

# Revista Universidad EAFIT

Vol. 53 | No. 172 | Medellín | Colombia | Julio-diciembre | 2018 | ISSN 0120-341X

Periodismo científico

# Revista Universidad EAFIT

Periodismo Científico

RECTOR	Juan Luis Mejía Arango
VICERRECTORA ADMINISTRATIVA Y DE PROYECCIÓN SOCIAL	Paula Andrea Arango Gutiérrez
VICERRECTORA DE APRENDIZAJE	Claudia María Zea Restrepo
SECRETARIO GENERAL	Hugo Alberto Castaño Zapata
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	Félix Londoño González
COMITÉ EDITORIAL	Juan Luis Mejía Arango Félix Londoño González Adriana García Grasso Catalina Suárez Restrepo Ana Silvia Gallo Vélez Ana María Londoño Rivera Juan Carlos Luján Sáenz María Alejandra González Pérez Daniel Hermelin Bravo Juan Diego Jaramillo Fernández Nicolás Pinel Peláez Diego Téllez Falla Paulo Cepeda Sánchez
DIRECCIÓN	Dirección de Investigación Departamento de Comunicación
COORDINACIÓN Y EDICIÓN	Paulo Cepeda Sánchez
DISEÑO DIAGRAMACIÓN	Área de Comunicación Creativa César Franco Restrepo
FOTOGRAFÍAS	Róbinson Henao Cañón Cortesía y archivo
EDICIÓN	Vol. 53. No.172 Julio-diciembre de 2018

[www.eafit.edu.co/investigacion](http://www.eafit.edu.co/investigacion)

COMENTARIOS  
[comunicaciones@eafit.edu.co](mailto:comunicaciones@eafit.edu.co)

ISSN 0120-341X  
Vigilada Mineducación



**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.

The monitor displays a molecular simulation on the left and a terminal window on the right. The simulation shows a grid of spheres with a few highlighted in red and blue. The terminal window shows a list of jobs and their status.

JOBID	PA	TIME	NODES	MODELIST
197024		0:00	4	(Priority
197026		0:00	4	(Priority
197027		0:00	4	(Priority
197034		0:00	4	(Priority

The terminal window also shows the following text:

```
arendon@icsubnit01:
$ sq
CO2_reduction lo-23 solvation
energy.dat Met.1 useful
Explicit_solvation nueva
file pot final
arendon@icsubnit01:
$ cd Explicit_solve
arendon@icsubnit01:
$ ls
CHD CHOH CO COH
arendon@icsubnit01:
$ energy OUTCAR
```

# Revista Universidad EAFIT

Periodismo científico

Con imágenes satelitales

## Analizan asentamientos urbanos informales en Latinoamérica

**Ante el acelerado crecimiento urbano es necesario mejorar la planificación y la gestión de las ciudades para que estas sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. El grupo Research in Spatial Economics (Rise), de la Universidad EAFIT, aporta su grano de arena con insumos que sirven para la toma de decisiones. En uno de sus proyectos, mediante la utilización de imágenes satelitales, compararon los asentamientos urbanos informales de tres ciudades latinoamericanas: Medellín, Recife y Buenos Aires.**

De cerca de 4.000 millones de personas (54 por ciento de la población mundial) que vivía en ciudades en 2015, se proyecta que la cifra alcance los 5.000 millones en 2030, según el *Informe del Secretario General Progresos en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017*, de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

La urbanización acelerada, asegura la ONU, conlleva enormes dificultades como el creciente número de habitantes de barrios marginales, el incremento de la contaminación atmosférica, la insuficiencia de los servicios básicos y la infraestructura, y el crecimiento urbano incontrolado y no planificado. Problemáticas que también aumentan la vulnerabilidad de las ciudades ante los desastres.

Debido a esos factores, sumados al crecimiento demográfico y la falta de políticas apropiadas en materia de tierras y vivienda, el número absoluto de residentes en zonas urbanas que viven en barrios marginales sigue en aumento, por ejemplo, de 792 millones de personas residentes en dichas en 2000, la cifra se elevó a 880 millones en 2014, según la ONU.

La Universidad EAFIT no es ajena a este tipo de retos y, por ejemplo, a través del grupo Research in Spatial Economics (Rise), del Departamento de Matemáticas (Escuela de Ciencias), aporta con

investigaciones que sirven de insumo para tomar mejores decisiones en esta materia desde los sectores público y privado.

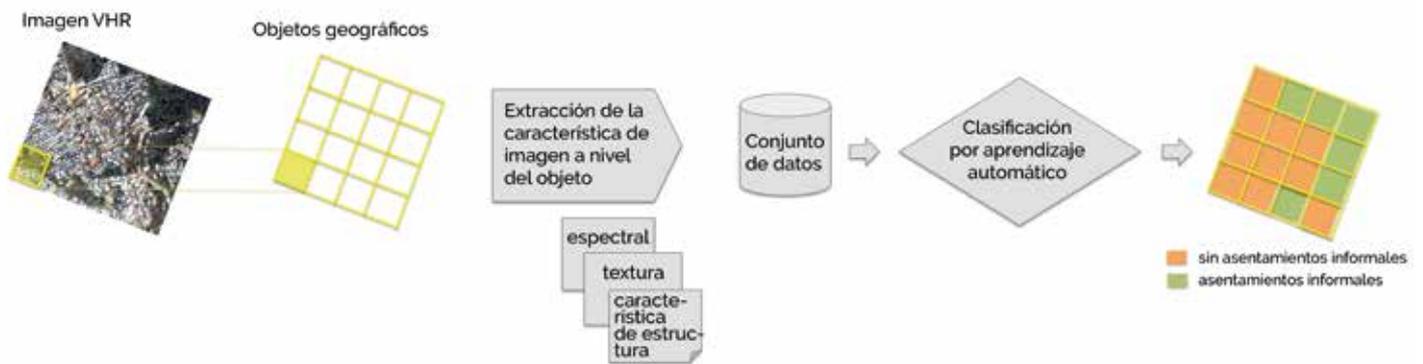
En un proyecto reciente para el CAF –banco de desarrollo de América Latina–, los investigadores del Rise Juan Carlos Duque Cardona (coordinador) y Jorge Eduardo Patiño Quinchía compararon los asentamientos urbanos informales de Medellín con los de otras dos ciudades latinoamericanas: Recife (Brasil) y Buenos Aires (Argentina).

Dicho trabajo adquiere relevancia en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en el 11 que le apunta a lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Se trata de un reto de alto impacto en Latinoamérica si se tiene en cuenta que estas metas implican intervenir una buena parte de lo ya construido.

A continuación se presentan algunas imágenes, con su respectiva explicación, de la investigación realizada por el Rise para el CAF, cuyos resultados se publicaron en:

Duque, J. C., Patino, J. E., & Betancourt, A. (2017). *Exploring the Potential of Machine Learning for Automatic Slum Identification from VHR Imagery, Remote Sensing*, 9(9), 895. <https://doi.org/10.3390/rs9090895>

## 1 . Proceso de investigación (resumen gráfico)



Se usaron imágenes satelitales de muy alta resolución (VHR, por la sigla en inglés de Very High Resolution) de tres ciudades de América Latina, tomadas de Google Earth con nivel de zoom 18.

A partir de una imagen satelital VHR se extraen múltiples variables que describen y cuantifican la apariencia del territorio. Estos datos se usan luego en un proceso semiautomático con métodos de *machine learning* (aprendizaje automático) para identificar los asentamientos informales (*slums*) en toda la ciudad.

## 2 . Apariencia de asentamientos informales en tres ciudades de América Latina:



Buenos Aires, Villa 21-24 Zavaleta.

Fuente: © 2018 Google Earth digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.



Medellín, Comuna 2-Santa Cruz.

Fuente: © 2018 Google Earth digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.



Recife, Chao de Estrelas.

Fuente: © 2018 Google Earth digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.

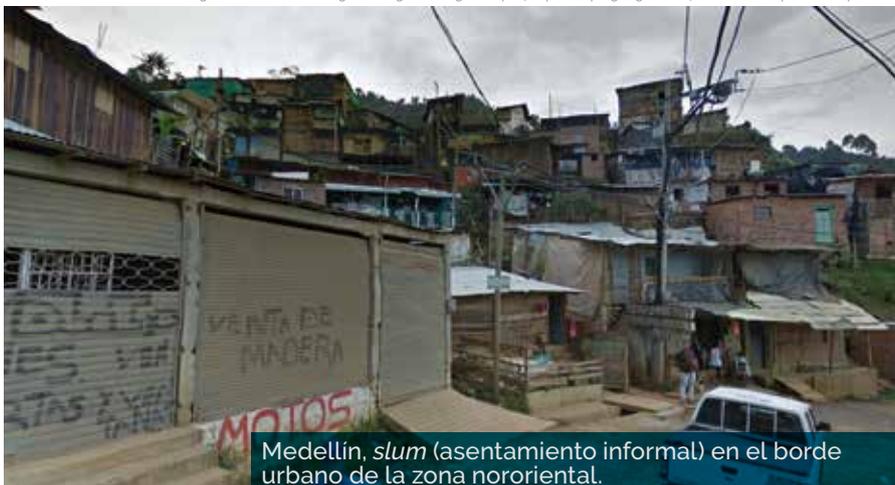
Las áreas informales en las tres ciudades comparten algunas características: agrupaciones de viviendas pequeñas muy próximas unas de otras y ausencia de vegetación en el trazado urbano. Sin embargo, también se observan diferencias interesantes. En Buenos Aires y Medellín existe alta heterogeneidad en los techos de las viviendas (diferentes materiales muy cerca), homogeneidad en distancias grandes (el mismo tipo de barrio o de apariencia en áreas grandes), y patrones orgánicos similares. En Recife el asentamiento informal es más organizado y hay mayor homogeneidad en el material de los techos.

### 3 . Apariencia de asentamientos informales en tres ciudades de América Latina, vistos desde el suelo:



Buenos Aires, Villa Zavaleta.

Fuente: © 2018 Google, "Street View" digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.



Medellín, *slum* (asentamiento informal) en el borde urbano de la zona nororiental.

Fuente: © 2018 Google, "Street View" digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.



Recife, Chao de Estrelas.

Fuente: © 2018 Google, "Street View" digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.

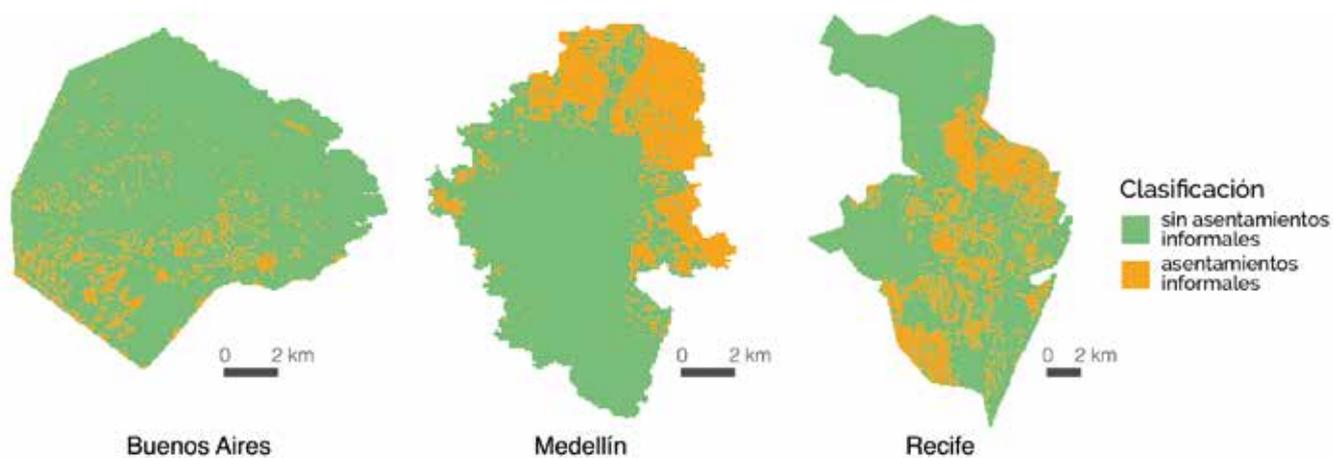
## 4 . Contraste entre área informal y área formal en Buenos Aires:



📷 Fuente: © 2018 Google Earth digital images, Google Maps (<http://maps.google.com>), fecha de captura: mayo 2018.

En Buenos Aires, el contraste entre las Villas 21 y 24 (Zavaleta) y el área formal vecina a la derecha es muy alto. La presencia de vegetación es baja en ambas zonas, pero en el área informal es casi inexistente. El área informal es menos organizada y regular que el área formal y el ancho de sus vías es también mucho menor.

## 5 . Resultado del proceso semiautomático de identificación de *slums* (asentamientos informales):



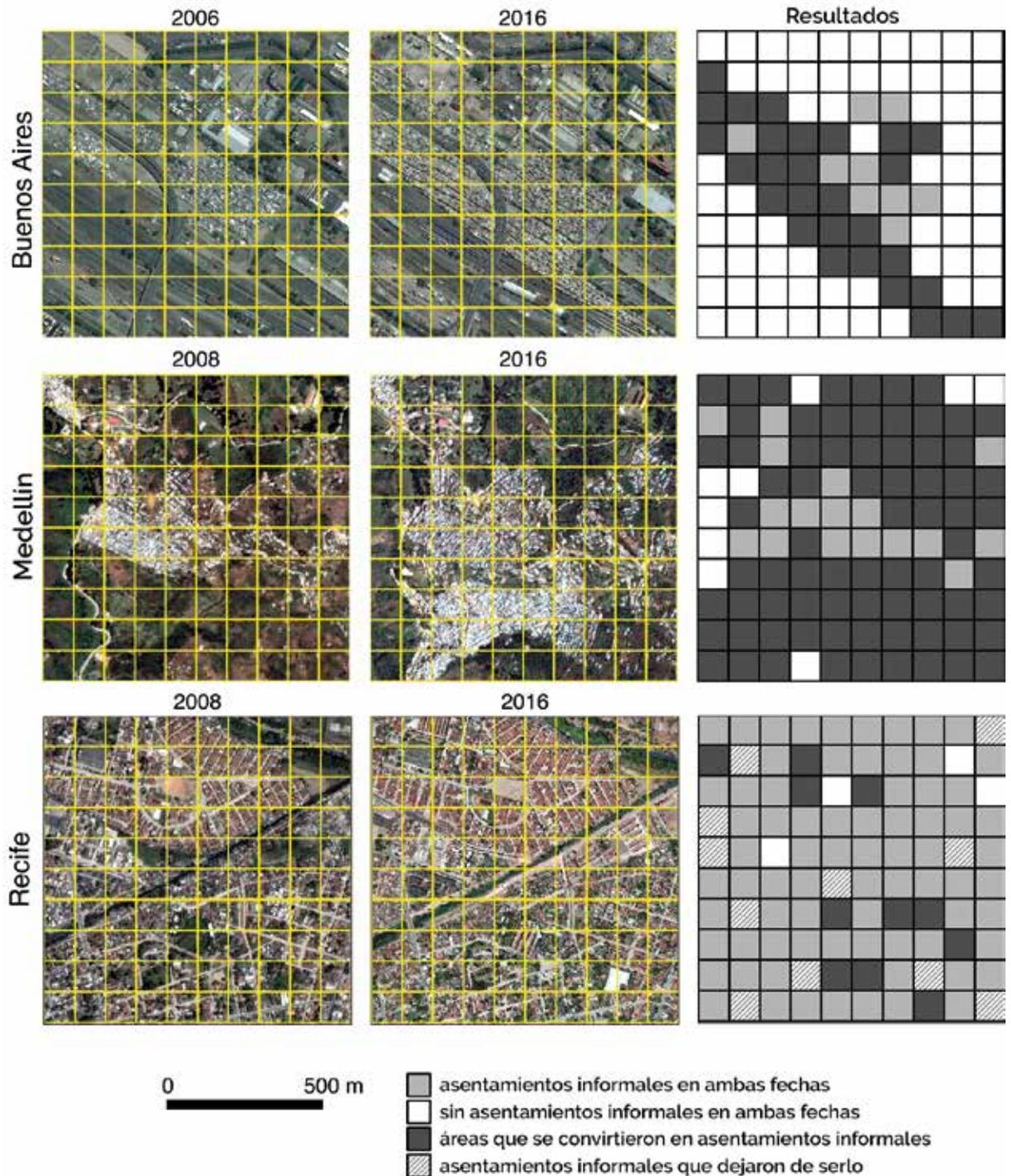
Los mapas muestran las áreas identificadas como "informales" (*slum*) al usar el procedimiento semiautomático con las imágenes satelitales. Los patrones espaciales de las áreas informales en las tres ciudades son diferentes.

En Buenos Aires hay un patrón más disperso, con *slums* (asentamientos informales) que aparecen en lotes vacantes del área urbana y en la periferia de las áreas industriales.

En Medellín están localizados y concentrados en la periferia y hacia el norte de la ciudad, que en buena parte son áreas que han recibido gran cantidad de población desplazada como consecuencia del conflicto armado.

En Recife estas áreas informales están distribuidas en agrupaciones grandes a lo largo de la ciudad y cerca de ríos (como el Capibaribe) y autopistas (como la BR-101).

