación, que es la primera etapa de la ejecución.



Foto: Robinson Henao

Estudiantes de cinco universidades del país presenciaron la obra de teatro *Una de vaqueros*, que retrató las diversas situaciones a las que se enfrentan los alumnos en su práctica profesional.

Para dar a luz a la propuesta creativa se hace investigación estructurada de carácter etnográfico, con fuentes primarias y secundarias. También se realizan, en ocasiones, talleres creativos, *focus group* y entrevistas, entre otros métodos de indagación. “La investigación es la base de lo que hacemos porque a partir de ahí es que empezamos a crear”, indica Willy.

Arte e investigación se combinan en Guapo para dar a luz productos innovadores y versátiles que se adaptan a las exigencias del medio y a las necesidades de transmisión de un mensaje.

+

Con la información recogida inicia una labor de clasificación, de construcción, de revisión de aquellos elementos que deben tenerse presentes en la propuesta final. Luego viene la construcción del guion y, después de varias socializaciones con el cliente, se procede con la producción, el montaje y con todos los asuntos administrativos y logísticos que esto conlleva.

“Cuando terminamos de elaborar el guion hacemos un chequeo para identificar que todo lo que arrojó la investigación esté presente y que el mensaje esté intacto”, manifiesta Paola, coordinadora de la línea de Empresarismo en el Grupo de Investigación en Innovación y Empresarismo (Guie), de la Escuela de Administración.

Así, han sido diversos los formatos artísticos que ha desarrollado Guapo, todos con propiedad intelectual

registrada, entre otros: obras de teatro, espectáculos musicales, novelas empresariales, instalaciones fotográficas, talleres creativos, *varietés*, cómic en vivo.

También se pueden combinar diferentes manifestaciones del arte en una sola propuesta, pues el trabajo de esta iniciativa empresarial es modular y versátil, lo que le permite no solo adaptarse a la necesidad del solicitante, sino también a su presupuesto, al lugar de la presentación, a las variables tecnológicas, a las características del público, entre otras.

“Muchas veces quien nos contrata es para presentárselo a alguien más. Y para nosotros ese consumidor final es el validador”, expresa Willy sobre este proceso en el que se dan diversos encuentros con el solicitante para hacer retroalimentación y pedagogía.

Esto lo complementan con un producto que se llama detrás de cámaras, que le presentan al cliente antes de llevar el producto final al público. “Así ellos pueden conocer el sentido y el porqué se llegó a ese punto”, acota Jaime.

Muchos de sus clientes, como ya conocen la dinámica de Guapo, entregan nuevos elementos, sugieren formas novedosas, se imaginan cosas nuevas y hacen equipo creativo con los integrantes de la *spin off*.

Por ahora, lo que sigue para esta iniciativa es “sensibilizar al sector empresarial hacia estas propuestas artísticas y ampliar la capacidad de operación”, concluye Sara Hernández Hernández, líder de transferencia de tecnología del Cice.



Guapo Inc. en el cierre del proyecto de prevención de adicciones y promoción de hábitos de vida saludable #MasdeVos, de la Secretaría de la Juventud.



### Algunas de sus obras

- Colección artística *Mil maneras*, para la socialización de la iniciativa #MasdeVos, de la Secretaría de la Juventud.
- Obra de teatro *Una de vaqueros*, presentada para las universidades EAFIT, El Rosario, Javeriana, Los Andes y La Sabana. Es dirigida a los estudiantes que se enfrentarán por primera vez a su práctica profesional.
- *Ventana interactiva*, presentada en el evento Experiencia EAFIT.
- Proyectos de consultoría para Generando Posibilidades y Sueños (GPS) de la Alcaldía de Medellín.
- *Varieté* para el cierre del proyecto de prevención de adicciones y promoción de hábitos de vida saludable #Masdevos, de la Secretaría de la Juventud.

## Los emprendedores

### María Paola Podestá Correa

Administradora de negocios y magíster en Ciencias de la Administración, Universidad EAFIT. Jefa del Departamento de Negocios Internacionales de EAFIT, donde coordina la línea de Empresarismo en el Grupo de Investigación en Innovación y Empresarismo (Guie). Áreas de interés: industrias creativas y culturales, innovación social, gerencia de diseño de producto en empresas de base cultural y creativa, gerencia de negocios internacionales, emprendimiento y administración de las organizaciones, música y danza.

### Jaime Espinal Ortiz

Administrador de negocios, con énfasis en relaciones internacionales, Universidad EAFIT; escritor, actor, campeón de ortografía de Antioquia y ganador del Premio Nacional de Novela Cámara de Comercio de Medellín (2005) y del Concurso Hispanoamericano de Dramaturgia (2010) auspiciado por el BID. Es actor, director de espectáculo y consultor en comunicación y mercadeo. Intereses: escritura (novela y guion).

### Willy Henao Zea

Ingeniero de producción y especialista en Mercadeo, Universidad EAFIT; magíster en Gestión de Empresas e Instituciones Culturales, Universidad de Barcelona (España). Es consultor en el campo cultural, conferencista, presentador de televisión, productor y actor. Áreas de interés: gestión cultural y empresarismo.

# EAFIT y U. de A. ayudan a pronosticar el dengue en Bello



Con base en los datos de las encuestas entomológicas realizadas rutinariamente en Bello, se deduce que por cada 100 casas inspeccionadas en este municipio cinco poseen criaderos ideales para la presencia de estadios inmaduros del *Aedes aegypti*, mosquito que transmite la enfermedad.

**Mónica Vásquez**

Colaboradora

**María Fernanda Londoño**

Colaboradora

Con el fin de contrarrestar la incidencia de dengue, un grupo multidisciplinario de investigadores de las universidades EAFIT y de Antioquia identificó, ajustó e implementó un conjunto de herramientas matemáticas para entender, predecir y controlar la ocurrencia de esta enfermedad.

Además, desarrolló un software de alerta temprana en el que implementaron las herramientas. De

esta manera, la conjunción del saber biológico, matemático e informático permite obtener información sobre el comportamiento del dengue en Bello para determinar la ocurrencia de un brote epidémico. Este conocimiento posibilita tomar medidas preventivas y proponer estrategias de control más apropiadas en tiempo y espacio.

Aunque el programa se diseñó para la Unidad de Epidemiología del Municipio de Bello, los investigadores ya propusieron un nuevo proyecto para implementar en otras ciudades del país, con miras a crear un sistema integrado nacional de alerta temprana de dengue.

Gracias a una investigación interinstitucional e interdisciplinaria, este municipio cuenta con un modelo matemático y un software para ayudar a entender la dinámica del dengue y reducir su incidencia mediante estrategias de prevención y control más apropiadas.

Foto: shutterstock

María Eugenia Puerta Yepes, profesora de EAFIT y líder del componente matemático del proyecto, afirma que la idea de unir los saberes y esfuerzos de ambas universidades se dio tras conocer los avances sobre los procesos biológicos de esta enfermedad por parte del grupo Biología y control de enfermedades infecciosas, de la Universidad de Antioquia (UdeA). Un proceso en el que además detectaron que había preguntas que se debían abordar desde una perspectiva matemática.

De esta unión interdisciplinaria e interinstitucional se destaca el fortalecimiento de la comunidad

científica mediante la formación de estudiantes y la divulgación de conocimiento en el ámbito nacional e internacional. También, la creación de una herramienta útil y accesible para el personal de la Unidad de Epidemiología del Municipio de Bello como es el software que describe el canal endémico.

Así mismo, la integración al sector salud de herramientas matemáticas para la modelación de los fenómenos propios del dengue y la predicción de la ocurrencia de una epidemia de esta enfermedad. Todo esto le brinda a la Unidad de Epidemiología capacidad de respuesta oportuna para definir estrategias para el control de la enfermedad.

“Con este tipo de trabajos desarrollamos, además, capacidad investigativa para estudiar otras enfermedades de transmisión, por ejemplo, la tuberculosis en la Comuna 13 de Medellín. Si tenemos la información y un equipo de trabajo que entienda muy bien la tuberculosis como enfermedad, su evolución en el cuerpo, los medios más comunes de transmisión, el número de pacientes atendidos, entre otros, se podrá pronosticar su comportamiento, expansión y control”, precisa María Eugenia Puerta Yepes, doctora en Ciencias Matemáticas.

No obstante, advierte la profesora de EAFIT, el prototipo desarrollado no se puede replicar en otros lugares sin un estudio cuidadoso de las particularidades de las enfermedades en cada sitio.

## El modelo matemático

*Diseño e implementación computacional de un modelo matemático predictivo de ocurrencia de dengue* es el nombre de la investigación, financiada por Colciencias, que comenzó en 2013 y finalizó en noviembre de 2015.

Los investigadores escogieron a Bello por tratarse de una comunidad endémica, es decir, en la que ocurren casos semana tras semana: entre 10 y 30 casos en periodos de cuatro semanas. Además, por ser uno de los municipios que mejor ha recopilado sus datos históricos de dengue en Colombia, insumo fundamental para el desarrollo del proyecto.

En la definición, ajuste e implementación de las herramientas matemáticas tuvieron en cuenta el clima, el número de criaderos, el índice de construcción, entre otros factores.

“Encontramos muchas herramientas para estudiar el dengue desde la perspectiva matemática, diseñados por investigadores de otros países como los Estados Unidos, Argentina, México, Inglaterra y

### Implementación del prototipo en Bello

El prototipo almacena la información semanal de los casos de dengue y analiza variables como lugares de ocurrencia, número de personas afectadas, sexo, entre otras. De esta manera, la Unidad de Epidemiología de Bello puede medir la incidencia de sus decisiones en el control y determinar dónde se debe hacer este. Para esto, el software tiene tres funciones:

1. Automatiza toda la información del canal endémico, herramienta exigida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para determinar la presencia de la enfermedad.
2. Analiza la dinámica de transmisión en las personas, que se infectan con el virus a través de la picadura del mosquito, y orienta las acciones que la Unidad de Epidemiología de Bello debe tomar para controlarla.
3. Aunque hasta la fecha no hay vacuna patentada, el estudio realizado permitirá definir un plan de vacunación óptimo que considere las edades más adecuadas, los lugares, los costos y el tiempo en que se debe ejecutar. Para esto cuenta con un mapa con todos los barrios de Bello, que muestra los de más riesgo y ayuda a focalizar las estrategias de mitigación para disminuir costos.

“El beneficio que tendremos con el proyecto es un mejor control y predicción de los casos de dengue, dado que la modelación matemática nos ofrece un nivel predictivo más alto si los datos ingresados son los correctos, y así podemos adelantarnos con las acciones de prevención y control del dengue para tener menos personas contagiadas”, asegura Henry Pulido Duarte, epidemiólogo de la Secretaría de Salud de Bello.

Para su investigación, los investigadores escogieron a Bello por tratarse de una comunidad endémica, es decir, en la que ocurren casos semana tras semana: entre 10 y 30 casos en periodos de cuatro semanas.

Brasil, que fueron probadas con los datos de Bello, pero no funcionaron. Esto reforzó la idea de que el comportamiento del dengue, aunque tiene características macro, también tiene unas micro de carácter local, razón por la que no se pueden extrapolar los estudios predictivos ni conducentes a la aplicación de estrategias de control de un lugar a otro”, asegura Sair Arboleda Sánchez, líder del componente biológico del proyecto.

+

Este es el primer software de uso gratuito que se desarrolla en Colombia con datos reales de una población afectada por dengue.

Para ajustar las herramientas definidas desde la matemática se hicieron experimentos de laboratorio, con poblaciones de mosquitos recolectados en Bello, para determinar la temperatura idónea para su reproducción, su ciclo de vida y días que tarda en cambiar de estadio. Con estas variables y los datos históricos recolectados por la Secretaría de Salud de ese municipio, crearon un modelo propio.

## + El software

Para verificar la efectividad del modelo matemático, realizaron pruebas con una epidemia de dengue ocurrida en 2010, catalogada como la más fuerte de la historia en esa población.

Este proyecto busca mejorar la predicción y el control de los casos de dengue, lo que impacta positivamente en la salud de los habitantes de Bello.

A partir de este estudio, lograron, por un lado, determinar los parámetros propios del modelo que describe la dinámica poblacional del mosquito en Bello. Por el otro, los resultados obtenidos en relación con la transmisión del dengue se aproximaron a los datos reales correspondientes a la población humana susceptible, infectada y recuperada.

“En ninguno de los objetivos del proyecto se contempló el desarrollo de un software. Sin embargo, con los resultados obtenidos y el conocimiento de las necesidades de la Unidad de Epidemiología de Bello, decidimos comprometernos con un producto adicional que pudiera generar mayor impacto que los artículos de investigación en la Dirección Local de Salud de Bello y en la población humana”, manifiesta la docente de EAFIT.

Así surgió la idea de desarrollar este software que permite procesar la información de la Unidad de Epidemiología de la Secretaría de Salud de Bello, la cual es suministrada al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública, del Instituto Nacional de Salud.

## Principales hallazgos

El *Aedes aegypti*, mosquito que transmite el dengue, tiene un ciclo de vida de 20 a 40 días y se reproduce, principalmente, en lugares ubicados a menos de 1.800 metros sobre el nivel del mar.

En el caso de Bello, que se encuentra a 1.450 metros sobre el nivel mar, con base en las encuestas entomológicas de la Dirección Local de Salud de Bello se estima que por cada 100 casas inspeccionadas en este municipio, cinco poseen criaderos ideales para la presencia de estadios inmaduros del *Aedes aegypti*.

En el estudio encontraron que “no hay una re-

lación directa entre la temperatura y la pluviosidad con la ocurrencia de los criaderos en Bello, aunque no es el único lugar de Colombia donde se da este comportamiento, que puede estar ligado a la naturaleza de los criaderos que allí se encuentran”, explica Arboleda, doctora en Biología.

Por último, con base en los resultados obtenidos, los investigadores plantearon hipótesis como que los mosquitos que habitan en ese municipio podrían ser más susceptibles al virus o ser muy competentes, es decir, que estos se infectan con mayor facilidad y que un solo zancudo puede contagiar a muchas personas.



### Investigadoras

#### María Eugenia Puerta Yepes

Matemática, Universidad de Antioquia; doctora en Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de España. Se ha desempeñado como jefa del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT (2003-2005), donde es la directora del grupo de investigación Análisis Funcional y Aplicaciones. Áreas de interés: análisis funcional, optimización y biomatemática.

#### Sair Arboleda Sánchez

Bióloga, magíster en Biología y doctora en Biología, Universidad de Antioquia. Áreas de interés: genética y parasitología.