## 6 . Análisis temporal para seguimiento de las áreas informales:



Al comparar el resultado de procesar las imágenes de 2016 con las tomadas hace aproximadamente una década es posible observar algunas tendencias en el crecimiento de las áreas informales.

En Buenos Aires las áreas informales tienden a crecer al usar espacios disponibles cercanos a otras áreas informales: espacios entre vías de ferrocarril, áreas de parqueaderos en zonas industriales, entre otros.

En Medellín existe la tendencia a ocupar áreas sin desarrollar al borde del perímetro urbano y cerca a otras áreas informales.

En Recife se ha visto que algunas áreas informales se transformaron o desaparecieron a causa de la ampliación de infraestructura vial o relocalización, mientras que aparecen nuevos asentamientos informales en otros sectores de la ciudad que estaban sin desarrollar en 2008.

# CONTENIDO

## Secciones

Editorial

Patentes

Proyectos de investigación

Tema especial

Universidad de los Niños

Entrevistas

Egresados en la ciencia

Iniciativas emprendedoras

Semilleros

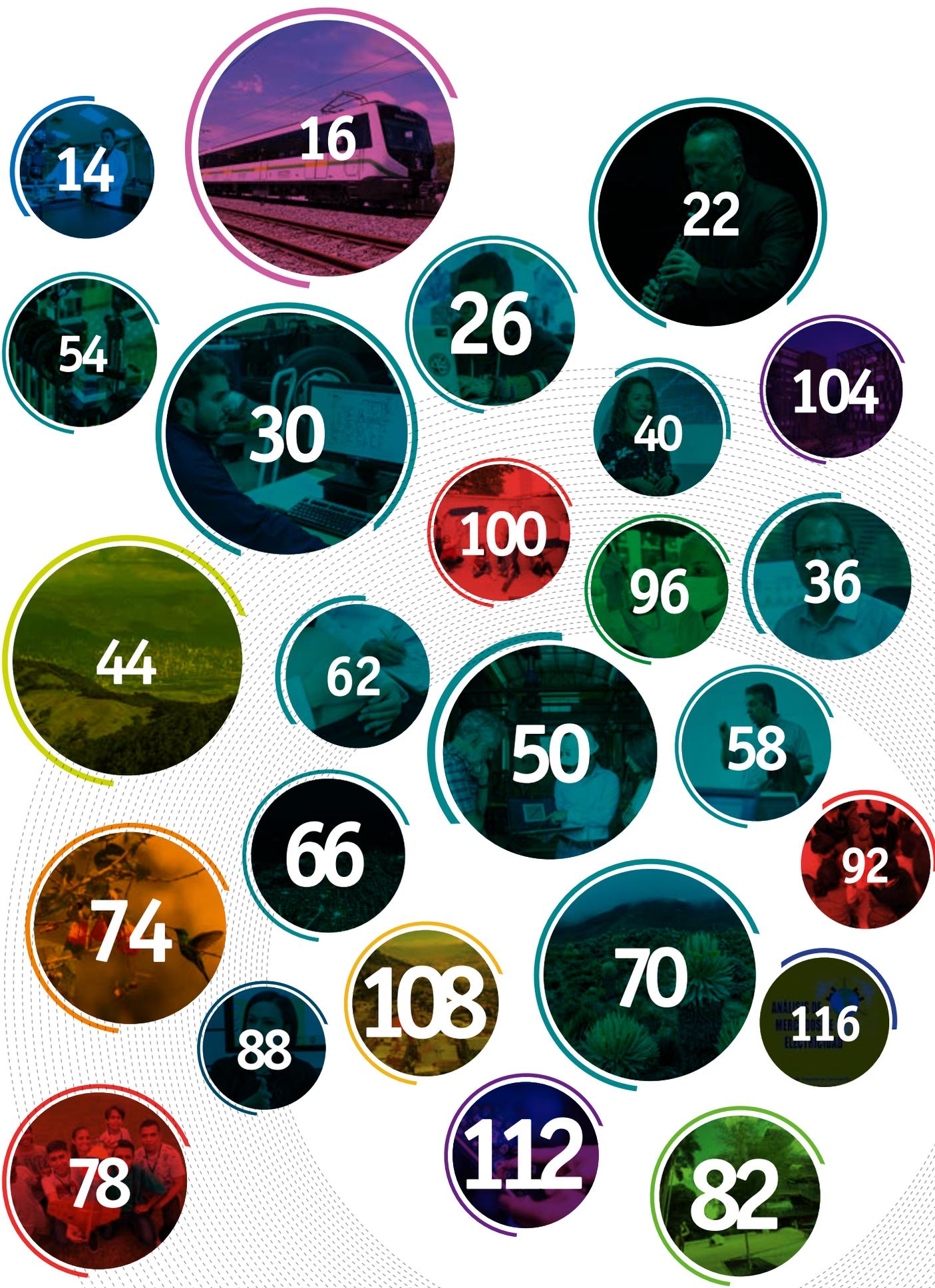
Universidad de tercera generación

Infraestructura

Publicaciones EAFIT

## Artículos

- 14 A investigar se aprende investigando
- 16 La invención en EAFIT: una espiral de conocimiento
- 22 Acuarimántima, una inspiración para que la música perdure
- 26 El *millennial* colombiano no es como lo pintan
- 30 EAFIT e Icolfibra trabajan por un transporte urbano sostenible
- 36 Hay que hacer amigos para conquistar el mercado global
- 40 Los precios se pueden ver como partículas en movimiento
- 44 Una respuesta ante los desafíos urbanos en países emergentes
- 50 Un paso adelante para prevenir el riesgo sísmico
- 54 Imágenes ópticas más limpias gracias a los físicos
- 58 Un manual de lógica para juristas
- 62 En crisis económicas la tasa de fertilidad se reduce en sectores más pobres
- 66 La forma de las ciudades influye en su productividad
- 70 Pistas para enriquecer el debate minero en Colombia
- 74 Priorizar las políticas para detener la pérdida de biodiversidad
- 78 Ciencia para llegar a otros mundos
- 82 El campus de EAFIT es el laboratorio a cielo abierto de BioMat
- 88 Claudia Urrea construye comunidad educativa desde el MIT
- 92 Metodología de exportación, de Medellín a Lima
- 96 Germina Natural *vitro* para fortalecer el sector agrícola
- 100 Las sorpresas de mirar hacia dentro
- 104 Ciencia a la vista en la Universidad Parque
- 108 DensUrbam: una lectura de ciudad
- 112 Ciencia 2.0: visibilizar la investigación en la era digital
- 116 Publicaciones EAFIT





Róbinson Henao

# A investigar se aprende investigando

Félix Londoño González

Director de Investigación

En la Universidad EAFIT, en especial en lo que se refiere a los programas de posgrado de maestría y de doctorado, la generación de nuevo conocimiento se sustenta en la relación virtuosa entre el desarrollo de las actividades de investigación y los procesos de formación en este quehacer.

La investigación es usualmente liderada por quienes han recibido formación doctoral y su desarrollo contempla, además de lograr los objetivos en torno a sus preguntas de indagación, preparar las nuevas generaciones de relevo de investigadores a través de los programas de posgrado. Estudiantes que en su proceso de preparación apropian las metodologías inherentes al quehacer investigativo.

Un proceso que desde la formación, en los sistemas avanzados de generación de nuevo conoci-



+

miento, deriva luego en la apropiación social de este al permear, impactar y transformar el entorno con las aplicaciones y soluciones a problemas que del mismo se originan.

Pareciera que la formación de los investigadores en los sistemas de posgrado se logra con personas que han adquirido una cierta mayoría de edad profesional. Sin embargo, la realidad es que quienes alcanzan este objetivo lo han logrado luego de transitar un camino que se ha iniciado en algún momento de su niñez. De hecho, es usual encontrar en las biografías de los Premios Nobel de ciencias aquellas anécdotas sobre sus vivencias de infancia que determinaron ese recorrido que los llevó a destacarse en sus campos de acción. Una situación muy similar a la que ocurre con los músicos connotados y con los deportistas de alto rendimiento.

Por esta razón, en la Universidad EAFIT el sistema de posgrados se complementa con los programas: Semilleros de Investigación –de manera

articulada con el pregrado– y Universidad de los Niños, que propicia la sensibilización en ciencias por parte de niños y jóvenes de entre 8 y 15 años provenientes de colegios públicos y privados. Una manera de avivar el espíritu de la investigación y de la pregunta que es común que florezca de manera natural en la temprana infancia y que, infortunadamente, se va desdibujando en muchos individuos a medida que avanzan hacia su mayoría de edad.

La aspiración de EAFIT, mediante su sistema de investigación-formación, es que quienes disfruten del goce lúdico-intelectual en la Universidad de los Niños y luego transiten por el pregrado –permeados por la experiencia de la investigación formativa–, apropien competencias que les permitan abordar la realidad más desde las preguntas que desde las respuestas. Con esto se busca además que queden habilitados para continuar su proceso de formación como investigadores en el sistema de posgrados.

# La invención en EAFIT: una espiral de conocimiento



De las 40 patentes otorgadas a la Universidad EAFIT, siete se han logrado con el Metro de Medellín y el apoyo de Colciencias: cuatro nacionales, dos en Estados Unidos en sistemas ferroviarios y una nacional en sistemas de transporte por cable aéreo.

© cortesía Metro de Medellín

**Innovaciones que impactan el bienestar de la sociedad son el resultado científico y tecnológico de la Universidad EAFIT que, en los últimos meses, ha obtenido 10 patentes: 9 en Colombia y 1 en los Estados Unidos. Hasta la fecha la Institución suma 40 patentes otorgadas a través de 9 grupos de investigación de las escuelas de Ingeniería y de Ciencias.**

Patentes otorgadas a la Universidad EAFIT por grupo de investigación

Grupos de investigación	Número de patentes
Ingeniería de Diseño (Grid)	8
Bioingeniería (GIB)	7
Electromagnetismo Aplicado (Gema)	6
Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi)	7
Mecatrónica y Diseño de Máquinas	6
Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop)	2
Investigación en Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (IEXS)	2
Mecánica Aplicada	1
Geología Ambiental e Ingeniería Sísmica	1
<b>Total</b>	<b>40</b>

Ángela Milena Amaya Moreno

Colaboradora

Desde el Medioevo la producción científica hace parte del deber ser de las universidades, esa búsqueda de conocimiento que surge a partir del encuentro de múltiples saberes entre investigadores, docentes y estudiantes, quienes al sumar capacidades hacen que el conocimiento evolucione, lo desarrollen y den respuestas a preguntas que parecían no tenerlas.

De esta manera, lo que nace como una idea se materializa en proyectos y en nuevo conocimiento reflejado en productos o en servicios que, en muchos casos, resuelven necesidades de la sociedad y aportan competitividad y productividad al país.

En este contexto, la Universidad EAFIT –en coherencia con su Misión– contribuye al progreso social, económico, científico y cultural del país, no solo a través de formación de excelencia académica, sino

con investigación científica y aplicada, en interacción permanente con los sectores empresarial, gubernamental y académico.

Así lo reafirman sus actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) con las que hasta la fecha le han otorgado 40 patentes: 33 de invención -28 en Colombia, 3 en los Estados Unidos, 1 en Alemania y 1 en Japón- y 7 modelos de utilidad. Las 40 patentes las ha obtenido la Institución a través de 9 grupos de investigación pertenecientes a las escuelas de Ingeniería y de Ciencias. (Ver 'Patentes otorgadas a la Universidad EAFIT por grupo de investigación').

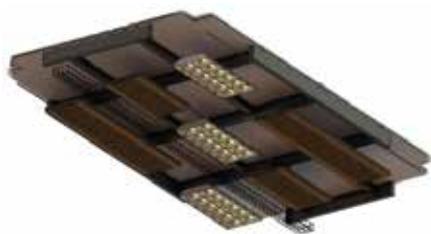
"La Universidad está recogiendo lo sembrado y continúa apostándole. Es un proceso de todo un equipo de trabajo conformado por los integrantes de los grupos de investigación, la Secretaría General, la Dirección de Investigación y la Dirección de Innovación de la Universidad, quienes lo hacen posible", comenta Adriana García Grasso, directora de Innovación EAFIT.

A continuación se presentan los últimos 10 proyectos, hasta la fecha, con los que le han otorgado a EAFIT patentes de invención.

## 1. Sistema constructivo modular estructural

**Resolución 80289, del 4 de diciembre de 2017, de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).**

Que el sistema de construcción tradicional evolucione hacia un sistema desmontable, reciclable y de mayor calidad es el propósito del Grupo de Investigación en Mecatrónica y Diseño de Máquinas, de la Escuela de Ingeniería, que desarrolló una estructura metálica que permite construir edificaciones habitacionales en poco tiempo con módulos que se acoplan entre sí.



📷 cortesía Grupo de Investigación en Mecatrónica y Diseño de Máquinas

A diferencia de las construcciones tradicionales, este sistema tipo Lego se asegura con pernos, lo que impacta directamente el costo, el tiempo de edificación y mitiga los riesgos a los que están ex-

puestos los trabajadores. De esta manera, el sistema permite el ensamble y el desensamble rápido de una edificación y no requiere concreto para su construcción, comenta Jaime Leonardo Barbosa Pérez, investigador principal.

El sistema modular está calculado para soportar edificaciones hasta de cinco pisos y cumple con la norma NSR-10 de Sismorresistencia, lo que garantiza su seguridad. Se puede utilizar para construir oficinas y todo tipo viviendas de interés social y prioritario.

## 2. Vehículo propulsado de tres puntos de contacto con un mecanismo frontal basculante para dirección trasera (CAD)

**Resolución 80146, del 4 de diciembre, de la SIC.**



📷 cortesía Grid

Para facilitar los recorridos diarios de los mensajeros internos del Centro de Administración Documental (CAD) de la Universidad EAFIT, mientras se desplazan para entregar la correspondencia en el campus, integrantes del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid) crearon un vehículo de movilidad eléctrica para sus traslados.

Se trata de un sistema de transporte eléctrico de tres ruedas (una delantera y dos traseras) para distribuir paquetería interna, que cuenta con un sistema de dirección novedoso, apunta Gilberto Osorio Gómez, coinvestigador.

El vehículo tiene un motor eléctrico integrado en la rueda delantera, una batería que alimenta dicho

motor y una columna de dirección basculante que inclina la rueda delantera y genera una rotación de las ruedas traseras alrededor del eje vertical. Esto lo hace mediante un sistema de dirección de eje y brazo de leva, con dos barras rotuladas que transmiten el movimiento a dichas ruedas traseras. En este mecanismo de la dirección está la invención de esta tecnología que hace parte de la *spin off* Inmotion, orientada al diseño de soluciones de transporte sostenible.

### 3. Dispositivo para la ignición de combustible e inyección de un líquido expandible térmicamente en la cámara de combustión de un motor

Resolución 80183, del 5 de diciembre de 2017, de la SIC.



© cortesía IEXS

Para reducir los residuos contaminantes generados por el proceso de combustión de los motores y los tóxicos como óxidos de nitrógeno (NOx), mejorar la eficiencia energética del motor y optimizar el uso del combustible, integrantes del Grupo de Investigación en Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (IEXS), de la Escuela de Ingeniería, inventaron un inyector que permite aprovechar la energía de combustión más la exergía –energía máxima de un sistema que se puede transformar en trabajo útil– térmica del motor.

Desde hace más de 100 años el principio del funcionamiento del motor de combustión es el mismo, "la eficiencia energética en el mejor de los casos llega a 35 por ciento, por eso buscamos aprovechar el 65 por ciento restante para mejorar y optimizar dicha eficiencia", explica Adalberto Gabriel Díaz Torres, investigador principal.

Para lograrlo los investigadores se remontaron a la historia de los motores e integraron el principio tecnológico de la máquina de vapor que funciona con calor y el de la máquina de combustión por la oxidación de los combustibles.

### 4. Vehículo autopropulsado manual de tres puntos de contacto para el transporte de material

Resolución 80157, del 5 de diciembre de 2017, de la SIC.



© cortesía Grid

En busca de una solución que mejore las condiciones laborales y la productividad de los recicladores, integrantes del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid) –de la Escuela de Ingeniería– en alianza con la Fundación Familia, crearon un vehículo para el transporte de material recuperado.

El vehículo o la carreta, como también se le conoce, tiene un motor eléctrico con capacidad de mover hasta 350 kilogramos de carga a una velocidad gradual de máximo cinco kilómetros por hora, sistema de frenos y bloqueo para el parqueo. Desde hace dos años, seis carretas prototipo son usadas por recicladores afiliados a la Cooperativa Planeta Verde en Rionegro (Antioquia). "Los recicladores en su mayoría son adultos mayores, razón por la que se propuso un producto con el que se identificaran y que les ayudara a hacer más fácil su trabajo", manifiesta Luis Fernando Sierra Zuluaga, investigador principal.

Aunque el vehículo asistido de manera electrónica debe ser halado o empujado para dirigirlo hacia la dirección deseada, con este invento los recicladores ya no deben sostener el peso de la carreta con su carga, como ocurriría con una tradicional. Entre los atributos de este sistema de carga –al que además se le pueden dar diferentes usos– se destaca que es apilable y sus baterías son recargables, lo que lo hace amigable con el medio ambiente, no hace ruido y tiene elementos reflectivos para transitar en las calles.