# Exploran la prehistoria en rocas



De izquierda a derecha integrantes del Semillero de Investigación en Paleontología: Juliana Mendoza Ramírez, Sandy Julieth Morales Galindo, David Felipe Pulido Arenas, Daniel Bedoya Giraldo, Elizabeth Romero Montes, Luis Carlos Escobar Arenas, estudiantes de Geología; María Alejandra Serna Sánchez, estudiante de Biología; Sebastián Sierra Vásquez, estudiante de Derecho y de Geología; y Yenny Paola Valencia Giraldo y Yuli Andrea Corrales Hincapié, estudiantes de Geología.



Foto: Robinson Hernao

+

**Alejandro Gómez Valencia**

Periodista del Área de Información y Prensa EAFIT

## **Cómo era el mundo hace millones de años. Cómo eran los seres que lo habitaban. Cómo sobrevivían en condiciones extremas. Esas son algunas de las respuestas que buscan los integrantes del Semillero de Investigación en Paleontología de EAFIT.**

A partir del estudio de los fósiles, 12 estudiantes de los pregrados en Geología, Biología y Derecho de la Universidad EAFIT intentan hacerse una idea de cuántos animales, plantas o microorganismos han podido habitar la Tierra y hace cuánto tiempo.

Ellos pertenecen al Semillero de Investigación en Paleontología (SIP), de la Escuela de Ciencias, dedicado a auscultar los restos de esos seres que quedaron encapsulados, muchos en rocas, y que son huellas, pistas, pinceladas de la postal del mundo miles de millones de años antes de que existiera el ser humano.

David Pulido Arenas, estudiante de séptimo semestre de Geología y uno de los miembros de este

Semillero, se interesó en esta ciencia natural en una de sus visitas a Villa de Leyva (Boyacá), una de las zonas de Colombia más rica en especímenes paleontológicos para explorar.

Cuando era un niño, allá viajaba David con su papá y compraba fósiles que los lugareños sacaban de las rocas para luego vender en el mercado local. De esos viajes han pasado cerca de dos décadas, cuando no estaba prohibido el mercadeo de ese material y casi que cualquier persona podía subir una montaña en esa zona y llevarse su propio fósil para la repisa de la casa.

+

En 2012, científicos hallaron al norte del país el fósil de una serpiente que vivió hace cerca de 58 millones de años, cuyo peso se aproximaba a la tonelada y su extensión era de 13 metros.

En la actualidad esa situación es diferente, todo está más regulado e, incluso, está instalado el Centro de Investigaciones Paleontológicas (CIP), inaugurado en 2012, con la intención de desarrollar técnicas y metodologías para recuperar, conservar y estudiar fósiles.

A ese centro llegaron la primera semana de noviembre de 2015, como parte de una salida de campo del Semillero, Yenny Paola Valencia Giraldo y Luis Carlos Escobar Arenas, estudiantes de séptimo y sexto semestre de Geología, respectivamente. Los acompañaba José Ignacio Martínez Rodríguez, profesor-investigador y asesor del SIP.

Uno de los objetivos de Yenny era probar un taladro especial que sirve para extraer los fósiles de las rocas de una manera más prolija, ya que estos materiales son cortes de fósiles disponibles a la vista, pero no a la mano y, por eso, los estudiantes que los investigan deben seguir un proceso de extracción que sería más sencillo si lo hacen con un martillo neumático, como el que usan en el CIP.

Esta era la misión que le había encomendado a Yenny uno de los subgrupos del Semillero interesado en los invertebrados, que tiene entre sus actividades extraer, analizar y clasificar fósiles de erizos, conchas, cangrejos, foraminíferos (pequeños organismos unicelulares semejantes a la amebas), entre otros especímenes que vivieron hace aproximadamente entre 41 y 21 millones de años.

Algunos de estos restos estudiados por los miembros del Semillero se pueden apreciar en las baldosas del campus de EAFIT, específicamente en enchapes y pisos de la plazoleta de la Biblioteca Luis Echavarría Villegas de la Universidad, porque

## Semillero de Investigación en Paleontología

Creado en 2011, hoy tiene 12 miembros activos. Aunque atrae principalmente a estudiantes de los pregrados en Biología y Geología de EAFIT, está abierto a todos los universitarios. De hecho, actualmente cuenta con integrantes del pregrado en Derecho.

Su objetivo es introducir a los participantes en el estudio de los fósiles como herramientas para el análisis paleoambiental, paleogeográfico, estratigráfico y evolutivo, que a su vez permiten inferir la historia geológica y biológica del planeta, y sus aplicaciones con fines científicos y económicos.

Además, busca que los miembros se formen como investigadores, al generar un espacio donde se estimula la discusión y el análisis de los avances de la paleontología, a partir de discusiones y revisiones bibliográficas.

están hechos con una roca extraída de una cantera del departamento de Sucre.

“Se trata de una roca caliza de la formación conocida como Toluviejo, que es usada como material de construcción y, por eso, también hay en centros comerciales y hasta en un centro gerontológico de Medellín”, explica la estudiante Valencia.

De hecho, el norte de Colombia, cerca a la costa, es una zona que ha dado noticias importantes para la paleontología. En 2012, por ejemplo, científicos del Instituto Smithsonian de Panamá hallaron el fósil de una serpiente que vivió hace cerca de 58 millones de años, cuyo peso se aproximaba a la tonelada y su extensión era de 13 metros, la más grande descubierta hasta ahora.

La enorme serpiente prehistórica, quizá una de las más grandes que haya existido, fue bautizada como *Titanoboa*, y su esqueleto quedó expuesto tras la excavación en la mina de carbón a cielo abierto El Cerrejón (La Guajira). Resulta que en 2002 los científicos encontraron indicios de que esa zona árida, donde hoy está ubicada la mina, fue una selva húmeda. “Era algo parecido a la selva amazónica que conocemos hoy. Así de húmeda”, afirma Alejandra Tabares Grajales, otra de las integrantes del Semillero.

## No solo es pasión

Buscar indicios de cómo era la Tierra en tiempos remotos no está motivado únicamente por un interés



Foto: Robinson Henao

Con el estudio de los fósiles que están en el piso de algunas zonas del campus de EAFIT se pretende tener una caracterización taxonómica de los organismos que permita una interpretación paleoambiental.

“romántico” de revivir el pasado. También existen intereses que pueden favorecer la ubicación o caracterización de pozos exploratorios de hidrocarburos. Conocer cómo estaba conformada una zona rica en minería, y cuáles animales y plantas la habitaban, permite crear una interpretación ambiental que, a su vez, facilite identificar en cuáles zonas con características similares también se puede encontrar, por ejemplo, petróleo.

La paleontología estudia seres vivos que habitaron el pasado geológico cuyos restos están en rocas sedimentarias.

La información también es útil para hacerse una idea de cómo eran los seres vivos que habitaban el planeta, donde las condiciones ambientales eran muy diferentes a las actuales. Así lo explica Juliana Mendoza Ramírez, estudiante de Geología de EAFIT, para quien tener modelos sobre cómo era la Tierra ayuda a saber cómo se comportaría el mundo si, por ejemplo, regresan las condiciones atmosféricas ancestrales, cuáles seres sobrevivirían, cuáles serían sus características. Incluso, cómo sería todo frente a un cambio climático extremo.

“Puede ser más rico en esa información un microorganismo que un dinosaurio gigante”, asegura Luis Carlos Escobar, coordinador del Semillero, pues mientras un dinosaurio aporta los datos de un solo individuo, una pequeña muestra de roca sedimentaria puede contener miles de microorganismos. De ahí que aporten mucha información para la exploración de los ambientes del pasado.

Los fósiles de plantas también son materiales que proveen noticias del mundo pasado y así lo han identificado en el Semillero, gracias a una pesquisa bibliográfica en la que sus integrantes comprobaron que en Antioquia hay una buena cantidad de fósiles que no han sido explorados.

Por lo anterior, uno de los objetivos de los miembros de este grupo es, precisamente, captar el interés para que la paleontología se fortalezca en esta zona del país y tratar de acortar la inmensa franja que existe entre la cantidad de fósiles y el poco conocimiento que se tiene de ellos.

+

## Investigador

José Ignacio Martínez Rodríguez

Geólogo, Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá); magíster en Micropaleontología, Universidad de Hull (Reino Unido); PhD en Paleoceanografía, Universidad Nacional de Australia, donde ocupó una posición posdoctoral. Áreas de interés: paleoceanografía y paleolimnología Cuaternaria, y el estudio del fenómeno de El Niño en el pasado. Es miembro correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Pertenece a programas internacionales que investigan el cambio global (PAGES-IGBP). Los resultados de sus investigaciones han sido publicados en revistas internacionales como *Paleoceanography*, *Marine Micropaleontology*, *Palaeogeography-Paleoclimatology-Paleoecology*, *Palaios* y *J. South American Earth Sc.*

# + Analistas del comercio y el desarrollo mundial



Foto: Robinson Henao

De izquierda a derecha los integrantes del Semillero. Arriba: Juan Gonzalo Pérez Guisao, estudiante de la maestría en Negocios Internacionales (MIB); Andrea Herrera Guamán, estudiante de Administración de Negocios; Laura Henao Díaz, estudiante de Administración de Negocios y de Economía; Sara María Uribe Villa, estudiante de Negocios Internacionales, y Andrés Ordóñez Buitrago, estudiante de Derecho. Abajo: María Isabel Aguilar Góez, estudiante de Derecho; Rocío Fernanda Guzmán Braendle, estudiante de la maestría en Administración (MBA); María Alejandra Gonzalez-Perez, docente coordinadora; Carolina Herrera Cano, estudiante de la maestría en Negocios Internacionales (MIB), y Esteban Jaramillo Osorio, estudiante de Economía.

**Walter Arias Hidalgo**  
Colaborador

**El Semillero de investigación  
Observatorio en Comercio,  
Inversión y Desarrollo  
se ha especializado en 'traducir'  
reportes para que la sociedad civil  
se pueda apropiar de estos.**

Los grandes acontecimientos mundiales de comercio, desarrollo, inversión, política, entre otros, tienen en la Universidad EAFIT unos dolientes que los 'traducen' y los analizan. Se trata de los integrantes del Observatorio en Comercio, Inversión y Desarrollo, semillero que inició como un espacio de capacitación para un viaje académico y que hoy funciona, además, como una plataforma de análisis y relacionamiento público de alto nivel.

Su trabajo más visible es el de divulgación de artículos cortos de análisis y opinión sobre comercio, desarrollo, inversión, economía de la información, agricultura, pobreza, entre otros temas de impacto nacional e internacional. A la fecha han publicado más de 150.

Uno de sus principales insumos son los reportes elaborados por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (Unctad, por su sigla en inglés), organización integrada por 194 estados en la que los representantes de los países dialogan sobre mecanismos para instaurar un mejor equilibrio económico mundial.

El Observatorio se encarga de hacer los lanzamientos de estos reportes para Colombia, los que se transmiten en vivo desde Ginebra, Suiza –así lo hizo el 20 de octubre de 2015 con el “Informe sobre el Comercio y el Desarrollo 2015”– y de dar interpretaciones claves para los retos que allí se proponen para la región.

Sin embargo, sus opiniones y análisis no se enfocan solo en este tipo de informes. Cuando el Gobierno y las Farc anunciaron el acuerdo sobre justicia transicional y víctimas, la administradora de Negocios de EAFIT, Andrea Herrera Guamán, columnista y analista del Observatorio, hizo un panorama sobre los procesos de paz y afirmó: “el año 2015 y los demás venideros parecen ser prometedores para el pueblo colombiano y para todos aquellos países y personas que ven en la alineación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus políticas una salida a los principales problemas que aquejan nuestra sociedad”.

De esta manera, en cada análisis los integrantes del Observatorio dan elementos para entender el contexto de la problemática tratada. “Este es el punto más importante: ser una plataforma articuladora de alto nivel donde los estudiantes se empoderan como analistas de ciertos temas”, expresa Maria Alejandra Gonzalez-Perez, profesora e investigadora del Departamento de Organización y Gerencia.

## Interdisciplinaria y TIC

Una de las riquezas del Semillero es su configuración multidisciplinaria. En este hay estudiantes de pregrado y posgrado: de negocios internacionales, economía, administración de negocios, ciencias políticas y dere-

cho. Gracias a esta diversidad de enfoques y conocimientos, los análisis son más ricos en puntos de vista.

Esta experiencia interdisciplinaria y colaborativa les ha permitido, además, crecer en otro tipo de aprendizajes. “Ninguno tenía formación en divulgación y escritura menos técnica, digerible y leíble. Ellos escriben en español y en inglés. Es un proceso de edición colectiva”, afirma la docente Maria Alejandra.

En el Observatorio hay estudiantes de pregrado y posgrado: de negocios internacionales, economía, administración de negocios, ciencias políticas y derecho.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han sido una ayuda fundamental en su trabajo de divulgación y lanzamiento de reportes. Su plataforma central de difusión es un blog (<http://tradelatam.blogspot.com.co/>), en el que publican sus análisis completos. El sitio web está muy bien posicionado y tienen seguidores en Colombia, Estados Unidos, Ucrania, Alemania, Rusia, Francia, Suiza, Gran Bretaña, Turquía e India.

También se han ido apropiando de los medios sociales. Facebook, Twitter y Periscope, por ejemplo, les ha permitido impactar y tener más visibilidad. “Las tecnologías nos han servido mucho para regar el mensaje del desarrollo sostenible”, dice Carolina Herrera-Cano, coordinadora y fundadora del Observatorio, y estudiante de la maestría en Negocios Internacionales.

## La organización, otro de sus fuertes

Otra línea fuerte del Observatorio es el relacionamiento interinstitucional e internacional y la organización de eventos sobre temas de comercio, inversión y desarrollo. A la fecha ha realizado cerca de 20, en los que proponen el enfoque temático,

hacen las relaciones públicas, invitan a los expertos y al público objetivo, planean la logística, construyen la agenda, participan en la agenda de expertos y generan reportes para los medios de comunicación de la Universidad.

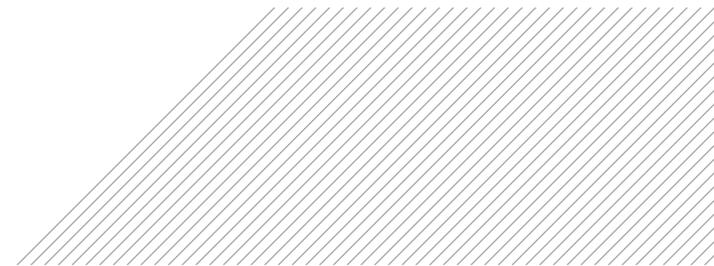
Así lo hicieron el 14 de mayo de 2015, en el foro Financiación del Desarrollo en la Agenda Post 2015 de las Naciones Unidas: una mirada desde las regiones, en el que se reflexionó sobre el cumplimiento e importancia de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los retos que se visualizan con la llegada de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Los analistas redactan columnas sobre comercio, desarrollo, inversión, economía de la información, agricultura, pobreza, entre otros.