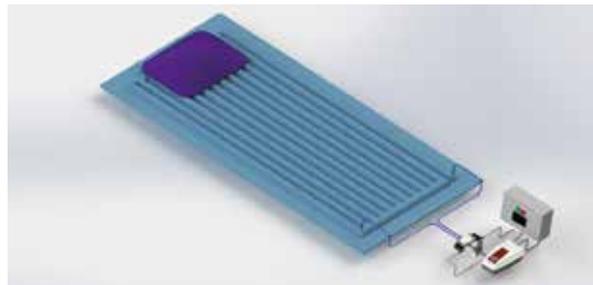
En la investigación que duró tres años participaron ocho estudiantes y cinco docentes del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto, de la Escuela de Ingeniería.

---

## 5. Dispositivo de presión alternante con regulación de temperatura y humedad que comprende dos volúmenes de control y una superficie de presión alternante

---

Resolución 81258, del 7 de diciembre de 2017, de la SIC.



cortesía Grid

Integrantes del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid), de la Escuela de Ingeniería, inventaron un dispositivo tipo colchón y un cobertor para ayudar a reducir las úlceras por presión en pacientes con movilidad reducida, a causa de pasar largos períodos en una misma posición.

El colchón tiene dos recámaras de aire que se pueden inflar y desinflar de manera independiente, lo que provoca micromovimientos que alternan y dinamizan los puntos de presión en la espalda del paciente. El cobertor o manta de refrigeración regula la temperatura y la humedad a través de unos canales o tubos flexibles, con pequeños orificios, por los que fluye el aire frío para refrigerar la espalda del paciente. Así se evita la sudoración y, por ende, las úlceras por presión.

David Velásquez Rendón, coinvestigador, indica que el movimiento de los dispositivos se controla y programa desde un sistema embebido electrónico, que brinda autonomía a la rutina encargada de cambiar los puntos de presión dependiendo del perfil configurado para el paciente. Además, se puede controlar y programar desde una aplicación móvil para facilitar su uso.

Tanto el colchón como la manta, sobre los que reposaría el paciente, se pueden usar de manera independiente y se pueden implementar en hogares geriátricos, instituciones hospitalarias y hogares domésticos. Este desarrollo hace parte de la *spin off* b-able, que brinda productos biomédicos para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

---

## 6. Estructura articulada de distribución de cargas

---

Resolución 6984, del 5 de febrero de 2018, de la SIC.



cortesía Grid

Para facilitar la carga de elementos pesados a los trabajadores en áreas rurales o de difícil acceso y mitigar los riesgos por el sobreesfuerzo, integrantes del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid), de la Escuela de Ingeniería, crearon una estructura carguera que facilita la manipulación de objetos pesados y de gran longitud.

El sistema articulado con forma de H resiste una carga de hasta 350 kilogramos y permite distribuir el peso entre dos o cuatro personas. Además, cuenta con articulaciones que dan libertad en los movimientos de quienes transportan el objeto, lo que permite maniobrarlo con facilidad en terrenos irregulares, señala Gilberto Osorio Gómez, coinvestigador.

También tiene un sistema de ajuste de correas para que la carga se ubique en el centro de manera segura. Esta innovación es del interés de las empresas de los sectores seguridad industrial, eléctrico o de construcción o en donde requieran manipular o transportar cargas pesadas y elongadas, y es complemento de un chaleco distribuidor de cargas que ya fue patentado.

---

## 7. Elemento estructural tipo ladrillo que permite la fijación de elementos eléctricos, ópticos, electrónicos y electromecánicos

---

Resolución 6995, del 5 de febrero de 2018, de la SIC.

En una apuesta para aprovechar la luz solar y generar energías renovables, ingenieros del Grupo de

Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid) y el Grupo de Investigación en Óptica Aplicada –de las escuelas de Ingeniería y de Ciencias, respectivamente–, concibieron una alternativa para que los ladrillos de los edificios capturen la energía que generará su iluminación y electricidad.

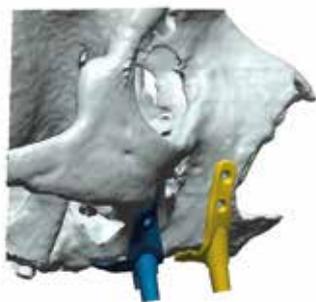


© cortesía grupos de investigación en Ingeniería de Diseño (Grid) y en Óptica Aplicada

Las medidas son las de un ladrillo estándar y el diseño es compatible con los tradicionales, pero están fabricados en cerámica de mejor calidad. Tiene conexiones que se ensamblan, ajustan y aseguran entre sí, lo que les da mayor firmeza estructural en relación con uno tradicional y es la parte estructural del ladrillo la que se protegió, afirma Alejandro Velásquez López, investigador principal. La creación cumple con la norma NSR-10 de Sismorresistencia.

## 8. Implante subperióstico y dispositivo para su posicionamiento y fijación

Resolución 33788, del 17 de mayo de 2018, de la SIC.



© cortesía GIB

A partir de la necesidad de una paciente mayor que perdió sus dientes a los 15 años y a quien los implantes dentales existentes en el mercado no le funcionaban, los integrantes del Grupo de Investigación

en Bioingeniería (GIB) –de la Escuela de Ingeniería–, en alianza con los investigadores asociados y odontólogos José Domínguez Mejía y Érika Milena Celeita Castaño, idearon un implante para personas con alto nivel de reabsorción o desaparición en el hueso maxilar y en la zona del paladar.

El implante se ajusta a la superficie óseo maxilar de mayor densidad y sirve como estructura y anclaje de una prótesis dental. El dispositivo tiene cuatro pilares en donde se ensambla la prótesis no removible y está dirigido a pacientes a quienes las técnicas tradicionales ya no les funcionan o requieren procedimientos adicionales, costosos y complejos, asegura José Domínguez Mejía, odontólogo especializado en cirugía maxilofacial y anatomía humana.

Para diseñar el implante a la medida, los casos se estudian a partir de imágenes médicas (TAC), por lo que se ajusta a la anatomía de cada paciente de manera exacta. Se fabrica mediante una técnica basada en manufactura en impresión 3D en titanio, por lo que no importa la complejidad geométrica del implante que se necesite diseñar, explica el coinvestigador Juan Felipe Isaza Saldarriaga.

De manera exitosa, el dispositivo –que se ensambla mediante procedimiento quirúrgico con anestesia local y no requiere hospitalización– se probó hace cuatro años en la paciente, quien ha recuperado calidad de vida, su sonrisa y la posibilidad de masticar de manera correcta.

## 9. Traviesa que conecta el chasis y el bogie de vehículos ferroviarios de pasajeros, procedimiento de ensamble del mismo y método para disponerla en una carrocería de vehículos ferroviario

Resolución 33775, del 17 de mayo de 2018, de la SIC.

Extender la vida útil de los trenes del Metro de Medellín que han prestado sus servicios durante cerca de 23 años en las líneas A y B es una realidad gracias al rediseño de la traviesa pivote que conecta el chasis y el bogie de dichos vehículos. De esta manera, el ingenio de los investigadores del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi), de la Escuela de Ingeniería, permite que los vehículos de primera generación de este sistema de transporte duren hasta 20 años más.

Para Mauricio Soto Garcés, jefe de Investigación, Desarrollo e Innovación del Metro de Medellín, esta viga es una parte fundamental de la estructura del vagón y uno de los componentes que requiere mayor atención en estos vehículos que ha prestado sus servicios durante un poco más de dos décadas. Ante esta necesidad, en EAFIT encontraron la posibilidad de determinar la viabilidad de reemplazar la pieza o repararla, dos opciones que resultaron convenientes y permitieron que los costos de repotenciación fueran inferiores a los que significaría reponer la flota.



“La empresa, dentro de su plan de repotenciación de vehículos, nos busca para encontrar soluciones referentes a la estructura y consideró que el resultado es de alto nivel en lo ferroviario y que las entidades comprometidas hicieron un gran esfuerzo para este desarrollo”, indica Leonel Francisco Castañeda Heredia, coordinador del Gemi.

La pieza –a la que se le hicieron cambios esenciales en las medidas generales y una geometría más simple– ya está en funcionamiento en uno de los 42 trenes de primera generación.

## 10. Sistema y método para la inspección de los parámetros geométricos de ruedas de vehículos ferroviarios

**Notificación de concesión de patente, del 18 de mayo de 2018, por parte de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos.**

La rutina de mantenimiento de las 48 ruedas que tienen los trenes del Metro de Medellín, que antes se hacía manual y requería que los vagones ingresaran a una vía específica, ahora es posible hacerla con un equipo que monitorea de manera automatizada la seguridad del tren para que no se produzca el desca-

rilamiento del vehículo a lo largo de la vía ferroviaria.

Este sistema de automatización para diagnosticar el estado técnico de las 48 ruedas ferroviarias de los trenes opera en los talleres del Metro en su sede de Bello (Antioquia), donde pasan el tren por una vía. Para Mauricio Soto Garcés, jefe de Investigación, Desarrollo e Innovación del Metro de Medellín, es una medición mucho más ágil y precisa, lo que les ayuda a mantener más disponibilidad en la flota, ya que las rutinas de mantenimiento se acortan bastante.



© cortesía Metro de Medellín

Este avance tecnológico –manifiesta el funcionario– surge de la necesidad de mejorar los estándares operativos y de mantenimiento de la flota de trenes, lo que se traduce en mayor seguridad y confortabilidad para los usuarios que diariamente usan el medio masivo de transporte.

La invención del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi), de la Escuela de Ingeniería, incluye dos equipos para el mantenimiento de ruedas ferroviarias. El primero es un equipo para el reconocimiento de defectos geométricos por medio de mediciones dinámicas que permiten controlar las tensiones en la interacción rueda-riel, desarrollo tecnológico que representó en 2017 la primera patente en los Estados Unidos para los investigadores del Metro y de EAFIT.

El segundo equipo es Diagnovisión-rueda que, mediante tecnología de visión artificial, obtiene el perfil y los parámetros geométricos de la rueda, invención reciente que recibió la patente en el país norteamericano.

Para Leonel Castañeda, coordinador del Gemi y líder del proyecto de investigación, esta innovación le permitirá al Metro incursionar con nuevas tecnologías y aportar su conocimiento en futuros proyectos ferroviarios del país. Además, evidencia el resultado exitoso de la relación entre EAFIT y el Metro desde hace 15 años que, con el apoyo de Colciencias, suman cuatro patentes nacionales, dos en Estados Unidos en sistemas ferroviarios, así como una nacional en sistemas de transporte por cable aéreo.



# Acuarimántima, una inspiración para que la música perdure

Tres músicos investigadores trabajaron en el rescate y la divulgación de repertorios de las Américas para el ensamble de viola, clarinete y piano. Un aporte para este tipo de literatura musical, escasa en comparación con otros conjuntos, que además incluye el CD *Tríos americanos para clarinete, viola y piano*.



📷 Róbinson Henao



Braunwin Sheldrick, Andrés Gómez y Javier Vinasco, durante el lanzamiento del CD *Trios americanos* para clarinete, viola y piano.

© Robinson Henao

### Rafael González Toro

Colaborador

La unión de tres talentos eafitenses desembocó en Acuarimántima. Igual que la ciudad que soñó Porfirio Barba Jacob y plasmó en uno de sus poemas más hermosos. Ese lugar sagrado, que el poeta colombiano nunca pudo encontrar, sirvió de inspiración a los maestros Braunwin Sheldrick, Andrés Gómez Bravo y Javier Vinasco Guzmán para mostrar sus calidades como intérpretes de la viola, el piano y el clarinete, respectivamente.

El Trío Acuarimántima comenzó a interpretar obras clásicas hace seis años. Pero fue solo hasta 2017 cuando, liderados por la profesora Braunwin Sheldrick –a través de la línea de investigación en interpretación musical del Grupo de Investigación en Estudios Musicales de la Universidad EAFIT–, empezaron a descubrir un repertorio americano para este tipo de ensamble y lograron materializar un deseo de tiempo atrás: grabar un trabajo discográfico en el que se destacara este tipo de composiciones.

Si bien hay obras clásicas escritas para viola, clarinete y piano, en el proyecto de investigación se preguntaron qué más había escrito para este ensamble desde el siglo pasado y en lo que va del presente.

Para encontrar compositores y rescatar así obras poco conocidas en América Latina, empezaron las pesquisas con la ayuda de Karen Correa Suárez, estudiante de la maestría en Música (con énfasis en Interpretación) de EAFIT, quien había hecho una investigación de repertorio para viola en su proyecto de pregrado en Artes Musicales.

"Primero se buscó el repertorio, con la ayuda de la estudiante Karen Correa, y entre los tres revisamos las piezas para ver si nos gustaban y ver también la compatibilidad. Después de estudiarlas y de ensayar

para pulir la puesta a punto en la afinación de clarinete y viola, tuvimos que encontrar las entradas y trabajar en la parte artística para decir algo con la música", sostiene Braunwin Sheldrick, profesora de viola.

El proyecto de investigación arrancó en enero de 2017 y, después de esa búsqueda exhaustiva, se encontraron obras de los compositores Marco Alunno, Marjan Mozetich, Leonardo Coral García y Carlos Vázquez. Escogieron las obras de estos músicos porque les pareció que, además de lograr unirse para obtener un buen programa, se complementaban en cuanto a la estética.

La obra de Carlos Vázquez, por ejemplo, es un lenguaje diferente, pero complementario con las otras. La de Leonardo Coral es más lírica, la de Marco Alunno es escrita especialmente para el Trío Acuarimántima; y la de Marjan Mozetich es más melódica y familiar.

**"Buscamos que el Trío Acuarimántima sea un grupo de proyección de la Universidad EAFIT": Andrés Gómez.**

Después de escoger las piezas que iban a interpretar, la maestra Braunwin Sheldrick y la estudiante Karen Correa se dieron a la tarea de lograr que los compositores dieran los avales para poder grabar estas obras en lo que sería la culminación del proyecto del grupo de investigación con la producción de un CD, que compila lo más importante de esa selección para el ensamble.

Tras el proceso de recopilación, los maestros Andrés Gómez y Javier Vinasco trabajaron para articular el muestreo de varios estilos e influencias y para que a la vez, fuera de interés académico y para el público en general.

"El repertorio que quedó al final, a pesar de ser contemporáneo, es fácil de escuchar. La idea de no-



Este es el primer trabajo de investigación a cargo de Braunwin Sheldrick, doctora en Artes Musicales, del que, según ella, queda una curva de aprendizaje muy grande.

© Robinson Henao

sotros como intérpretes es que lo que hacemos pueda ser disfrutado por académicos o por gente de la calle, que simplemente le gusta oír música”, expresa Andrés Gómez, coordinador del área de piano y de acompañamiento en EAFIT.

## La grabación

Con la selección de las obras y los ensayos a cuestas, el Trío Acuarimántima desembarcó en México para grabar entre el 23 y el 26 de octubre de 2017 en los estudios Star Track, del Distrito Federal. El ingeniero de sonido y productor elegido fue Roberto de Elías, de amplia trayectoria en la grabación de música clásica y latinoamericana. Él, además, ha participado en diferentes producciones con la Orquesta Sinfónica EAFIT y ha trabajado con el clarinetista Javier Vinasco.

La selección de obras de distintas naciones y culturas resulta armónica y refrescante: Roberto de Elías.

“En el estudio de grabación se encuentra uno con diferentes formas y lenguajes, porque cada compositor tiene una manera de escribir muy particular. Uno como intérprete empieza a conocer diferentes códigos y a identificar cuál es el dialecto que hay dentro de esas composiciones. Dentro de las obras que tocamos había dos con un discurso que hacía referencia a piezas pasadas. La de Mozetich estaba basada en música de Rossini, con lenguaje más cercano, y es una de las que más disfrutó el público. Lo mismo la obra de Coral, que tiene muchas influencias de la música postromántica. Las obras de

Alunno y de Vázquez son escritas en su propio lenguaje”, explica Andrés Gómez.

Los músicos y el personal del estudio lograron muy buen acople para el arduo trabajo que se les venía, ya que no era fácil grabar un disco en menos de una semana. Esto requirió mucha disciplina y rigor profesional por parte de todo el equipo. Durante todo el tiempo el proyecto estuvo nutrido por el placer compartido de hacer música, de intercambiar ideas y de convivir prácticamente las 24 horas del día, ya que todos los integrantes estaban hospedados en el estudio.

“La experiencia de la grabación ha sido sumamente grata. Los tres integrantes del ensamble son de altísima calidad. He tenido el placer de trabajar durante más de una década, de manera constante, con el clarinetista Javier Vinasco, y tengo la fortuna de que siempre me ha involucrado con músicos de talla internacional, con los que hacer música es una experiencia muy enriquecedora”, asegura Roberto de Elías.

Este ingeniero de sonido desde el inicio de su carrera –afirma– ha estado comprometido con la difusión de la música latinoamericana, tanto de corte tradicional como los repertorios más actuales. Una buena porción de esta, particularmente la colombiana, con Javier Vinasco y la Orquesta Sinfónica EAFIT, dirigida por la maestra Cecilia Espinosa Arango.

Después del proceso de mezcla, la producción discográfica vio la luz en diciembre de 2017 para así culminar con la primera fase de la investigación, cuyos resultados dejaron satisfechos a los integrantes del Trío Acuarimántima, al productor Roberto de Elías y al público que ha podido disfrutar esta obra.