+

Además, lidera en EAFIT el curso bianual de la Unctad P166, en el que cerca de 20 representantes de gobiernos y agencias gubernamentales de América Latina y el Caribe debaten cuestiones fundamentales de la agenda económica internacional, específicamente sobre comercio, inversión, financiación, tecnología y desarrollo sostenible para la región. La Universidad ha sido sede de este curso en 2009, 2011, 2013 y 2015, y lo será nuevamente en 2017 y 2019. El Semillero es el apoyo de la Unctad en toda la organización del curso.

+



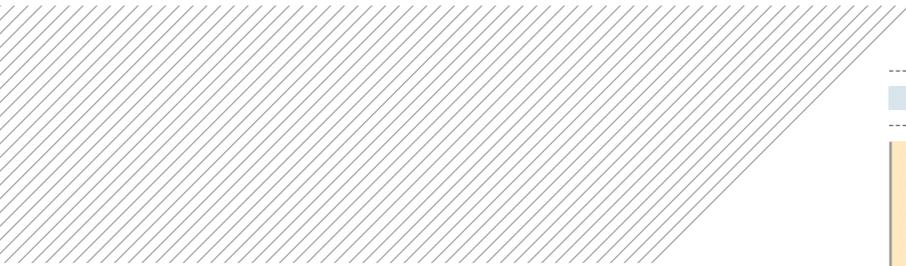
El Observatorio también se ha convertido en un brazo de la Universidad para las relaciones con organizaciones nacionales e internacionales: Unctad, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), y diferentes ministerios y departamentos del Gobierno colombiano.

## Rumbo a Ginebra

El Observatorio también es el espacio de entrenamiento para el Viaje Académico de la Unctad que estudiantes de pregrado y maestría de EAFIT, así como de otras universidades de Colombia, hacen cada año a Ginebra, Suiza. En el Palacio de las Naciones Unidas, los visitantes se encuentran con expertos internacionales vinculados a la ONU, a la Organización Mundial



Foto: Robinson Henao



del Comercio, entre otras organizaciones. Durante una semana asisten a conferencias y talleres. Allí aprenden sobre cómo se elaboran los reportes de la entidad: la metodología, la recolección de los datos, la divulgación, entre otros.

“Es maravilloso porque es posible conocer donde tienen lugar las decisiones de las organizaciones internacionales con las que tiene relación el observatorio. Es una experiencia enriquecedora porque se tiene la oportunidad de conocer a los expertos que realizan los informes y, además, porque se comparten perspectivas de diferentes nacionalidades”, asegura Carolina Herrera-Cano, quien estuvo en Ginebra, en 2013.

+

El Semillero surgió como espacio de capacitación para un viaje académico y se convirtió en una plataforma de análisis y de relacionamiento diplomático.

Todos estos son los aportes de este Semillero que surgió en 2013 como un espacio dedicado, especialmente, a capacitar a los estudiantes que irían a este viaje académico. Así evolucionó hasta convertirse en la plataforma de análisis y de relacionamiento diplomático que es ahora.

Si bien su denominación administrativa es la de Semillero, sus funciones lo convierten más en una plataforma de análisis y de relacionamiento público. Esto se evidencia en los textos de su blog, en el perfil de los eventos que lideran y en las relaciones que establecen. “Más que un semillero de investigación, el Observatorio tiene el carácter de un centro de análisis o de un centro de investigación”, puntualiza la investigadora Maria Alejandra.

La visión del Semillero, que ahora cuenta con 15 integrantes, es transformarse en un observatorio sostenible que preste servicios de asesorías, consultas y análisis: un proyecto de vida para los egresados en el que se potencien como analistas e investigadores.

## Firma en un libro

El Semillero de investigación Observatorio en Comercio, Inversión y Desarrollo también tiene su firma plasmada en el capítulo 12 (Crear un entorno global propicio y catalizar los recursos financieros a largo plazo) del libro *Objetivos de Desarrollo Sostenible: la Agenda Post 2015 vista desde Colombia*, editado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia y las Naciones Unidas.

Este capítulo, lanzado el 14 de mayo de 2015, trata sobre la importancia de integrar las acciones del gobierno, el sector privado y la sociedad civil para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es decir, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.



+

## Investigadora

**Maria Alejandra Gonzalez-Perez**

PhD en Negocios Internacionales y magíster en Relaciones Industriales y Gerencia de Recursos Humanos de National University of Ireland, donde ocupó una posición posdoctoral en Responsabilidad Social de la Educación Superior. Profesora titular de la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT. Es la vicepresidente de la Academia de Negocios Internacionales (AIB) en el periodo 2015-2018, y coordinadora de las universidades colombianas ante la Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (Unctad). Áreas de investigación: la internacionalización de las empresas de los mercados emergentes, la responsabilidad social corporativa y la sostenibilidad.

# Así se conjugan biología y computación

Beatriz Elena García Nova

Colaboradora

**Matemática y biología fueron ingredientes primordiales que se combinaron en el Tercer Congreso Colombiano de Biología Computacional y Bioinformática. Expertos en estas disciplinas expusieron cómo logran aprovechar miradas muy diversas para fines comunes.**

+

Aplicar métodos computacionales para resolver o entender problemas de índole biológico es la razón de ser de la biología computacional y la bioinformática, áreas que reunieron en Medellín a expertos, estudiantes e investigadores de diferentes países para el Tercer Congreso Colombiano de Biología Computacional y Bioinformática (CCBCOL3), del 16 al 18 de septiembre de 2015.

El número y el nivel de los trabajos libres que se presentaron fueron buenos indicadores de que estas



De la organización del Congreso CCBCOL3 en Medellín hicieron parte las universidades EAFIT, de Antioquia, Pontificia Bolivariana y CES, el Instituto Tecnológico Metropolitano y la Corporación para Investigaciones Biológicas.

áreas cada día toman más fuerza en Colombia, señala Carlos Muskus López, coordinador general de este evento, en el que se realizó una primera reunión con miras a establecer una sociedad de biología computacional y bioinformática en el país.

Tanto en las diferentes ponencias como en los cursos sobre búsqueda de medicamentos, nanotecnología, metagenómica, metabolómica y biología de sistemas que se ofrecieron previos al Congreso se notó la sinergia entre computación y biología.

Una interpretación de esa unión la da Javier Correa Álvarez, doctor en Genética y Biología de la Universidad Estatal de Campinas (Brasil) y profesor del programa de Biología en EAFIT: “si ellos [científicos de la computación] deciden hacer un experimento en el laboratorio les queda difícil y para nosotros [los biólogos] profundizar en la matemática y en el algoritmo de las cosas también es difícil, entonces es el matrimonio perfecto porque nos encontramos en el medio”.

La idea de Correa Álvarez, quien hizo parte del comité logístico del Congreso, fue complementada por invitados internacionales de este evento, ellos compartieron con la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT-PERIODISMO CIENTÍFICO cómo la interdisciplinariedad es parte trascendental de su cotidianidad.