“La selección de obras de distintas naciones y culturas resulta, a pesar de su heterogeneidad o quizá gracias a esta, armónica y refrescante. Encontramos desde lenguajes muy tradicionales, hasta propuestas muy audaces, un fantástico viaje a través de las geografías artísticas de nuestro continente. Encuentro muy importante participar en que la música de nuestras naciones trascienda las fronteras, tanto de los países como de los continentes, dada la riqueza del mosaico cultural de nuestros pueblos, que integra una historia que aporta a nuestras manifestaciones artísticas un gran interés”, acota Roberto de Elías.

Además de tres recitales que ofrecieron en 2017, el ensamble se presentó el 5 de marzo de este año en el Auditorio Fundadores de EAFIT como lanzamiento formal de su trabajo discográfico *Tríos americanos para clarinete, viola y piano*. La recepción del público fue muy buena y todo el trabajo de un año se vio reflejado en los buenos comentarios hacia los intérpretes y el resultado final de la grabación.

---

## Lo que se viene

---

Finalizada esta fase del proyecto, el Grupo de Investigación en Estudios Musicales, con la línea de investigación en interpretación musical liderada por la profesora Sheldrick, comenzó a ocuparse de una segunda parte que dejará como resultado la grabación de obras conocidas para el ensamble de viola, clarinete y piano. Además, se escogerán otras de compositores latinoamericanos.

**“Vamos a seguir trabajando juntos porque hemos hecho muy buen trabajo y un muy buen producto”:  
Braunwin Sheldrick.**

“Buscamos que el Trío Acuarimántima sea un grupo de proyección de la Universidad EAFIT. Para eso nos pareció muy importante hacer parte del repertorio canónico para este tipo de ensamble. Vamos a grabar este año el trío de Carl Reinecke y tres de las ocho piezas *Opus 83* de Max Bruch, que es un compositor de una estética muy parecida a la de Brahms. Esto lo vamos a combinar con unas piezas latinoamericanas. Dentro de esas, una fantasía del compositor brasileño Liduino Pitumbeira y otra pieza del costarricense Sergio Delgado Rodríguez”, puntualiza Andrés Gómez, docente de piano.

Para este segundo trabajo discográfico se eligió de nuevo al ingeniero de sonido Roberto de Elías y se grabará en el Departamento de Música de EAFIT. Esta segunda fase de la investigación también durará un año y se espera que el trabajo discográfico esté listo para noviembre o diciembre de 2018.

“Los alumnos, después de escuchar la grabación, quedaron muy contentos. Ya hay varios grupos de música de cámara que están interpretando una de las obras que el profesor Marco Alunno compuso para nosotros”, manifiesta Braunwin Sheldrick, quien tiene como objetivo que el Trío Acuarimántima continúe con la tarea de componer obras para el ensamble y grabarlas.

Este es el primer trabajo de investigación a cargo de Braunwin Sheldrick, doctora en Artes Musicales, del que, según ella, queda una curva de aprendizaje muy grande. Y para el trío es el comienzo de una prolífica carrera con grabaciones para el público que, en definitiva, es el mejor juez. Ellos, al igual que Barba Jacob, encontraron la inspiración en Acuarimántima, ese lugar sagrado que hoy se llena de música gracias a su compromiso y dedicación.



---

## Los intérpretes:

---

### Braunwin Sheldrick

Violista. Música, Universidad McGill (Canadá); magíster en Música, Universidad de Temple (Estados Unidos), y doctora en Artes Musicales, Escuela de Música Eastman de la Universidad de Rochester (Estados Unidos). Es profesora de viola en el Departamento de Música de la Universidad EAFIT. Ha tocado como solista con la Orquesta Sinfónica de EAFIT y la Orquesta Filarmónica de Medellín. Fue integrante de la Orquesta Filarmónica de Rochester.

### Javier Vinasco Guzmán

Clarinetista. Licenciado en Música, Universidad del Valle (Colombia); diploma di Clarinetto, Conservatorio Ottorino Respighi (Italia), magíster y doctor en Música, Universidad Nacional Autónoma de México. Es docente de clarinete y música de cámara en el Departamento de Música de la Universidad EAFIT. Ha tocado como solista con las orquestas Sinfónica Nacional de Cuba, Sinfónica Municipal de Caracas, Sinfónica de Juventudes Francisco de Miranda, Sinfónica Nacional de Colombia, Sinfónica de Caldas, Sinfónica del Valle, Filarmónica de Medellín, Filarmónica de Cali, Filarmónica de Bogotá y Sinfónica EAFIT. De las dos últimas fue integrante y, además, ha sido clarinetista principal invitado de la City of London Sinfonia y de la Sinfónica del Estado de México.

### Andrés Gómez Bravo

Pianista. Músico, Universidad EAFIT; magíster en Música con énfasis en interpretación de piano) Universidad de Michigan Oriental (Estados Unidos), y doctor en Artes Musicales, Escuela de Música Eastman de la Universidad de Rochester (Estados Unidos). Es docente de piano y coordinador del área de piano y de acompañamiento en el Departamento de Música de la Universidad EAFIT. Como concertista ha estrenado obras de autores como Marco Alunno, Andrés Posada Saldarriaga, Víctor Agudelo Ramírez, Victoriano Valencia Rincón, Mark Olivieri, entre otros. Es fundador y director artístico de la Fundación Música de Cámara de Medellín.

# El *millennial* colombiano no es como lo pintan



## La generación Y ha sido estereotipada a tal punto que existe la creencia de que son eternos viajeros sin ganas de establecerse laboralmente. Una investigación realizada por un grupo de profesores de la Universidad EAFIT derriba el mito y crea el verdadero perfil del *millennial* colombiano.

Margarita Zuluaga Esquivel

Colaboradora

Una clase del programa de Alta Dirección de la Universidad EAFIT, que agrupa a presidentes y vicepresidentes de compañías colombianas, fue el marco para lanzar la pregunta que en la actualidad es común en el ámbito laboral: ¿es cierto que los *millennials* no quieren generar lazos de largo plazo con las organizaciones?

La literatura que hoy en día se conoce en el ámbito internacional clasifica como *millennials* a aquellas personas nacidas entre 1980 y 2000, que quieren recorrer el mundo en lugar de pasar su vida en una oficina, un poco irresponsables, tecnológicos y poco aficionados al tradicional matrimonio con hijos. Sin embargo, al escuchar la pregunta en el aula de clases, el profesor investigador Diego Gonzales-Miranda les tomó la palabra a los empresarios y decidió buscar la respuesta partiendo de una realidad más cercana: ¿cómo son los *millennials* colombianos?

En los *millennials* colombianos "hay una heterogeneidad bastante marcada por las condiciones sociodemográficas":  
Gustavo Adolfo García.

Lo primero que hizo fue conformar un grupo multidisciplinario, integrado por los profesores investigadores de EAFIT Óscar Gallo Vélez, Gustavo Adolfo García Cruz y Juan Pablo Román Calderón, junto con el profesor empresario Jorge Esteban Giraldo Arango, con quien comparte la dupla de profesores en los cursos de Alta Dirección de la Universidad.

Para realizar la investigación *Los millennials en Colombia. Una aproximación a su perfil y caracterización organizacional* seleccionaron 2.389 *millennials* de 11 empresas como Alquería, Aviatur, Celsia, Cementos Argos, Comertex, Gases de Occidente, Grupo Bimbo, Helados Popsy, IRCC (Grupo Nutresa), Logyca

y Team, ubicadas en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga.

Al comenzar consideraron que tenían que establecer otros parámetros diferentes a la edad, por lo que a partir de la investigación identificaron tres ejes o categorías a tener en cuenta para realizar la clasificación, explica el profesor Diego Gonzales-Miranda. Así aparecieron factores como el nivel salarial, las obligaciones familiares y el nivel de formación. Y de la combinación de todos estos datos surgió la caracterización del *millennial* colombiano. (Ver 'Criterios de clasificación de los *millennials*').

### La generación Y

Lo primero que quedó claro es que el prototipo del *millennial*, según la literatura norteamericana y europea, no tiene que ver con la realidad del país, pues agrupa a todo un grupo poblacional exclusivamente por la edad y ciertas condiciones de vida. Lo que pudieron ver, señala el profesor Gustavo Adolfo García, es que en los *millennials* colombianos "hay una heterogeneidad bastante marcada por las condiciones sociodemográficas, y eso es tal vez uno de los más grandes aportes de la investigación".

Agrega el investigador eafitense que la división por estratos en Colombia, sumada al nivel educativo logrado, el número de personas dependientes, entre otros factores, cambian los comportamientos de los individuos. Tener en cuenta esa información sirvió para llenar "ese hueco" que existía en la literatura, que no visualizaba a los *millennials* colombianos, señala el profesor Juan Pablo Román, quien precisa que no es lo mismo un *millennial* de Medellín que otro de Bogotá.

Las dimensiones culturales, económicas, históricas y políticas son importantes para retratar a toda una generación, por eso es relevante hacer un profundo estudio sociológico basado en una serie de dimensiones y, por esa vía, obtener los alcances logrados por una investigación como esta.

## Combinación de categorías y tipos de *millennials*



Fuente: *Los millennials en Colombia. Una aproximación a su perfil y caracterización organizacional.*

### Cómo son en el trabajo

Respondiendo a la pregunta del empresariado que quiere saber cómo es su colaborador *millennial*, el profesor empresario Esteban Giraldo asegura que "un mal líder trata a todos por igual, pero un buen líder segmenta".

La segmentación, dependiendo del tipo de *millennial* colombiano (tipo A, B, C o D) – ver 'Combinación de categorías y tipos de *millennials*'–, sirve en las empresas tanto para ubicar al joven en el lugar adecuado como para generarle un plan de beneficios. No todos querrán que los manden de viaje a otros países o que se les brinde tiempo para ir al colegio de los niños, pues la preferencia varía dependiendo de si se es casado o soltero. En el mismo sentido, no todos podrán llegar al trabajo en bicicleta o preferirán el teletrabajo en lugar de un plan de medicina complementario, pues las circunstancias familiares y del lugar de residencia serán factores para tener en cuenta.

**El *millennial* vive en una suerte de policentrismo, es decir, no todo en su vida está asociado al trabajo, sino a otras actividades: Óscar Gallo.**

Los líderes o jefes de los *millennials* generalmente corresponden a personas de la generación X (nacidos entre los 60 y los 80), que también fueron objeto de esta investigación. El profesor Diego Gonzales-Miranda destaca otro hallazgo importante y es que, contrario a lo que se cree, ambas generaciones no son muy diferentes. En otras palabras, hay más puntos de contacto que de lejanía entre ambas generaciones, que hoy en día se encuentran en el ámbito laboral. Esa empatía generada entre ambas

### Derribando mitos

- Los *millennials* son capaces de generar arraigo en la empresa y les interesan los contratos a término indefinido.
- La generación X y los *millennials* tienen mucho en común.
- No todos los *millennials* son viajeros empedernidos, hay muchos que gustan de establecerse y conformar una familia.

generaciones permite una relación sana y complementaria, no competitiva.

Los jefes de la generación X, puntualiza el docente, son de completa apertura a la interrelación, al entendimiento, son menos rígidos, y esto es muy importante porque los *millennials* necesitan retroalimentación constante y les gustan las relaciones horizontales.

Si hubiera que dar un consejo a los actuales jefes de los *millennials* habría que decirles que hay que "cambiar el chip" y aceptar que estos jóvenes tienen criterio y les gusta exponer sus posiciones.

Otro punto importante a tener en cuenta es que el *millennial* vive en una suerte de policentrismo, es decir, no todo en su vida está asociado al trabajo, sino a otras actividades, comenta el profesor investigador Óscar Gallo. Tiene claro que su identidad no depende del trabajo, sino que se construye en otros escenarios. Esa capacidad de diversificar tiempo y actividades es otra característica *millennial*. Habría que añadir que las características del mercado laboral en Colombia y otros países del mundo conducen a ese policentrismo, acota el profesor Diego Gonzales-Miranda.

Todas las empresas que participaron en el estudio recibieron un informe y algunas de estas, como el Grupo Bimbo, ya han comenzado a implementar algunas decisiones basadas en los hallazgos.

## Criterios de clasificación de los *millennials*

Tipo de <i>millennial</i>	Características		
	Nivel salarial	Obligaciones familiares	Educación
Tipo A	Más de 7'370.000 pesos (más de 10 salarios mínimos legales vigentes –SMLV–).	Puede que tenga o no tenga hijos.	Universidad o posgrado.
Tipo B	De 1'483.000 hasta 7'370.000 pesos (entre 2 y menos de 10 SMLV).		Técnicos o tecnólogos, universitarios y con estudios de posgrado.
Tipo C	De 738.000 hasta 1'473.000 (entre 1 y menos de 2 SMLV).	No tiene hijos.	Primaria, básica secundaria, secundaria media, técnico-tecnología, universitario.
Tipo D		Tiene hijos.	

Fuente: *Los millennials en Colombia. Una aproximación a su perfil y caracterización organizacional.*

## Los responsables de la investigación

### Diego René Gonzales-Miranda

Administrador de Empresas, Universidad de Antioquia; magíster en Administración de Negocios (MBA) y PhD en Administración, Universidad EAFIT, donde obtuvo el grado *summa cum laude*. PhD en Estudios Organizacionales, Universidad Autónoma Metropolitana (Iztapalapa, México), donde obtuvo la Medalla al Mérito Universitario. Es profesor investigador en el programa Liderazgo, Cultura y Gestión del Talento. Una Dirección Integral en las Organizaciones, de la unidad académica de Alta Dirección, de la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT.

### Jorge Esteban Giraldo Arango

Ingeniero electrónico, Universidad Pontificia Bolivariana. Tiene estudios de Alta Dirección en: Wharton Business School (Estados Unidos), IESE Business School (España), China Europe International Business School (CEIBS, China), Universidad de Chicago (Estados Unidos), Instituto de Empresa (IE), Madrid (España), e Inaldea Business School (Colombia). Es profesor empresario en el programa Liderazgo, Cultura y Gestión del Talento. Una Dirección Integral en las Organizaciones, de la unidad académica de Alta Dirección, de la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT.

### Juan Pablo Román Calderón

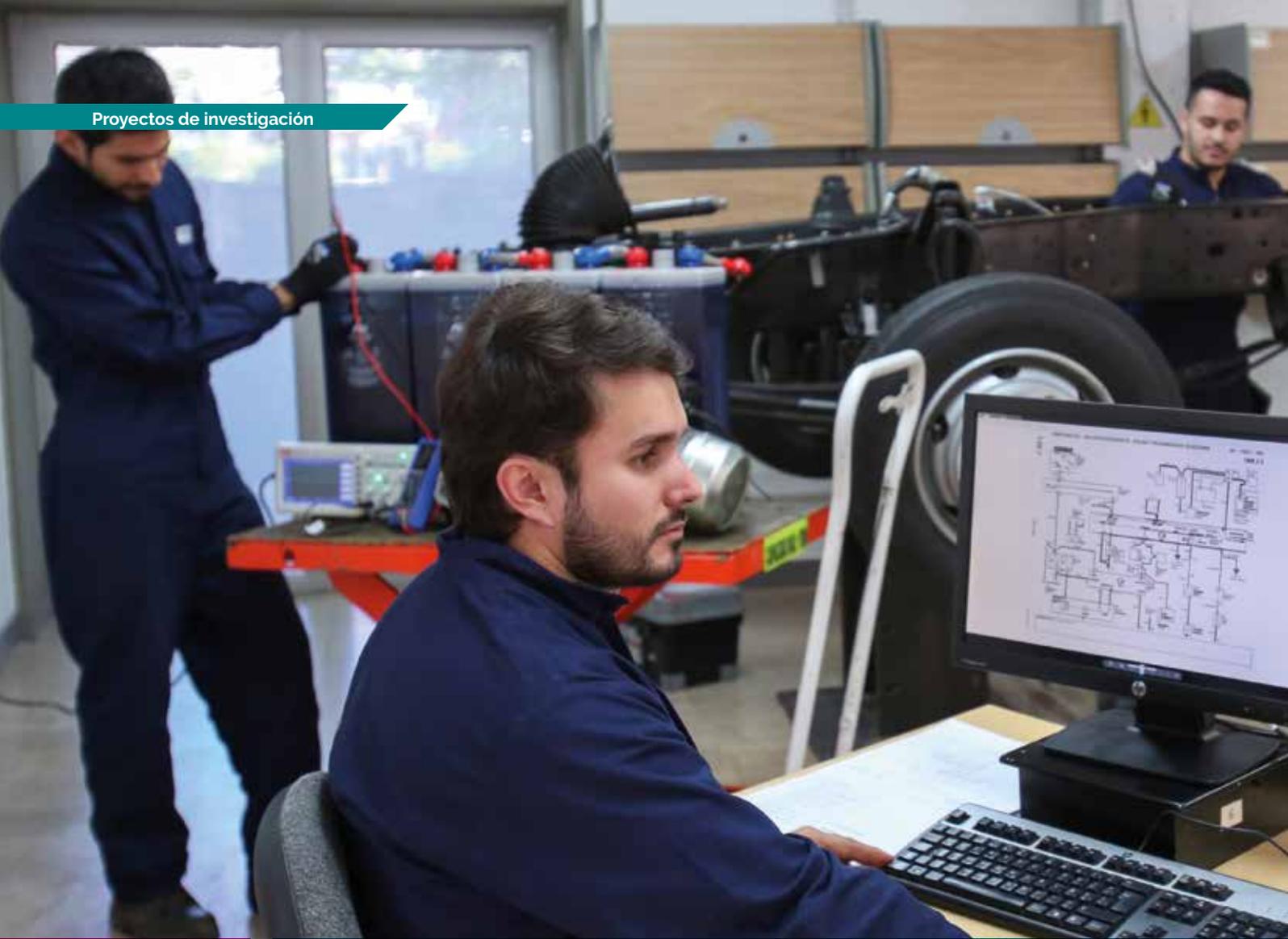
Psicólogo, Universidad Pontificia Bolivariana; especialista en Conceptos y Clínica, Universidad de París VIII; magíster en Ciencias de la Administración, Universidad EAFIT; doctor en Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, Universidad de Verona (Italia), en cotutela con la Universidad Paul Valéry (Montpellier III, Francia). Es profesor del Departamento de Negocios Internacionales, Escuela de Administración, Universidad EAFIT.