## Biología computacional y bioinformática, en contexto

Un panorama de estas disciplinas en el mundo y en Colombia lo da Carlos Muskus López, coordinador general del Congreso CCBCOL3, doctor en Ciencias básicas biomédicas, profesor y coordinador de la Unidad de Biología Molecular y computacional del Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales (Pecet) en la Universidad de Antioquia.

### ¿Cuál es la importancia de la biología computacional y la bioinformática en el mundo?

Su importancia es evidente hoy en día, dados los avances en el entendimiento de procesos biológicos complejos en seres vivos, además de su contribución en el descubrimiento de medicamentos y vacunas. En farmacoterapia existen medicamentos comerciales cuyo descubrimiento ha sido a través de métodos computacionales.

Además, la biología computacional y la bioinformática han facilitado muchos procesos de secuenciamiento y anotación de genomas, que contribuyen a entender los procesos patológicos, la filogenética



Kathleen Marchal enfatiza en que la interdisciplinariedad no es juntar personas de diferentes disciplinas, “sino que todo el mundo tiene que ser interdisciplinar por sí mismo”. Por su parte, Aminael Sánchez sostiene que la biología computacional consiste en diferentes disciplinas al mismo tiempo, pero no es la experiencia, sino “la mentalidad la que se vuelve interdisciplinar”.

+

[parte de la biología que se ocupa de las relaciones de parentesco entre los distintos grupos de seres vivos] y el modelamiento de proteínas, química estructural de proteínas, simulación de procesos biológicos e, incluso, predecir cómo se relacionan o interactúan las proteínas o moléculas en las células, por mencionar algunos ejemplos de la importancia de estas disciplinas.

#### ¿Con qué avances cuenta Colombia en este campo?

Cada día hay más avances en estas disciplinas en Colombia, como se ha evidenciado en los trabajos presentados en los tres congresos colombianos de biología computacional y bioinformática que se han realizado en el país. Ahora no solo son trabajos aplicando herramientas desarrolladas en otros países, sino que ya se empieza a ver *software* o programas desarrollados localmente y de buena calidad.

#### ¿Qué hace falta en el país?

Se necesitan facultades de ciencias de la computación, que quizás ayuden a solucionar, entre otras, la escasez de programadores y más en áreas de la biología. También, que las facultades de ingeniería de sistemas en Colombia empiecen a incluir en sus

programas, pues en la mayoría no se incluye, el área de biología computacional y bioinformática, y que vean fuentes de empleo y de creación de empresas en el estudio y solución de problemas biológicos.

Afortunadamente, ya en algunas universidades hay posgrados en biología computacional o en ciencias de la computación o programas en los que se enfatiza en la biología computacional o bioinformática. Necesitamos, quizá, también más capacidad de procesamiento, entramos en la era del *big data* y aquí es fundamental que los clústeres que existan en algunas universidades o centros de computación se utilicen racional y adecuadamente.

Sin embargo, algo fundamental es que, la mayoría de las veces, la parte computacional se debe verificar experimentalmente y aquí hay un retrasamiento o atraso. Por ejemplo, a partir de una librería virtual podemos predecir, desde la computación, que de un millón de compuestos o moléculas, unas 10.000 (uno por ciento) son potenciales medicamentos para el tratamiento de una enfermedad, pero luego la verificación experimental de esto se ve estancada o retrasada por la falta de recursos para conseguir los compuestos y, principalmente, por la falta de centros de tamizaje de alto rendimiento.

---

## “Todo el mundo tiene que ser interdisciplinar”

---

### Kathleen Marchal

Esta investigadora belga, PhD en Microbiología molecular de la Universidad de Lovaina, desde una perspectiva computacional trabaja en métodos para describir el mecanismo de acción del desarrollo del cáncer. En la actualidad su grupo de investigación tiene métodos que están a la vanguardia para responder a ese problema, es decir, cómo se origina el cáncer, cómo se desarrolla y qué se puede hacer para detenerlo, aunque desde el punto de vista de ciencia básica, aclara Marchal, la investigación todavía es algo que va en incremento, y no necesariamente con un impacto específico.

Su grupo Integración de datos y redes biológicas de la Universidad de Gante se enfoca en el desarrollo de métodos computacionales para apoyar a los biólogos de sistemas con el análisis de datos, procedimientos que también permiten descubrir ‘nueva biología’ a partir del meta-análisis de datos públicos disponibles.

Con base en esta experiencia, Marchal destaca que “la interdisciplinariedad no es poner personas de diferentes disciplinas juntos, eso no funciona nunca, sino que todo el mundo tiene que ser interdisciplinar por sí mismo”.

En su grupo trabajan muchas personas de países extranjeros, debido a que en su área no tienen muchos investigadores nacionales y, también, por el buen nivel de los estudiantes suramericanos y franceses. En cuanto a la mentalidad de los primeros, dice que “están motivados para investigar, lo hacen apropiadamente y son buenos trabajadores”.

Sobre la biología computacional en países en vías de desarrollo afirma que: primero, es una disciplina muy económica, que no depende de recursos para experimentos; y segundo, la generación de datos es accesible para todos los países, no solo para los más ricos. Además, es una forma de explorar los recursos naturales de regiones como Colombia y Ecuador, que son principalmente biodiversidad.

Al respecto, asevera que: “molesta mucho que la gente llamada ‘de afuera’, básicamente robe sus recursos naturales para hacer análisis en algún lugar de Europa o Estados Unidos y patente su descubrimiento y lo venda. Ustedes pierden sus recursos para el desarrollo de medicamentos o biorremediación [uso de microorganismos para recuperar el medio ambiente o tratar materiales]”.

+

---

## La mentalidad es “la que se vuelve interdisciplinar”

---

### Aminael Sánchez

Sánchez es cubano, hizo sus posgrados en Bélgica y ahora vive en Ecuador, donde investiga la evolución de comunidades microbianas a partir de muestras tomadas del campo. Su trabajo se enfoca en desarrollar bioproductos para remediación del suelo y remover contaminantes que quedan de la minería.

Tras ser académico en América y en Europa puntualiza en la necesidad de dejar de buscar siempre afuera y critica que muchas veces en América Latina, por ejemplo al organizar un curso universitario, se valoran más a los investigadores extranjeros que a los locales, y para él eso no debería ser así: “podríamos también empezar a colaborar entre América Latina, somos muchos países con problemas y ambiciones semejantes”.



Foto: Robinson Henao

“Mientras más oportunidades y financiamiento haya, más se puede hacer, de lo contrario tenemos que ir afuera y no es justo muchas veces ir a dar nuestros resultados”, sostiene Aminael Sánchez.



Foto: Robinson Henao

Ananth Grama calcula que 20 por ciento del presupuesto total en los Estados Unidos va hacia la salud, y la mayoría de este porcentaje se dirige a las enfermedades como presión arterial, enfermedad hematológica, del corazón, es decir, las que ocurren a edades avanzadas, de ahí la importancia de trabajar sobre el envejecimiento.

En su caso, ha podido confirmar los beneficios de trabajar en red con colegas colombianos como Sergio Pulido y Javier Correa Álvarez, el primero realiza su doctorado en Bélgica con Kathleen Marchal y el segundo es profesor de EAFIT y trabaja, tal como Sánchez, en remediación del suelo.

En este sentido, Sánchez destaca que Colombia “mira hacia adentro” en biología computacional y eso lo ha notado en Manizales, en Bogotá y con la organización del Congreso en Medellín. “Mientras más oportunidades y financiamiento haya, más se puede hacer, de lo contrario tenemos que ir afuera y no es justo muchas veces ir a dar nuestros resultados”, sostiene.