### Gustavo García Cruz

Economista y magíster en Economía Aplicada, Universidad del Valle, doctor en Economía, Universidad Autónoma de Barcelona (España). Es profesor en el Departamento de Economía de la Universidad EAFIT. Ocupó una posición posdoctoral en la Facultad de Economía de la Universidad de los Andes. Ha sido consultor para el Banco Mundial y el BID en temas de informalidad y mercado laboral para Ecuador, y diferencias regionales en el empleo por género en Colombia.

### Óscar Gallo Vélez

Historiador y magíster en Historia, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), doctor en Historia, Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil). Es profesor de pensamiento administrativo y teoría de las organizaciones en la Universidad EAFIT.



El Laboratorio de ensayo de productos de EAFIT es el primer lugar en Colombia donde se desarrollaron las pruebas de volcamiento exigidas, desde 2016, por el Ministerio de Transporte para certificar carrocerías de materiales compuestos de vehículos de servicio público terrestre de pasajeros.

📷 Robinson Henao

# EAFIT e Icolfibra trabajan por un transporte urbano sostenible

Con la caracterización y evaluación de carrocerías de vehículos de transporte de pasajeros, la Universidad avanza en el diseño de un vehículo eléctrico según las características físicas del Valle de Aburrá.



**Carlos Mario Cano Restrepo**

Colaborador

Entre los cerca de 19.900 buses que circulan por el Valle de Aburrá viaja una posible solución para enfrentar la problemática ambiental que en la actualidad vive el área metropolitana.

Las carrocerías de Icolfibra, que son más livianas –pesan entre 700 y 1.000 kilogramos menos– que las de los microbuses y buses de su mismo tipo en Colombia, representan no solo menos consumo de combustible, sino un posible avance para el diseño de un microbús eléctrico acorde con las condiciones de la región.

Precisamente, para aportar a la movilidad sostenible, durante año y medio la Universidad EAFIT, Icolfibra y Colciencias desarrollaron el proyecto *Caracterización de condiciones de seguridad, accesibilidad y comodidad de una carrocería fabricada con materiales compuestos para transporte terrestre de pasajeros*.

En palabras de Darío Pastor Restrepo Rojas, gerente de Icolfibra, empresa carrocería colombiana con más de 20 años en el sector, con esta investigación lo que buscan es transformar el paradigma de que solo lo metálico cumple con estándares de seguridad.

El proyecto, que fue más allá de aplicar unas pruebas, permitió identificar las necesidades más grandes de Icolfibra, trabajaron en estas y de ahí la importancia que tienen las pruebas de volcamiento y de estabilidad, señala Juan Pablo Puentes Cortés, director ejecutivo de la Asociación Nacional de Industriales Carroceros (Asonicar).

“Con esta investigación demostramos que el material compuesto, como las fibras con que trabajamos, tiene unas características de resistencia significativas”: Marcela Escobar.

La prueba de volcamiento realizada es pionera en el país en una carrocería de materiales compuestos –matriz polimérica, fibra de vidrio, poliéster y poliuretano–, y cumple con las resoluciones del Ministerio de Transporte: 3753 de 2015 (Reglamento Técnico para vehículos de servicio público de pasajeros y se dictan otras disposiciones) y 4200 de 2016 (que modifica y adiciona la Resolución 3753 de 2015 y se dictan otras disposiciones). (Ver ‘Así fue la primera prueba de volcamiento de carrocerías de materiales compuestos en Colombia’).

Leonel Castañeda Heredia, director del Grupo de Investigación Estudios de Mantenimiento Industrial (Gemi) de EAFIT, asegura que con esta investigación pudieron reconocer las carrocerías de materiales compuestos y, con criterio técnico, evidenciaron las bondades y desventajas que tienen. Un trabajo que además le permitió al Gemi completar experiencias investigativas en todos los modos de transporte presentes en el Valle de Aburrá.

Con los resultados del proyecto, Icolfibra acudió al Ministerio de Transporte y obtuvo cinco homologaciones de sus carrocerías –el aval técnico para producir y comercializar–, con lo que les demuestra a los transportadores del país que sus microbuses cumplen con los criterios técnicos necesarios para contribuir con una movilidad sostenible.

## Pruebas que garantizan seguridad

La prueba de volcamiento consiste en izar un microbús (completamente monitoreado) en una plataforma a 80

## Así fue la primera prueba de volcamiento de carrocerías de materiales compuestos en Colombia

La Universidad EAFIT es pionera en el país en la realización de la prueba de volcamiento en una carrocería de materiales compuestos. Para José Fernando Osorio Brand, coordinador de la línea de diagnóstico técnico e

investigador junior del Grupo de Investigación Estudios de Mantenimiento Industrial (Gemi), la experiencia previa en pruebas experimentales de trenes y cables fue crucial para los resultados de investigación obtenidos.

Cumplir con el reglamento técnico exigido por el Ministerio de Transporte –resoluciones 3753 de 2015 y 4200 de 2016, siguiendo los lineamientos del Reglamento 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE)– implicó hacer una lectura en profundidad de las normas y definir 67 protocolos de medición. A la vez, requirió estudiar los vehículos para definir las características de la plataforma.



La plataforma de volcamiento se diseñó de manera modular para que futuras carrocerías también puedan ser evaluadas con esta. Además, para la primera prueba construyeron un fragmento del microbús con condiciones idénticas a las de todo el vehículo (sección transversal).



**1**  
Revisión de la normatividad y de las características de los vehículos

**2**  
Diseño y producción del prototipo de plataforma, y producción de una sección transversal



**3**  
Volcamiento de la sección transversal



**4**  
Producción del vehículo, la plataforma y volcamiento



Tanto el prototipo de plataforma como la sección transversal se probaron con el primer volcamiento. Con esta prueba también se afinaron los puntos de monitoreo del microbús. El resultado positivo dio paso a la construcción del vehículo y la plataforma definitivas.

La prueba definitiva tuvo una duración aproximada de ocho minutos. Para hacerla, se ubicaron sensores (galgas extensiométricas y acelerómetros) que permitieron monitorear los desplazamientos, rupturas y esfuerzos que hizo la estructura de la carrocería.



El vehículo también se sometió a pruebas para identificar su estabilidad y accesibilidad para cualquier tipo de pasajeros.

centímetros de la superficie, inclinarlo a la velocidad angular de un grado por segundo hasta que pierda su estabilidad y dejarlo que impacte contra el piso. En este proceso, la zona interior del microbús demarcada como el espacio de supervivencia de los pasajeros no puede ser invadida por ningún elemento: esa es la referencia que da la norma de que los pasajeros salgan con vida en caso de accidente.

Antes de hacer la prueba fabricaron un módulo (fragmento o anillo) del microbús y lo volcaron, explica Marcela Escobar García, ingeniera en Icolfibra. Además, desarrollaron pruebas de estabilidad, de metrología y dimensionales, complementa esta estudiante de la maestría en Ingeniería de EAFIT, quien hizo el puente investigativo entre la empresa y la Universidad.

“Este proyecto me cambió la concepción de la investigación: pasar de los libros a ver las realidades en el campo industrial es muy importante y sí es posible”: Sebastián Duque.

Para evaluar el vehículo los investigadores establecieron 67 protocolos y diseñaron la plataforma en la que ubicaron el vehículo para el volcamiento. Sebastián Duque Sánchez, estudiante de maestría en Ingeniería de EAFIT y quien hizo su trabajo de posgrado con esta investigación, afirma que uno de los retos era conocer en detalle las características físicas del microbús y la medición de los espacios geométricos. Además, aplicaron un diseño modular para que la plataforma fuera útil para las diferentes empresas que fabrican carrocerías en el país.

Por su parte, Juan Pablo Puentes, director ejecutivo de Asonicar, subraya que desde hace 10 años comenzaron los acercamientos con EAFIT y que este proyecto es muy importante para el sector carrocerero del país porque evidencia que está a un nivel igual, o incluso mejor, que muchas de la región y el mundo.

En 2008, luego de acudir a varias universidades del país para que les apoyaran en el desarrollo de estas pruebas inéditas en Colombia y que estaban próximas a ser reglamentadas por el Gobierno nacional, “el único lugar donde nos abrieron la puerta fue en EAFIT, una sorpresa porque parecía un tema que solo le podía interesar a una universidad pública. Pero aquí encontramos a una universidad privada interesada en apoyar a la industria nacional”, recuerda Ramiro Serna Jaramillo, exdirector ejecutivo de Asonicar.

La ingeniera Marcela Escobar, por su parte, reconoce que aprendieron de la academia que los protocolos son esenciales para mejorar la productividad de la organización.



Esta investigación materializó las bondades de la alianza Universidad-Empresa-Estado, unión que les permitió a las entidades avanzar en su propósito común de hacer investigación aplicada en beneficio de la industria colombiana.



Las carrocerías de Icolfibra, las más livianas de su tipo en Colombia, evidenciaron con estas pruebas que son una opción de transporte público sostenible para el país.

📷 Róbinson Henao

## Por una movilidad sostenible

Esta investigación es solo el primer tramo de un camino inédito en Medellín. El objetivo que tiene el Gemi es ayudar a brindar soluciones que mejoren la calidad del aire por medio de la conversión a electricidad de los microbuses que en la actualidad funcionan con ACPM o gasolina. Una transformación que sea económicamente competitiva para el mercado nacional y esté acorde con los retos de la topografía del Valle de Aburrá.

De lograrse, se impactaría directamente el aporte contaminante de los buses en el Valle de Aburrá, que arrojan al ambiente el 9,68 por ciento de las emisiones de partículas PM 2.5 (las más perjudiciales para la salud) y el 23,29 por ciento de óxidos de nitrógeno (NOx) del total que emiten las fuentes mó-

viles (motos y vehículos de todo tipo impulsados por combustibles fósiles) en el área metropolitana, según la *Actualización del Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá 2015*, publicado en marzo de 2017. (Para más información sobre los episodios de crisis ambiental, ver la edición 170 de la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT-PERIODISMO CIENTÍFICO).

Para complementar el conocimiento adquirido en el proyecto con Icolfibra, el Gemi junto con el Grupo de Investigación en Mecatrónica y Diseño de Máquinas y el apoyo de Colciencias, comienzan la investigación *Patrones de operación de un módulo motor eléctrico para un vehículo de transporte público en rutas del Valle de Aburrá*.

Por estos días, en el laboratorio del Gemi observan cómo desarman un chasis de microbús, vehículo que se eligió para su estudio por hacer parte del 57

## Investigadores

### Leonel Francisco Castañeda Heredia

Ingeniero mecánico y magíster en Ciencias con especialización en Maquinaria y equipos de perforación para la Minería y Geología, AGH University of Science and Technology (Polonia); doctor en Ciencias Técnicas, University of Technology and Life Sciences (Polonia). Profesor titular del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad EAFIT, donde es investigador sénior de Colciencias y coordinador del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Es coinventor de siete patentes en tecnologías para la operación y mantenimiento de sistemas de transporte público.

### José Fernando Osorio Brand

Ingeniero mecatrónico, Universidad EIA, y magíster en Ingeniería Mecánica, Universidad EAFIT. Es integrante del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Es coinventor de una patente en tecnologías para la operación y mantenimiento de sistemas de transporte público.

### Marcela Escobar García

Ingeniera de materiales, Universidad de Antioquia, y estudiante de la maestría en Ingeniería (con énfasis en dirección de operaciones y logística), Universidad EAFIT. Como estudiante de maestría y empleada de Icolfibra se encargó de establecer el vínculo investigativo entre la empresa y la Universidad.

### Sebastián Duque Sánchez

Ingeniero mecánico, Universidad de Antioquia, y estudiante de la maestría en Ingeniería (con énfasis en diseño mecánico), Universidad EAFIT. Desarrolló su trabajo de posgrado con esta investigación.

### Asesor:

### Juan Pablo Puentes Cortés

Director ejecutivo de la Asociación Nacional de Industriales Carroceros. Es ingeniero industrial de la Universidad Libre, con 20 años de experiencia en el sector transportador, 15 de estos en el área de carrocerías. Asesoró el proyecto por su experiencia en la aplicación de normas técnicas en producto (especialmente vehículos de transporte de pasajeros).

por ciento de la flota actual en la ciudad y del 89 por ciento de vehículos que se están comprando.

Para lograr este objetivo, uno de los retos que enfrentan es la topografía y las características de las vías de los barrios del Valle de Aburrá. En la actualidad, los investigadores mapean también una zona de la ciudad con sus pendientes, vías y externalidades para modelar el posible motor eléctrico que aplique para este contexto.

**“Desde el Gemi buscamos dar soluciones, implementando varios caminos o alternativas, pero siempre tratando de llegar a un producto final”:  
José Fernando Osorio.**

El Valle de Aburrá siempre ha sido un reto para los transportadores del país –asegura Juan Pablo Puentes, de Asonicar– y será aún mayor el reto de tener vehículos eléctricos, no solo por las pendientes, sino por las características de estos que son más pesados y tendrán una menor capacidad de carga de pasajeros.

Sin embargo, la disminución en peso (hasta 1.000 kilogramos) de las carrocerías de Icolfibra significan un posible avance para los futuros desarrollos. “Colombia es un buen comprador de tecnologías de transporte a Estados Unidos y países europeos que, por lo general, no consideran a la industria local para la fabricación de estos vehículos. No obstante, la Universidad EAFIT acompaña e impulsa a esas pequeñas industrias colombianas de carrocerías con experiencia y un camino recorrido. Por eso, si se estimula, se avanzará en la creación de industria nacional enfocada a la conversión eléctrica de microbuses y busetas”, concluye el investigador Leonel Castañeda.

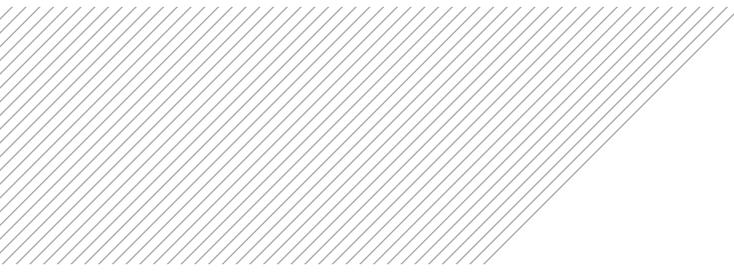


El alemán Sascha Fuerst es profesor asociado del Departamento de Negocios Internacionales de la Universidad EAFIT.

# Hay que hacer amigos para conquistar el mercado global

📷 Róbinson Henao

Una ventaja del *networking* es que ayuda a los emprendedores a transitar de manera rápida del mercado doméstico al internacional. Un caso de estudio de una empresa antioqueña del sector de los videojuegos le sirvió a Sascha Fuerst, profesor de EAFIT, a conseguir su tesis de doctorado en Negocios Internacionales por la Universidad de Turku (Finlandia).



**Margarita Zuluaga Esquivel**

Colaboradora

Transitar por el camino del emprendimiento no es fácil. Se puede tener un excelente producto o servicio, pero en general el posicionamiento del mismo lleva su tiempo y se hace por etapas: primero en casa y luego se sale al mercado internacional. De hecho, esta última fase también tiene sus etapas, ya que es difícil llegar con un producto a todos los rincones del planeta.

Sin embargo, la logística de los negocios ha cambiado, así como lo que se comercia, y esa fue una curiosidad para el profesor alemán Sascha Fuerst desde 2007 –cuando trabajó en Ginebra (Suiza) como consultor para Naciones Unidas–, sobre cómo las microempresas realizan su inserción en cadenas de valores globales.

“Para hacer *networking* se necesita una habilidad específica de relacionamiento, de superación personal para poder enlazarme con el otro y encontrar el conocimiento que requiero para impulsar a mi empresa”: Sascha Fuerst.

A esa curiosidad decidió ponerle un nombre con apellido: emprendimiento internacional, tema en el que enfocó su tesis de grado *Emprendimiento internacional: una perspectiva del proceso*, con la que consiguió el PhD en Negocios Internacionales en la Universidad de Turku en Finlandia.

En este trabajo, Sascha Fuerst, profesor del Departamento de Negocios Internacionales de la Universidad EAFIT, analizó cómo una empresa joven (*start up*) puede internacionalizarse de manera rápida, es decir, cómo consiguen esa visión internacional o global tan aceleradamente, ya que la mayoría de los emprendimientos se quedan en el mercado doméstico en Colombia.