Sin embargo, reconoce que aunque los datos que alimentan la tecnología computacional vienen casi siempre de países con muchos recursos monetarios, como Estados Unidos, esos datos requieren de herramientas para analizarlos y, ahí, los países menos adinerados tienen mucho que aportar. Solo hace falta, sugiere, mayor reconocimiento por parte de aquellos que generan los datos para quienes los analizan.

Otra de sus observaciones es que exámenes y cursos, como pasa en Ecuador, donde él trabaja, estén diseñados para reproducir conocimiento y no sean críticos. En lugar de esto, él procura aplicar el aprendizaje basado en proyectos.

Así fue en el curso de metagenómica que ofreció con Javier Correa los días previos al Congreso. Ellos propusieron a los participantes algunas situaciones que debían resolver por sí solos investigando y sintetizando conocimiento, para luego llegar a conclusiones y discutir las. “Es un reto que tenemos en educación en América Latina, nuestros cursos no están diseñados para eso, tal vez solo lo hacemos en cursos de posgrado”

Otra cosa que no ofrece el currículo universitario, acota, son cursos interdisciplinarios: “nuestro campo consiste en diferentes disciplinas al mismo tiempo, pero no es la experiencia, es la mentalidad la que se vuelve interdisciplinaria”, concluye.

## + La ciencia no puede construirse de manera aislada

### Ananth Grama

El interés de este investigador de origen indio y radicado en los Estados Unidos ha estado centrado en trabajar con sistemas muy grandes, con millones de computadores ligados unos a otros, grandes computadores que van desde sistemas paralelos hasta sistemas distribuidos. Y esto con el fin de resolver, por ejemplo en su caso, “qué pasa en nuestra maquinaria celular que causa ciertas enfermedades” y buscar su cura.

Para sintetizar sus funciones como científico de la computación, Grama, PhD en Ciencias de la computación, explica que, por un lado, está la parte del análisis y, por otro, también está la estadística: mirar conexiones, patrones y sus frecuencias, y para esto se requieren muchos algoritmos.

Todo con el fin de buscar la cura de enfermedades, para lo que es crucial entender cómo las células envejecen. Grama calcula que 20 por ciento del presupuesto total en los Estados Unidos va hacia la salud, y la mayoría de este porcentaje se dirige a las enfermedades como presión arterial, enfermedad hematológica, del corazón, es decir, las que ocurren a edades avanzadas, de ahí la importancia de trabajar sobre el envejecimiento.

En relación con la interdisciplinariedad en su trabajo, menciona unos experimentos en los que observan cómo las proteínas del virus del dengue interactúan con las proteínas humanas. Para esto, explica, el trabajo se hace en tres frentes: por una parte, una persona recolecta muchos datos de esas interacciones entre proteínas, de otro lado, Grama toma esos datos e integra propósitos potenciales para los medicamentos y la tercera persona hace experimentos con los virus vivos, la parte más riesgosa, dado que además de trabajar con el dengue lo hacen con otros virus más peligrosos.

Como le insiste a sus estudiantes, no es que deban convertirse en biólogos, sino que sus habilidades matemáticas puedan aplicarlas a resolver problemas de la biología porque gracias a esta “se da sentido al problema y sin esta “nunca tendríamos el panorama completo de la enfermedad, sino una mirada parcial”, afirma Grama.



Kathleen Marchal

### Investigadores

#### Kathleen Marchal

Ingeniera en Biociencias, magíster en Bioingeniería y PhD en Microbiología molecular, Universidad de Lovaina. Lidera el grupo Integración de datos y redes biológicas, en la Universidad de Gante (UGent), Bélgica.

#### Aminael Sánchez

Bioquímico, Universidad de La Habana (Cuba); magíster en Biotecnología vegetal, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, y PhD en Bioingeniería e ingeniería biomédica, Universidad de Lovaina (Bélgica). Es docente investigador del Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador).

#### Ananth Grama

Licenciado en Ciencias de la Computación y Biología, Universidad de Roorkee (India); magíster en Ingeniería Computacional, Universidad Estatal Wayne, y PhD en Ciencias de la Computación, de la Universidad de Minnesota (Estados Unidos). Se desempeña como profesor de ciencias de la computación, director asociado del Centro para la ciencia de la información y del Centro para la Predicción de fiabilidad, estabilidad y supervivencia de microsistemas en Universidad Purdue (Estados Unidos).



Foto: Robinson Henao

# Laboratorio de ensayo de productos, al servicio del sector industrial

Mónica Vásquez  
Colaboradora

+

Con la prueba de fatiga del componente principal de los trenes del Metro de Medellín, que operan desde hace dos décadas en el sistema de transporte, EAFIT inauguró el Laboratorio de ensayo de productos.



El sistema incluye un muro de reacción lleno de agujeros de los que se sujetan los actuadores que aplican las cargas a los elementos analizados en el Laboratorio.

Oculta bajo un edificio de concreto y custodiada por las altas hojas de una puerta de metal, en el bloque 21 de la Universidad EAFIT reposa una ‘máquina del tiempo’ capaz de lograr que 18 años pasen en tan solo un mes.

Se trata del Laboratorio de ensayo de productos, inaugurado el 21 de septiembre de 2015 con la prueba de fatiga del componente principal de la estructura de los trenes de primera generación del Metro de Medellín: la traviesa del pivote, una pieza esencial para garantizar la seguridad de los ciudadanos que usan este medio de transporte masivo.

Día a día la integridad de las cerca de 2.400 personas que pueden ser transportadas, a 80 kilómetros por hora en las dos unidades que conforman un tren del Metro, depende en gran medida de que permanezcan unidos la carrocería y el sistema de potencia y rodaje del vagón que arrastra a los demás.

Esto se logra a través de las traviesas, es decir, unas vigas en las que, explica el ingeniero mecánico Alberto Rodríguez García, decano de la Escuela de Ingeniería de EAFIT, “las ruedas, el motor y un pivote jalan el conjunto del tren, así como la carga y los pasajeros”.

El problema, señala el decano, es que dichas piezas fueron diseñadas según estándares de calidad de los años 80, los que se quedarían cortos con base en los estándares actuales, y el aluminio, material con el que fueron construidas, presenta curvas de fatiga finitas, es decir, tienen una vida útil limitada.

Por eso, y con el fin de contar con opciones más económicas al reemplazar por completo los trenes, la empresa Metro y la Universidad emprendieron la aventura de repotenciar estas piezas desde el punto de vista estructural y tecnológico, y así alargar la vida útil, por otros 18 años, de los 42 trenes de construcción alemana que empezaron a funcionar en el valle de Aburrá hace un par de décadas. (Ver recuadro: ‘EAFIT y el Metro repotencian los trenes’)

Uno de los retos destacados por parte del Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi) fue ingeniar un procedimiento para someter dichos componentes, en tan solo un mes, a las exigencias de 18 años de ir y venir por las vías férreas, enfrentando, además, otra serie de elementos internos y externos.

A través de la Escuela de Ingeniería, EAFIT inauguró oficialmente su Laboratorio de ensayo de productos.

De esta manera, los ingenieros de EAFIT y del Metro, con el apoyo de expertos de Suiza –país reconocido por su tradición en materia de producción ferroviaria–, probaron en el Laboratorio de ensayo de productos que las traviesas cumplen con su deber y que el rediseño de las mismas fue el adecuado con base en los estándares mundiales.