En su investigación encontró que hay dos extremos: los emprendimientos que escasamente se quedan en el mercado local o aquellos que nacen con potencial para crecer por fuera de su país natal. A estos últimos los llama los *born global*, que son las empresas con base tecnológica, es decir, las creadoras de software, productoras de videojuegos, las denominadas *fintech*, cuyo producto se comercializa a través de plataformas digitales como App Store y Play Store.

Tras delimitar el tipo de actividad del emprendi-

miento comenzó un recorrido en Colombia por Bogotá y Medellín. Fue en esta última ciudad donde encontró lo que buscaba: C2 Game Studio, una empresa dedicada a la creación de videojuegos móviles como el Cowboy Guns, que alcanzó tal éxito que en su semana de lanzamiento fue declarada como la mejor App en los Estados Unidos, mientras que en Colombia ganó un Lápiz de Acero por su diseño. Al comienzo de la investigación fueron cuatro las empresas objeto del estudio, pero dada la cantidad de información recolectada decidió enfocarse en C2 Game Studio.

---

## Análisis en tiempo real

---

El profesor del Departamento de Negocios Internacionales de EAFIT manifiesta que le interesaba la retrospectiva, pero lo más importante era poder hacer seguimiento de la internacionalización en tiempo real, uno de los aportes valiosos de su tesis doctoral.

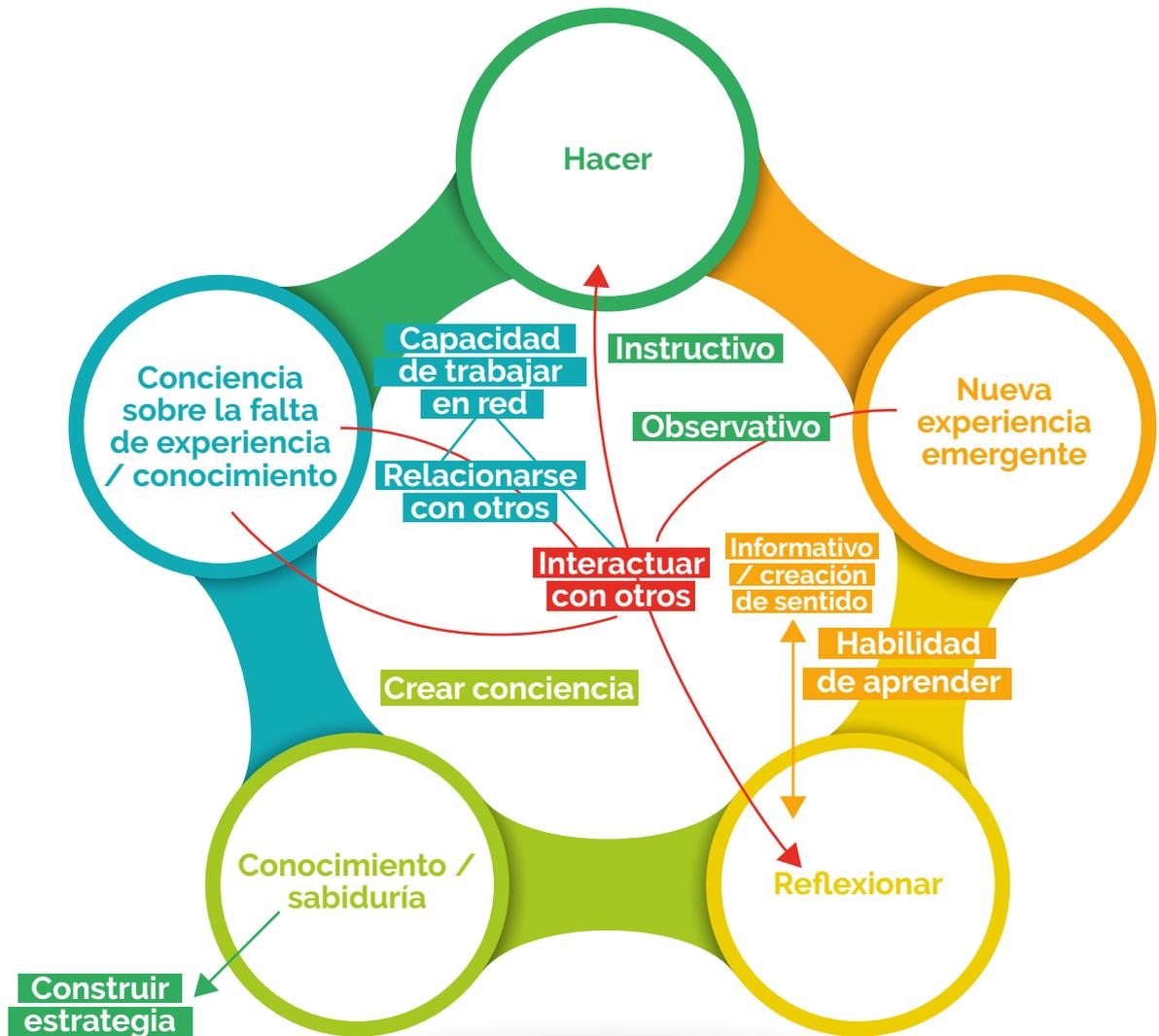
La llegada del investigador eafitense a C2 Game Studio fue en el tiempo perfecto porque los emprendedores acababan de firmar un contrato para comercializar su juego con Chillingo, *publisher* –quien se encarga de vender videojuegos, difundirlos y distribuirlos– impulsor inglés del famoso Angry Birds. Ese fue el primer paso de los emprendedores antioqueños hacia el mercado global.

Esta experiencia le permitió al académico desarrollar un modelo de análisis de datos y crear una teoría a partir de estos. De hecho, los resultados de la investigación tienen énfasis académico y sirven para que otros estudiosos del tema aprendan sobre emprendimiento internacional.

Además, las conclusiones y las recomendaciones pueden ser revisadas por emprendedores para agilizar su propia experiencia de internacionalización, por los organismos que trabajan con el tema del emprendimiento como Ruta N, el MinTIC, las incubadoras de *start ups* y por los estudiantes interesados en la materia.

En relación con Colombia, el académico manifiesta que como el país todavía no es centro de desarrolladores de videojuegos –como San Francisco o Seattle en los Estados Unidos, o Montreal en Canadá–, el trabajo del emprendedor es mucho más solitario.

## Marco de referencia de interacciones de aprendizaje en red



### El trabajo en red

Con base en sus hallazgos, el profesor Sascha Fuerst enfatiza en que el emprendedor tecnológico debe aprender al ritmo de los cambios en la tecnología y de los gustos de los consumidores, y saber leer el entorno en general.

Por eso, como concluye en su trabajo y se puede observar en el gráfico 'Marco de referencia de interacciones de aprendizaje en red', hay que aprender rápido y esto se logra mucho más fácil cuando se realiza en compañía, es decir, en lugar de hacerlo de manera individual, se debe buscar un experto en el tema, adquirir conocimiento y manejar un proceso mucho más rápido.

En este punto es fundamental el *networking*,

pues la interacción con otros permite agilizar los procesos de búsqueda de información, adquirir razonamiento crítico, hacer un alto en el camino para

**El emprendedor tecnológico debe aprender al ritmo de los cambios en la tecnología y de los gustos de los consumidores, y saber leer el entorno en general: Sascha Fuerst.**

reflexionar con mentores, generar nuevo conocimiento y sabiduría, y crear estrategia que permita una constante adaptación del modelo de negocio frente a los cambios del entorno.

La tesis doctoral está disponible para bajar de manera libre en el siguiente URL:

[https://www.researchgate.net/profile/Sascha\\_Fuerst](https://www.researchgate.net/profile/Sascha_Fuerst)

## La visión del emprendedor

Luis Correa, uno de los socios y director de Tecnología de C2 Game Studio, asegura que decidieron apoyar el trabajo del profesor Sascha Fuerst debido a que este tipo de investigaciones ayudan a que los futuros emprendedores arranquen con un panorama más claro acerca de los retos que les esperan y así no cometer los mismos errores por los cuales los pioneros tuvieron que pasar para aprender cómo se deben hacer las cosas.

En conversación con la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT-PERIODISMO CIENTÍFICO, el director de Tecnología de C2 Game Studio expresa lo siguiente:

### **A partir de su experiencia, ¿qué recomendaciones darían ustedes a futuros emprendedores para conquistar mercados internacionales?**

Los mercados internacionales no se conquistan en el corto plazo, ya que ser emprendedor es una labor de vocación, paciencia y mucha resistencia al fracaso y la frustración. La primera recomendación es tener en cuenta que el trabajo es duro, largo y que cada éxito que tiene un emprendedor se cimienta en incontables intentos, sacrificios y fracasos.

Otra recomendación es enfocarse en lo que realmente puede generar impacto, pues las industrias creativas son muy competitivas y, en especial, la de los juegos de video.

La pasión es fundamental en las industrias creativas, todos quieren hacer dinero, pero el dinero como única motivación no será suficiente para aguantar el duro camino por delante. Una buena mezcla de pasión, *know how* y *business development* es ideal.

### **¿Por qué es importante el *networking* para lograr que los emprendedores puedan afianzar su negocio?**

Para competir efectivamente se necesitan aliados y estos se consiguen por medio del *networking*. Es muy difícil salir adelante solo o desconectado de lo que sucede en la industria.

### **C2 Game Studio dejó la etapa de las *start up*. ¿En qué etapa se encuentran ahora y cuáles son los proyectos en el corto plazo en relación con nuevos desarrollos y mercados?**

C2 se encuentra pivotando de juegos casuales móviles hacia juegos más elaborados para consolas de juegos como Playstation, Xbox y Nintendo Switch. En la actualidad, se desarrolla un juego de acción y se espera publicarlo en el segundo semestre de 2019.



## Investigador

### Sascha Fuerst

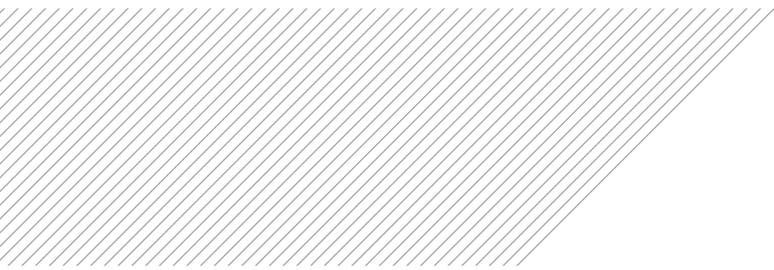
Magíster en Ingeniería Administrativa, Universidad de Kaiserslautern (Alemania), y PhD en Economía y Administración de Negocios, Universidad de Turku (Finlandia). Es profesor asociado del Departamento de Negocios Internacionales de la Universidad EAFIT. Ha sido coordinador de la maestría en Administración (MBA) y del pregrado, la especialización y la maestría en Negocios Internacionales (MIB), y jefe del Departamento de Negocios Internacionales. Es integrante de la Escuela Finlandesa de Posgrado de Negocios Internacionales (KATAJA - FIGSIB), la Academia de Negocios Internacionales (AIB) y el Instituto Virtual de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (Vi UNCTAD).



En enero pasado, Lina Marcela Cortés Durán fue investida como PhD en Economía con tesis *cum laude* y recibió el Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de Salamanca (España).

📷 Robinson Henao

# Los precios se pueden ver como partículas en movimiento



## Con técnicas estadísticas utilizadas en física, la doctora Lina Marcela Cortés Durán logra modelaciones más acertadas sobre el precio del petróleo, la productividad de los investigadores y la distribución del tamaño de las empresas en la economía.

Claudia Bedoya Madrid

Colaboradora

### Paso a paso

Hasta el momento, nadie, nadie en el mundo económico puede pronosticar el comportamiento de los precios del petróleo o la tasa de cambio, lo que sería semejante a encontrar la piedra filosofal, el elixir de la eterna juventud o la inmortalidad.

Aunque un precio no se pueda predecir de manera exacta –asegura Lina Marcela Cortés Durán, docente de econometría en la Universidad EAFIT–, sí se puede ver como si fuera una partícula en movimiento.

Esa mirada novedosa la plasmó en *Enfoque semi-noparamétrico para la medición de variables positivas de colas pesadas en los campos de la economía y las finanzas*, tesis *cum laude* y merecedora del Premio Extraordinario de Doctorado, con la que obtuvo su título de PhD en Economía de la Universidad de Salamanca, institución española que en 2018 celebra 800 años de fundada.

Esta investigación no solo es fruto de su tesis doctoral, sino el resultado de años de estudio desde su formación como licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, su MBA y su maestría en Finanzas de EAFIT, y cientos de horas de lectura y orientación por parte de Javier Perote Peña, PhD en Economía de la Universidad de Salamanca (España) y experto en finanzas cuantitativas, y Andrés Mora Valencia, PhD en Economía de la Empresa de la Universidad de Salamanca y especializado en estadística.

Al comenzar el doctorado la eafitense estudiaba temas relacionados con fusiones, adquisiciones, mercados financieros, organización industrial y gobierno corporativo, pero aceptó la invitación de Javier Perote, profesor del área de Fundamentos del Análisis Económico en la Universidad de Salamanca, para aprender sobre finanzas cuantitativas y decidió volver a sus raíces, retomar la estadística y las matemáticas aplicadas a la economía.

“La comunidad científica requiere aportes de técnicas más sofisticadas que las utilizadas tradicionalmente”: Lina Cortés.

De esta manera, tomó unas técnicas estadísticas que se aplican en física, conocidas como las distribuciones semi-noparamétricas, y empezó a usarlas en áreas del conocimiento como finanzas y economía en donde se aplicaban otras técnicas tradicionalmente.

Más que inventar el método –puntualiza la profesora Cortés–, encontró “un campo del conocimiento en el que mejoraban ciertas debilidades a partir de esa técnica o método estadístico” y, antes de pensar en petróleo, lo utilizó primero en estudios de bibliometría para analizar la productividad de los investigadores.

Luego, con base en la revisión de la literatura, decidió aplicar el método estadístico en la organiza-

## Cómo se trabaja hoy

Cuando los economistas analizan los comportamientos sectoriales tienen en cuenta factores llamados fundamentales, referidos principalmente a cómo se mueve la oferta y la demanda de un producto.

Julio César Romero, economista jefe de Corficolombiana y experto en sectores de petróleo y gas, manifiesta que el crudo está expuesto a factores difíciles de anticipar e incluir en un modelo.

“Nadie pensaba que el petróleo iba a volver a 80 dólares y hace cuatro años, cuando estaba en 85 o 90 dólares nadie pensó que un año después estaría en 30 dólares o menos”, acota el economista.

Por eso, para él, es mejor utilizar un modelo autorregresivo, según el cual el precio de mañana puede ser igual al precio de ayer. En su trabajo, más que pronósticos, prefieren construir expectativas sobre precios que incluyen factores fundamentales, análisis de riesgos y aspectos cualitativos que, en su criterio, son difíciles de incluir en modelos econométricos.

ción industrial y, específicamente, en la distribución del tamaño de las empresas en la economía, tema que venía trabajando y estaba relacionado también con los estudios del economista Javier Perote sobre modelación de acciones y análisis de riesgo.

En publicaciones Q1, consideradas “top” en el mundo académico, aparecieron dos capítulos de la tesis doctoral de Lina Cortés.

Estas aplicaciones se convirtieron en los dos primeros capítulos de la tesis doctoral y fueron divulgadas en publicaciones Q1 –dentro de la clasificación reportada por el Journal Citation Reports (JCR)–, consideradas “top” en el mundo académico.

La investigadora del Departamento de Finanzas de EAFIT explica que quería obtener una técnica robusta que pudiera aplicar en variables con valores extremos o atípicos. Por eso tomó tres campos: el bibliométrico, la organización industrial y los derivados a partir del análisis de opciones sobre el petróleo. Aunque son diferentes, tenían una característica en común: el comportamiento de valores extremos.

## El turno del petróleo

En 2014, el tema de los precios del petróleo se puso de moda por lo que la profesora Lina Cortés consideró pertinente hacer las modelaciones en esta área, motivada por la idea de que podía hacer un aporte en este terreno.

Las distribuciones semi-noparamétricas tienen la particularidad de que logran modelar muy bien series o variables con valores extremos, acota la PhD eafitense para explicar que el precio del petróleo en ese momento presentaba alta volatilidad en el campo de las finanzas.

Volatilidad en finanzas es sinónimo de riesgo porque volatilidad es desviación: qué tanto se puede desviar un precio de lo que se espera, señala la docente, para quien “esas distribuciones en particular logran modelar muy bien esos valores raros o atípicos, esos valores extremos dentro de las variables”.

Así terminó estudiando los precios del petróleo cuando tenía alta volatilidad, es decir, riesgo porque en el crudo no solo hay influencia de variables relacionadas con oferta y demanda, sino también con el tema político que hace que los precios se muevan de manera abrupta.

Por eso, el estudio con el petróleo tuvo varios momentos específicos, pues quería ver si la técnica utilizada funcionaba bien en momentos de estrés del mercado y momentos de no estrés. Para esto tomó como base, por ejemplo, la elección del presidente Donald Trump en los Estados Unidos o el Brexit (decisión del Reino Unido de retirarse de la Unión Europea).

Con los datos obtenidos hasta enero de 2017 la investigadora pudo observar momentos específicos de estrés en el mercado y momentos de no estrés en el mercado para saber cómo funcionaba la técnica en ambas situaciones.

## Política y modelos

Teniendo en cuenta que el precio del petróleo se puede ver influenciado por condiciones políticas, ¿cómo logró aplicar técnicas estadísticas de la física para hacer modelaciones más acertadas?

Lo que ocurre es que esas funciones matemáticas traídas desde la física sí se utilizan para modelar, por ejemplo, partículas, movimientos de partículas, movimientos oscilatorios, pendulares y de onda, indica Lina Cortés, licenciada en Matemáticas y Física.

Por eso, aunque el precio no se puede predecir de manera precisa, sí se puede visualizar como si fuera una partícula en movimiento, comenta la docente para explicar cómo aplicó la técnica estadística que al economista Javier Perote ya le había funcionado muy bien en el análisis de rendimientos de acciones.

Con base en técnicas de verificación, la eafitense afirma que pudo establecer que los modelos utilizados por ella funcionaban mejor que los modelos propuestos de manera tradicional.

Adicionalmente, en su tesis doctoral, la investigadora argumenta cómo los resultados de las técnicas aplicadas son consistentes con el test de Kolmogorov-Smirnov (KS) y el test de Log-Verosimilitud (logL) –pruebas estadísticas para probar y determinar datos en una muestra–, un aporte que valida y destaca la comunidad académica como de alto impacto, razón por la que le otorgaron el reconocimiento *cum laude* a su tesis doctoral y el Premio Extraordinario de Doctorado como mejor tesis de la Facultad de Economía y Empresa.

Por ahora, la profesora Lina Cortés sabe que su tesis es un punto de partida y quiere perfeccionar la técnica, continuar con la docencia y la investigación sin perder de vista los nuevos movimientos que se dan en el comportamiento del precio del petróleo.

Sin prisa y sin pausa ya está aplicando esta técnica en una nueva investigación financiada por EAFIT sobre organización industrial en Colombia, tema que –asegura– está poco estudiado.



"El doctorado es un proceso muy costoso desde lo personal y familiar y la sociedad también hace esfuerzos muy grandes que se deben retribuir", dice la profesora Lina Cortés.

### Investigadora

#### Lina Marcela Cortés Durán

Licenciada en Matemáticas y Física, Universidad de Antioquia; magíster en Finanzas y en Administración, Universidad EAFIT, y PhD en Economía de la Universidad de Salamanca, título obtenido con tesis *cum laude* y Premio Extraordinario de Doctorado. Es docente de tiempo completo y coordinadora del semillero de investigación Bufete Financiero en la Universidad EAFIT. Sus líneas de investigación son: Finanzas y adquisiciones, Gobierno corporativo y Mercados financieros emergentes.

EAFIT participa en la investigación internacional *Peak*

# Una respuesta ante los desafíos urbanos en países emergentes

La Institución, a través del Rise y de Urban, lidera cinco ejes del proyecto *Creación de capacidad para la futura ciudad de los países en desarrollo (Peak)*, del que también hacen parte las universidades de Oxford, Pekín y Ciudad del Cabo, y el Instituto Indio de Asentamientos Humanos.

Mónica María Vásquez Arroyave

Colaboradora

Los países en vía de desarrollo enfrentan grandes desafíos sociales, ambientales y económicos, asociados a los procesos de expansión urbana que, en muchos casos, se han dado de manera informal y desordenada, generando brechas de desigualdad entre sus habitantes, demarcadas según la composición de los territorios.

Basta mirar a Medellín para encontrar dos ciudades en una, ya que un niño que nazca algunos kilómetros hacia el norte no tendrá igualdad de oportunidades que uno del sur, así tenga las mismas capacidades iniciales. "Solo por el lugar de nacimiento las personas empiezan con una desventaja. Las des-

igualdades y la segregación que hay en Latinoamérica son altísimas y eso tiene que terminar", plantea Juan Carlos Duque Cardona, coordinador del Grupo de Investigación Research in Spatial Economics (Rise) de la Universidad EAFIT.

De hecho, en Latinoamérica y el Caribe cerca del 80 por ciento de la población reside en las urbes, lo que supone nuevos retos a los que la academia busca dar respuestas que trasciendan del papel a soluciones que puedan ser aplicadas por los gobiernos.

Por este motivo, EAFIT –a través del Rise y del Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urban)– hace parte, junto con las universidades de Oxford (Inglaterra), Pekín (China) y Ciudad del Cabo (Sudáfrica), así como el Instituto Indio de Asentamientos Humanos, del proyecto *Creación de capacidad para*

la futura ciudad de los países en desarrollo (*Peak*), liderado por el Global Challenges Research Fund (GCRF)-RCUK de Inglaterra, que tiene una duración de cuatro años.

La iniciativa, que le apunta a construir capacidades para apoyar la política pública de diseños urbanos y a resolver problemas complejos de ciudades, contará con una inversión de siete millones de libras esterlinas, es decir, cerca de 27.400 millones de pesos. Por parte de RCUK, EAFIT recibirá una financiación de 3.500 millones de pesos.

Además de construir capacidades cualificadas para la toma de decisiones sobre el futuro urbano, *Peak* también busca generar nuevas investigaciones y formar líderes que se nutran de áreas como análisis de datos, análisis histórico, matemáticas, modelización, medicina, ingeniería, etnografía, tecnología, planificación y buen gobierno para enfrentar los desafíos que se encuentran en la ciudad del siglo XXI, afirma Juan Carlos Duque, profesor de la Escuela de Ciencias de EAFIT.

Lo importante es generar una propuesta que conecte los estudios del Rise y de Urbam con los de las otras universidades para tener un proyecto más integral: Alejandro Echeverri, director de Urbam.

De acuerdo con Alejandro Echeverri Restrepo, director de Urbam, el hecho de que cuatro de las instituciones que hacen parte de *Peak* estén localizadas en países emergentes, con procesos explosivos de crecimiento e inequidad, permite tener una plataforma para contrastar casos de investigación y de estudio con África, Asia e India, además de tener una relación directa con Inglaterra, lo que propicia una conversación muy importante para el sur global.

En el caso de Colombia –apunta Alejandro Echeverri– hay un proceso explosivo de crecimiento en las periferias de las ciudades, que genera inequidad estructural, espacial y social. En este sentido, el reto es crear una nueva concepción de la justicia espacial para que al diseñar las ciudades pueda lograrse una mejor calidad de vida para todos a través del manejo adecuado de los recursos ambientales, el hábitat y el transporte público.

En palabras de Edwar Calderón Calderón, investigador sénior de Urbam, el proyecto *Peak* es muy importante no solo por su temática y por el acontecer de Colombia en relación con el posconflicto, sino también por la articulación con universidades como Oxford y con las de otros continentes.

---

## Metodología de *Peak*

---

El proyecto, explica Juan Carlos Duque, cuenta con 40 investigadores, quienes ocupan posiciones posdoctorales en cada uno de los equipos de investigación de los distintos países. Ellos, en relación con los problemas urbanos y desde diferentes disciplinas como medicina, matemáticas, sociología, planeación urbana, entre otras, interactúan para generar estudios innovadores con el apoyo de docentes e investigadores líderes en los cinco países de las instituciones involucradas en *Peak*.

La primera reunión anual del grupo de investigadores del proyecto se realizará en enero de 2019 en la India, la segunda está programada en Colombia con fecha por confirmar y, la tercera, será en Pekín.

Por ahora, ya culminó la primera etapa, de seis meses, relacionada con la organización administrativa del proyecto y la conformación del comité directivo, en el que hay un representante por cada país y dos por parte de Oxford y, en agosto, deberán tener listas las propuestas de investigación que, en EAFIT, corresponden a cinco ejes temáticos.

Tanto Rise como Urbam propusieron una serie de ideas de investigación, desde la experticia de cada grupo. De esta manera, tres ideas de Rise y dos de Urbam fueron acogidas por Oxford y cada una se convierte en un proyecto que tiene asignado un investigador posdoctoral, asegura Juan Carlos Duque.

Lo anterior, en palabras del profesor, tiene una estrecha relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente con el 8: "Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos", y con el 11: "Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles".

Santiago Mejía Dugand, investigador sénior de Urbam para *Peak*, expresa que en 2015 las ciudades empezaron a asumir, de manera oficial, el espacio que se merecen en las discusiones sobre cambio climático, igualdad, pobreza, entre otros, y por eso el proyecto se basa en los ODS, pero con una aplicación local, contextualizada a los problemas de las localidades emergentes.

Este investigador manifiesta que hay un enfoque muy fuerte en las ciudades del sur global –donde se ubican la mayoría de los habitantes del planeta–, y Medellín, con todos los esfuerzos y mejoras que ha hecho, es un buen lugar para hacer estudios de cómo poner esas metas, que están a un nivel muy alto, en el contexto local y de ciudades similares.

## A escala local

Alejandro Echeverri, director de Urbam, explica que aunque el proyecto *Peak* es un trabajo de investigación académico, tiene el objetivo de generar alianzas con gobiernos locales para tomar como casos de estudio problemáticas concretas y buscar respuestas a estas.

En este sentido, afirma el investigador, ya han tenido reuniones previas con los municipios de Envigado e Itagüí y van a realizar también con otros municipios como el de Medellín.

Para Esteban Salazar Ramírez, director del Departamento Administrativo de Planeación de Envigado, *Peak* es un gran aporte para la localidad debido a que, dentro de las estrategias municipales, la alianza entre academia, Estado y sector privado es fundamental.

Con base en los referentes de otros países, el funcionario manifiesta que en Envigado buscan abordar problemáticas de seguridad, movilidad, ocupación del territorio, vocación económica, generación de nuevas actividades económicas, entre otras, y desarrollar proyectos de movilización social y gestión de recursos ambientales que impacten la sostenibilidad.

Por su parte, Eduardo Lora Torres, investigador del Rise en el proyecto *Peak*, opina que en el Centro de Desarrollo Internacional de Harvard se ha desarrollado una manera de ver la generación de empleo como resultado de la diversidad de las capacidades productivas de los trabajadores en dichas ciudades.

La articulación desde *Peak* permite conocer todas las dinámicas que se han manejado entre el norte global y el sur global en términos de desarrollo urbano: Edwar Calderón, investigador sénior de *Peak*.

En ese sentido, enfatiza Eduardo Lora, la pregunta que hay que hacer es cómo fomentar esas capacidades para que las empresas tengan la posibilidad de generar más empleo, ya que de ahí es donde surge el crecimiento de nuevos sectores en las ciudades.

En relación con el tipo de experiencias en las que se basa el trabajo de *Peak*, Alejandro Echeverri comenta que este proyecto tiene el objetivo de contrastar casos locales con otros internacionales que hacen parte de la investigación y así obtener mejores respuestas.

El hecho de que haya investigadores de cuatro continentes trabajando juntos con ciudades y contextos que comparten problemáticas, pero que a la vez

son muy distintas, les permite hacer un estudio comparativo muy útil, afirma el director de Urbam.

## Primer eje

*The past, present and future of urban growth of cities in developing countries*, uno de los tres proyectos planteados por el Rise, se enfoca en el crecimiento de las ciudades en relación con los nuevos territorios ocupados y en la densificación dentro de las mismas, que representan retos diferentes.

En el caso de África, por ejemplo, el 30 por ciento de la población vive en ciudades y se espera que para 2050 ese porcentaje ascienda a 90 por ciento. Así mismo, India y China viven procesos de urbanización acelerados, lo que exige respuestas oportunas por parte de las ciudades para garantizar que la población tenga acceso a los servicios públicos y evitar asentamientos informales y otras problemáticas, contextualiza Juan Carlos Duque, PhD en Estudios Empresariales.

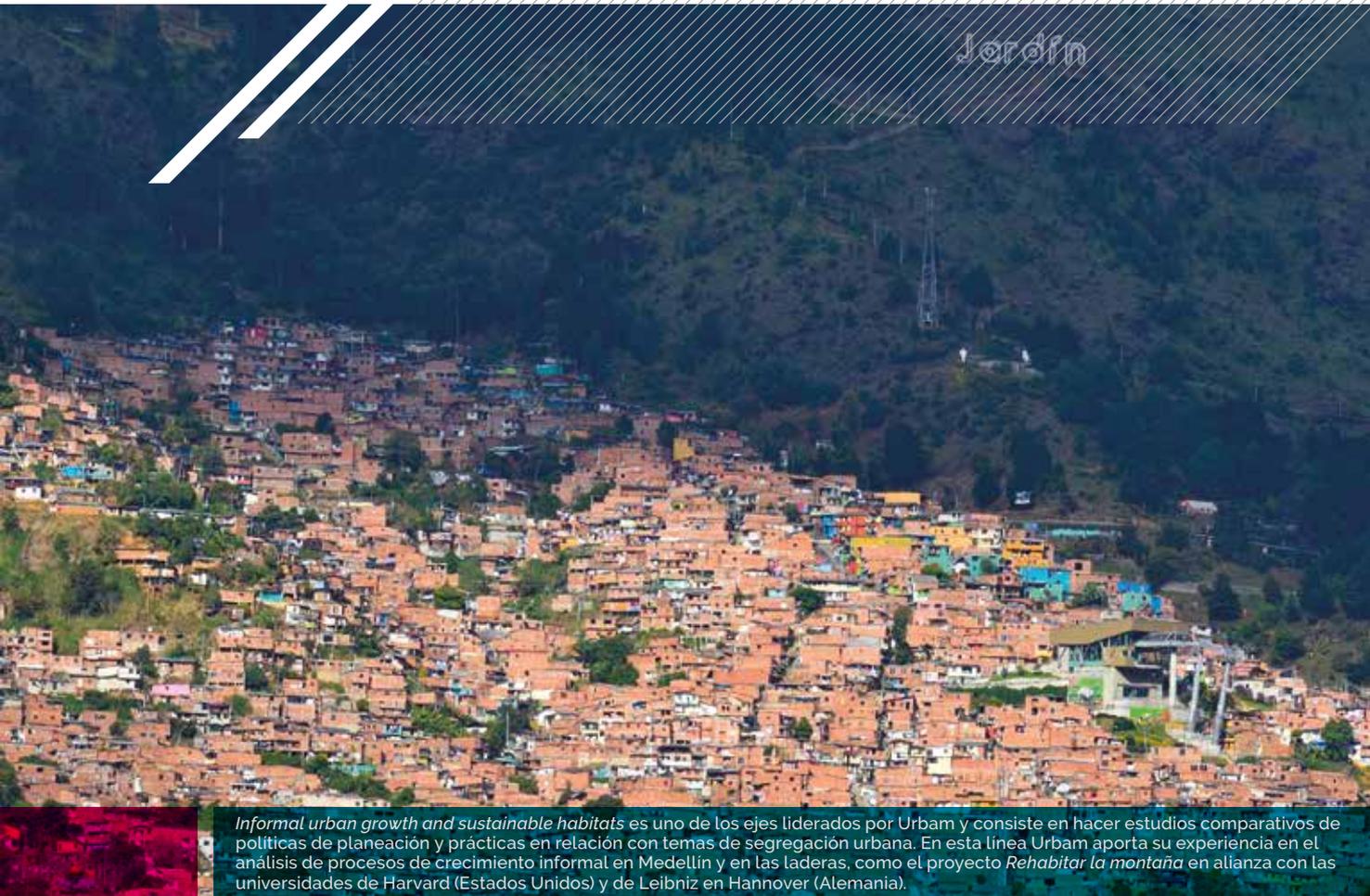
El aporte del Rise en este eje es su conocimiento basado en sus experiencias con instituciones como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), CAF -banco de desarrollo de América Latina- y UN-Hábitat sobre las dinámicas de crecimiento de las ciudades latinoamericanas, cuyos aprendizajes sirven para que las regiones que están a punto de enfrentar esos procesos puedan hacerlo mejor.

## Segundo eje

*Urban form and its impact on...* es el otro proyecto del Rise relacionado con los retos de las ciudades de Latinoamérica, cuya principal característica es que ya están conformadas y en una situación de crecimiento vegetativo, es decir, que no van a surgir nuevas poblaciones diferentes a las existentes.

En este caso, el reto de cara al cumplimiento de los ODS consiste en visitar lo ya construido con el objetivo de hacer mejoras que permitan tener ciudades más inclusivas y sostenibles. Esto apunta a que la gente tenga igualdad de oportunidades de desarrollo, independientemente del lugar de la ciudad donde nacieron, lo que para Juan Carlos Duque requiere una serie de acciones sobre las que el Rise ha trabajado a partir de estudios sobre cómo la forma urbana afecta varios aspectos de la vida.

En la actualidad, junto con Oxford, evalúan la



*Informal urban growth and sustainable habitats* es uno de los ejes liderados por Urbam y consiste en hacer estudios comparativos de políticas de planeación y prácticas en relación con temas de segregación urbana. En esta línea Urbam aporta su experiencia en el análisis de procesos de crecimiento informal en Medellín y en las laderas, como el proyecto *Rehabitar la montaña* en alianza con las universidades de Harvard (Estados Unidos) y de Leibniz en Hannover (Alemania).

Paulo Cepeda

posibilidad de estudiar la relación de la forma urbana con la salud, convencidos de que entender esa dinámica permita diseñar políticas para mejorar el espacio público. En estudios previos, el Rise ya ha estudiado la influencia de la forma urbana en los niveles de productividad, calidad de vida, seguridad, accesibilidad, entre otros.

crecimiento económico equitativo, reduzcan la desigualdad y cierren las brechas de pobreza.