## Presente sin precedentes

La génesis del Laboratorio se remonta a la década del 80 cuando se constituye el programa de Ingeniería de Producción y, como parte de un proceso de cooperación internacional, se fija la construcción de un laboratorio de ensayo de productos.

La idea comienza a materializarse en 2014 cuando cuatro departamentos de la Escuela de Ingeniería (Producción, Civil, Mecánica y Diseño de Producto) deciden que las inversiones regulares del año, en relación con el Centro de Laboratorios, se enfocaran en hacer realidad

este sueño. La coordinación general del proyecto la hizo su director Roberto Hernández Espinal.

De esta manera, hoy EAFIT cuenta con este espacio que permite practicar pruebas mecánicas en grandes elementos estructurales y su entrada en operación no pudo ser más significativa: el análisis de uno de los elementos estructurales principales de los trenes del sistema de transporte masivo de una ciudad que atraviesa un momento coyuntural en materia de movilidad con la integración del tranvía al sistema Metro.

El primer procedimiento adelantado en este espacio fue el ensayo de fatiga del componente principal del tren de primera generación del Metro de Medellín.

“El que la ingeniería colombiana sea capaz de hacer un ensayo de este tipo es un logro y un reto, pues aunque hay sistemas de este estilo en Colombia, estos son muy enfocados en materiales, no en productos, y no son comparables con los ensayos que estamos haciendo y los proyectos de ciudad que estamos beneficiando”, afirma el decano de Ingeniería.

Rodríguez asegura que ningún programa de Ingeniería se puede concebir, “en una ciudad innovadora y creadora”, sin asignaturas que impliquen el ensayo de productos, pues no es conveniente que una sociedad

saque a producción componentes cuyas prestaciones o riesgos no se han analizado.

Por eso, y teniendo en cuenta las características de la pieza del tren a analizar, a la inversión de 300.000 dólares que significó la adquisición de dos actuadores capaces de suministrar 1.000 kilonewtons (equivalentes a 100 toneladas) cada uno, y de otros tres con capacidad de aportar 100 kilonewtons (15 toneladas), se sumó el diseño, desarrollo e implementación de un marco de reacción acondicionado para sujetar y mover la pieza a analizar, y que puede ser desmontado y reensamblado según las dimensiones de futuros componentes.

El proceso para escoger los actuadores estuvo a cargo del ingeniero Jaime Bermúdez Ángel con la selección, y la adquisición la hizo la Dirección Administrativa y Financiera de la Universidad.

En cuanto al marco, su diseñador Jaime Leonardo Barbosa Pérez, profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de EAFIT, lo describe como “un conjunto de cuatro columnas de casi seis metros de altura y una viga principal en la que se conectan los dos actuadores grandes. Tiene travesaños que permiten subir y bajar la viga principal sobre las columnas, lo que genera un espacio adecuado para poner diferentes componentes estructurales a probar en el sistema. En el caso del tren, la carrocería se conecta en la parte intermedia del marco y los actuadores hacen la carga sobre los diferentes puntos que exige la norma”.

### Primeros pasos

Entidades como la Asociación Nacional de Industriales Carroceros (Asonicar) han mostrado interés en utilizar el Laboratorio de ensayo de productos.

De otro lado, la Resolución 3753, del 6 de octubre de 2015 expedida por el Ministerio de Transporte, emitió el Reglamento Técnico para vehículos de servicio público de pasajeros y dictó las disposiciones para que solo los vehículos que cumplan con los requisitos técnicos, basados en estándares internacionales para la seguridad de los usuarios y del medio ambiente, puedan prestar el servicio público de transporte.

La medida señala que los productores nacionales y los importadores de carrocerías deberán obtener el correspondiente certificado de conformidad, el que será válido en Colombia si es expedido por un organismo de certificación acreditado, lo que abre para EAFIT una gran oportunidad de poner el laboratorio al servicio del sector industrial del país.

Con la puesta en marcha de este Laboratorio, EAFIT se evita mandar al exterior los productos elaborados en su Escuela de Ingeniería, un beneficio del que podrá disfrutar la industria del país.

+

Actualmente, ya se hacen las pruebas de fatiga y dos de los componentes analizados se instalaron en un tren cuyo vagón se alista para hacer pruebas de campo, después de las que, y tras la validación de protocolos, la pieza se podría sacar a línea comercial.

## Futuro prometedor

Uno de los beneficios inmediatos de esta máquina es para las finanzas de Medellín, en caso de que los resultados del ensayo sean satisfactorios y el Metro de Medellín decida repotenciar las 168 traviesas de los 42 trenes, afirma el decano Alberto Rodríguez.

Este equipamiento es el único en Colombia que permite practicar pruebas mecánicas en grandes elementos estructurales.

Por su parte, el profesor Barbosa va más allá y enumera las ventajas que nacen para la Universidad en el mediano y largo plazo: “el beneficio para la academia es muy grande porque la investigación va a crecer mucho, ya que podemos probar diferentes tipos de elementos estructurales (carrocerías, vigas, mesas, entre otros.). Además, la industria se evita mandar las pruebas al exterior y las puede contratar con nosotros, evitando grandes sobrecostos por traslados de tecnología”.

### EAFIT y el Metro repotencian los trenes

El proyecto *Repotenciación (Refurbishing) de coches de vehículos ferroviarios* se remonta a 2012 cuando, a partir de una de las convocatorias de desarrollo tecnológico de Colciencias, el Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi) de EAFIT y el Metro de Medellín presentaron dicha propuesta que fue aprobada para ejecutar hasta 2016.

La iniciativa comenzó en el primer semestre de 2013. Para las actividades de la investigación adquirieron los actores de tecnología estadounidense, que permitieron adelantar la prueba de fatiga del componente principal estructural de la carrocería en el Laboratorio de ensayo de productos, reproduciendo las condiciones de operación del tren, explica Leonel Francisco Castañeda Heredia, director del Gemi.

En el desarrollo del proyecto, los investigadores se enfocaron en el principal componente de la carrocería del tren, la traviesa, y debieron conocer toda la información técnica del vehículo para la concepción de un nuevo componente estructural con mejores prestaciones que el diseño anterior. El componente fue producido y certificado en Suiza.



Alberto Rodríguez García y Leonel Francisco Castañeda Heredia

## Investigadores

### Alberto Rodríguez García

Decano de la Escuela de Ingeniería. Ingeniero mecánico, Universidad Pontificia Bolivariana. Áreas de interés: gestión y métodos de diseño, y diseño de máquinas.

### Leonel Francisco Castañeda Heredia

Ingeniero mecánico y doctor en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad EAFIT desde 2012, donde trabaja hace 17 años. Investigador Senior de Colciencias. Coordinador del Grupo de investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Área de interés: diagnóstico técnico de sistemas complejos de ingeniería que operan en los diferentes sectores de la economía.

### Jaime Leonardo Barbosa Pérez

Ingeniero mecánico, especialista en Diseño Mecánico y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Mecánica. Áreas de interés: desarrollo y diseño de equipos, modelación computacional, análisis y evaluación de máquinas, desarrollo y revisión de planos de fabricación y montaje, y evaluación rotodinámica de sistemas técnicos.





Publicado por

Revista  
Universidad EAFIT  
Periodismo Científico

---

Medellín - Colombia  
Enero-junio de 2016