En este eje, la participación del economista Eduardo Lora, en interacción con otros investigadores posdoctorales de la red *Peak*, es clave para producir investigación que proponga soluciones de política económica realmente innovadoras.

### Tercer eje

*The location of economic activities to reach sustainable and inclusive economic growth* es el tercer proyecto o eje económico basado en todos los estudios que hace el Rise.

Con este componente, indica el investigador Juan Carlos Duque, se busca proponer soluciones desde las políticas económicas –inversión en actividades económicas, políticas de suelo y mercado laboral–, para ayudar a que las ciudades tengan un

### Cuarto eje

*Comparative research on policies, planning and practices in relation to spatial segregation and urban studies* es uno de los ejes con el que Urbam aporta su experiencia en el análisis de indicadores aplicables y relevantes en el contexto latinoamericano, en particular en ciudades como Medellín, para monitorear si estas cumplen los ODS y además comparar con otras urbes de las que también se pueda aprender, explica Santiago Mejía, PhD en Gestión e Ingeniería Ambiental.



"Solo por el lugar de nacimiento las personas empiezan con una desventaja. Las desigualdades y la segregación que hay en Latinoamérica son altísimas y eso tiene que terminar", plantea Juan Carlos Duque, coordinador del Rise. Por ejemplo, basta mirar a Medellín para encontrar dos ciudades en una, ya que un niño que nazca algunos kilómetros hacia el norte no tendrá igualdad de oportunidades que uno del sur, así tenga las mismas capacidades iniciales.

Paulo Cepeda

Ya hay un terreno ganado, resalta Juan Carlos Duque, ya que Urbam ha desarrollado modelos de capacidad de carga –capacidad disponible de los territorios para soportar la urbanización frente a su expansión–, específicamente DensUrbam, con el que se espera comparar diferentes ciudades y entender sus dinámicas de desarrollo y crecimiento.

Este proyecto abre una puerta con otras redes internacionales para colaborar, investigar y dialogar sobre los problemas urbanos del sur global: Alejandro Echeverri, director de Urbam.

Al respecto, Santiago Mejía complementa que esos modelos de capacidad de carga permiten ver cómo se ordena el territorio para que los recursos disponibles sean suficientes para todos y, además, sean sostenibles en el tiempo.

En el caso de DensUrbam, una herramienta para modelar la capacidad de los territorios, en la actualidad la implementan en los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

## Quinto eje

*Informal urban growth and sustainable habitats* es la otra línea de Urbam y consiste en hacer estudios comparativos de políticas de planeación y prácticas en relación con temas de segregación urbana. El objetivo es generar iniciativas para definir cómo construir mejores territorios ante el crecimiento futuro de las ciudades.

En este eje Urbam aporta su experiencia en el análisis de procesos de crecimiento informal en Medellín y en las laderas, como el proyecto *Rehabitar la montaña*, en alianza con las universidades de Harvard (Estados Unidos) y de Leibniz en Hannover (Alemania).

Con esta línea de investigación buscan generar estrategias para que esos desarrollos sean sostenibles y obtener aprendizajes útiles para otros países que enfrentan problemáticas similares o que las podrían tener.

Como señala Alejandro Echeverri, director de Urbam, este eje abarca los procesos urbanos que requieren soluciones para la problemática de crecimiento informal que se da en el mundo y que genera inequidad.

## EAFIT en Peak

El ingreso del Rise y de Urbam a *Peak* se dio por diferentes vías, tras la apertura en 2017 de la convocatoria del Global Challenges Research Fund (GCRF)-RCUK de Inglaterra, que asigna siete millones de libras esterlinas para la red de grupos que formularan una propuesta encaminada a estudiar problemáticas de ciudades en países en vía de desarrollo.

El RCUK, señala Juan Carlos Duque, es una organización sombrilla que coordina siete consejos de investigación que representan diferentes áreas del conocimiento. Cada consejo maneja sus propias convocatorias de investigación, pero en algunas oportunidades (como el caso *Peak*) el carácter multidisciplinario del problema a enfrentar hace que los consejos se unan para hacer una convocatoria conjunta.

La convocatoria, explica el profesor, planteaba un tema muy general debido a que las problemáticas de los países en vía de desarrollo son muchísimas, por lo que se requerían aproximaciones multidisciplinarias, innovadoras y que garantizaran propuestas académicas factibles, en términos de su implementación por parte de los diseñadores de políticas públicas.

Con el fin de realizar la propuesta, la Universidad de Oxford emprendió la búsqueda de socios en América y en África, por tratarse de una iniciativa dirigida a países en vía de desarrollo. Para el caso de América, acota el investigador, Oxford puso la mirada en EAFIT e invitó al Rise para participar en su elaboración. En China buscaron como socia a la Universidad de Pekín, en Sudáfrica a la Universidad de Ciudad del Cabo y en India al Instituto Indio de Asentamientos Humanos.

La vinculación de Urbam al proyecto surge de la alianza que tienen desde hace varios años con African Centre for Cities (ACC) de la Universidad de Ciudad del Cabo. Dicha relación se convirtió en una oportunidad para proponer, junto con la red, nuevas respuestas para los problemas urbanos más críticos de las ciudades del sur global.

Uno de los aspectos más innovadores, y quizás el que marcó la diferencia con otras redes que aplicaron a la convocatoria, es el hecho de tener a 40 investigadores posdoctorales como los protagonistas del proyecto, puntualiza Juan Carlos Duque.

## 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). Ocupó una posición posdoctoral en el Departamento de Geografía en San Diego State University. Es docente de la Escuela de Ciencias de la Universidad EAFIT y coordinador del grupo Research in Spatial Economics (Rise). Es representante de EAFIT en la mesa directiva de *Peak*.

### Alejandro Echeverri Restrepo

Arquitecto, Universidad Pontificia Bolivariana; Estudios Avanzados en Urbanismo y Planeación Territorial, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (España), y Loeb Fellow, Universidad de Harvard. Fue director de Proyectos Urbanos de la Alcaldía de Medellín (2005-2008) y el primer latinoamericano en obtener el premio Obayashi, por su trabajo sobre las ciudades. Es cofundador y director del Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) de EAFIT.

### Eduardo Lora Torres

Economista, Universidad Nacional de Colombia; magíster en Economía, London School of Economics (Reino Unido). Es profesor asociado de la Universidad EAFIT e investigador asociado del Centro de Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard. Fue vicepresidente (2016-2017) de la Asociación de Economistas de América Latina y el Caribe (Lacea) y economista jefe del Banco Interamericano de Desarrollo (2008-2012). Es docente del Rise en el proyecto *Peak*.

### Edwar Calderón Calderón

Arquitecto, Universidad Nacional de Colombia; magíster en Arquitectura del Paisaje, Universidad de Nuevo México (Estados Unidos), y PhD en Arquitectura (Estudios Urbanos), Universidad de Edimburgo. Coordinó la participación de las universidades de Edimburgo y Heriot-Watt en el Foro Urbano Mundial 7 ONU-Hábitat, realizado en Medellín en 2014. En la actualidad ocupa una posición posdoctoral en la Escuela de Geociencias de la Universidad de Edimburgo. Es investigador sénior de *Peak* por parte de Urbam.

### Carlos Cadena Gaitán

Profesional en Negocios, Reinhardt University (Estados Unidos); magíster en Administración Pública, Georgia State University (Estados Unidos), y PhD en Políticas Públicas y Análisis de Políticas, Maastricht University (Holanda). Profesor y coordinador académico del Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) de EAFIT. Es docente de Urbam en el proyecto *Peak*.

### Jorge Eduardo Patiño Quinchía

Ingeniero geólogo, Universidad Nacional de Colombia; magíster en Ciencias de la Tierra, Universidad EAFIT, y PhD en Geodesia, Cartografía y SIG, Universidad Politécnica de Valencia (España). Es investigador sénior del proyecto *Peak*, por parte del Rise.

### Jairo Alejandro Gómez Escobar

Ingeniero electrónico, Universidad del Valle, y PhD en Ingeniería, Universidad de Sydney. Es investigador sénior del proyecto *Peak* por parte del Rise.

### Mauricio Quiñones Domínguez

Economista y magíster en Economía Aplicada, Universidad del Valle, y candidato a PhD en Políticas Públicas, Universidad de Carolina del Norte en Charlotte (Estados Unidos). Es investigador sénior del proyecto *Peak* por parte del Rise.

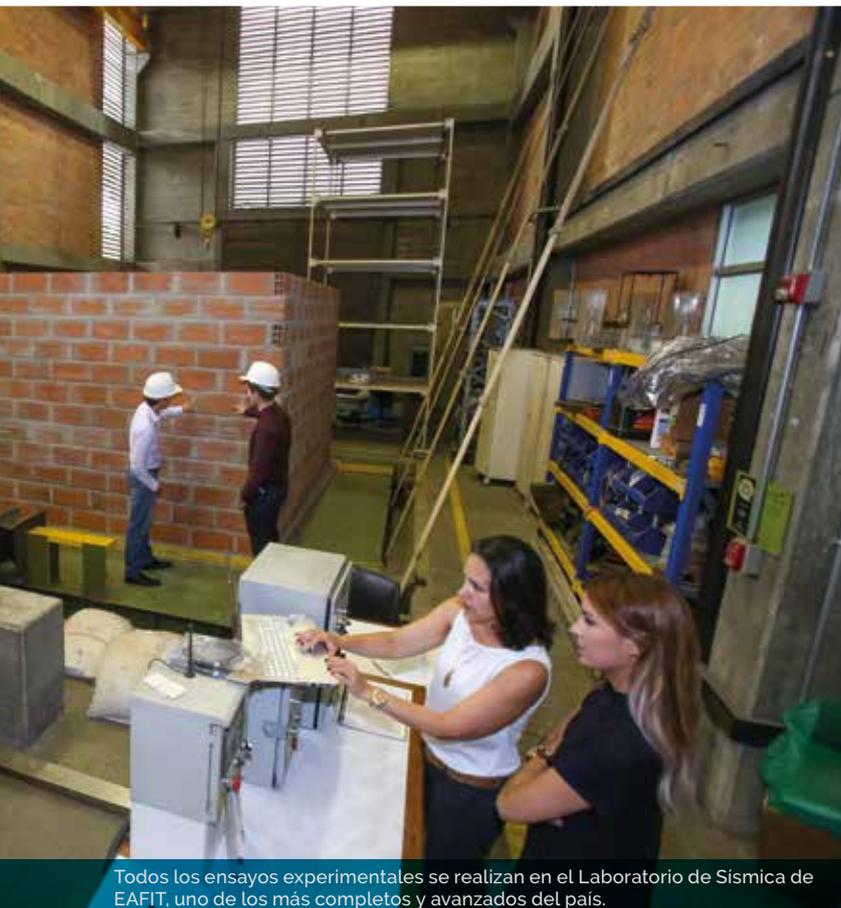
### Santiago Mejía Dugand

Ingeniero de producción, Universidad EAFIT. Magíster en Ingeniería Mecánica con énfasis en Energía e Ingeniería Ambiental y PhD en Gestión e Ingeniería Ambiental, Universidad de Linköping (Suecia). Ocupa una posición posdoctoral en la Facultad de Administración de la Universidad de los Andes (Colombia). Es investigador sénior del proyecto *Peak* por parte de Urbam.



# Un paso adelante para prevenir el riesgo sísmico

Modelos de exposición para determinar el número de edificios y de habitantes, y sus características de construcción, y el estudio del comportamiento ante sismos de las viviendas más comunes en Colombia son algunas de las iniciativas desarrolladas por investigadores de la Universidad EAFIT para identificar el riesgo sísmico en varias ciudades del país.



Todos los ensayos experimentales se realizan en el Laboratorio de Sismica de EAFIT, uno de los más completos y avanzados del país.

📷 Robinson Henao

### Rafael González Toro

Colaborador

Colombia es un país montañoso ubicado en el Anillo de Fuego del Pacífico, una zona sísmica activa en el planeta. A esto se suma que en el país convergen tres placas tectónicas (Nazca, Caribe y Sudamericana), cuyo movimiento produce distintos tipos de fallas geológicas que pueden incidir en cada cuánto tiembla y qué tan duro tiembla, según la región en que se esté del territorio nacional.

La primera norma sismorresistente se expidió en Colombia en 1984, después del sismo de Popayán, ocurrido el 31 de marzo de 1983.

Aunque los colombianos no estén muy acostumbrados a que tiembla y no se le ponga mucho cuidado al tema, la vulnerabilidad ante un sismo es muy alta. En el caso del Valle de Aburrá no se necesita de un temblor muy fuerte para tener daños de proporciones considerables.

De ahí la necesidad de estar preparados. Por eso, la Escuela de Ingeniería de la Universidad EAFIT, a través del Departamento de Ingeniería Civil, fue contactada hace cuatro años por la Fundación Global Earthquake Model (GEM), una organización sin ánimo de

lucro que trabaja para mejorar la resiliencia contra los sismos en el mundo.

Tras el contacto inicial con Ana Beatriz Acevedo Jaramillo, PhD en Reducción del riesgo sísmico y docente de la Universidad EAFIT, la invitaron a participar como experta nacional en el proyecto *Evaluación del riesgo sísmico en Suramérica (SARA*, por la sigla en inglés de South America Risk Assessment), que cuantificó en la región el riesgo sísmico, que sirve para determinar cuáles serían las pérdidas esperadas tras un sismo, tanto humanas (heridos o fallecidos) como económicas.

El trabajo de la investigadora eafitense consistió específicamente en desarrollar dos modelos: uno de exposición, que sirve para identificar en la ciudad cuántos edificios hay, qué características de construcción tienen y cuántas personas viven en estos; y uno de vulnerabilidad para las viviendas más comunes, que permite identificar los daños que tendrían estas estructuras ante diferentes sismos.

En este proyecto también participaron el profesor Juan Diego Jaramillo Fernández y el estudiante de maestría en Ingeniería, por ese entonces, Fernando Alexis Osorio Vergara. En este estudio se dieron cuenta de que más de la mitad de las viviendas en Medellín no están construidas para que resistan terremotos. Son casas de muros de ladrillos puestos uno sobre el otro sin acero en los muros ni presencia de columnas ni vigas. Construcciones que por norma están prohibidas en el país.

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de poder estimar las pérdidas que producirán sismos en la región, por lo que, además de conocer la distribución de la infraestructura, se debe estimar cómo funcionan dichas estructuras en América Latina.

Teniendo en cuenta que una cantidad importante de viviendas en la región son muy *sui generis*, como son las viviendas más comunes en Medellín, el docente Juan Diego Jaramillo manifiesta que para realizar un correcto análisis de su capacidad es necesario complementar la información que hay de estas viviendas en otros países con información local, trabajo en el que han estado concentrados los eafitenses.

## Medellín y Colombia

La primera norma sismorresistente se expidió en Colombia en 1984, después del sismo de Popayán, ocurrido el 31 de marzo de 1983. Antes de esto no había conciencia de la problemática que acarrea este tipo



Para estimar el nivel de riesgo sísmico los investigadores tienen en cuenta tres componentes: amenaza (si tiembla o no), exposición (qué y quiénes están ahí) y vulnerabilidad (la capacidad de las estructuras).

© Robinson Henao

### Otros frentes de trabajo

La evaluación del riesgo sísmico en EAFIT se ha ampliado de viviendas a otras infraestructuras como subestaciones eléctricas y sistemas de acueducto, siendo este último el tema central del trabajo de doctorado en Ingeniería de Daniela González González.

El fenómeno de deslizamientos inducidos por sismos es otro de los temas que en la actualidad investiga el estudiante Marco Camilo Zapata Tapia en su trabajo de maestría en Ciencias de la Tierra, junto con los profesores Ana Beatriz Acevedo y Jorge Alonso Prieto Salazar, del Departamento de Ingeniería Civil.

de construcciones y un gran porcentaje de las viviendas construidas por ingenieros, antes de esa fecha y que todavía perduran, se hicieron con muros de mampostería simple, es decir, muros de ladrillos.

Para el caso de Medellín hay un gran número de casas viejas en barrios como La América, La Floresta, Estadio, El Poblado, Laureles, San Joaquín, Belén, Prado, entre otros, construidas de esa manera. Además, están las viviendas que vienen de procesos más informales de construcción, que no cumplen ninguna norma y que se multiplican en diferentes barrios de la ciudad.

**Cerca del 60 por ciento de las viviendas de Medellín no cumplen con la norma de sismorresistencia.**

De ahí que el estudio encontró que cerca del 60 por ciento de las viviendas de la ciudad están en estas condiciones. Por eso surgió para la profesora Ana Beatriz Acevedo, junto con su equipo de Ingeniería Civil, la necesidad de estudiar el comportamiento de esas construcciones ante un sismo porque cuando haya un

terremoto van a ser muy afectadas y van a comprometer la vida y el patrimonio de sus moradores.

La cifra de 60 por ciento sale de un modelo de exposición, en el que la calidad de los resultados depende de la calidad de los datos. Para este fin hicieron muchas encuestas y se basaron en una información de Catastro Municipal, en entrevistas con expertos e ingenieros, y en identificar el sistema estructural, explica la docente eafitense.

## Modelo local

Un modelo de exposición, que sirve para cuantificar a gran escala en los estudios de riesgo sísmico, es lo que creó dentro del proyecto SARA el equipo de la Universidad EAFIT, específicamente para el departamento de Antioquia y, con más detalle, para Medellín, Bogotá y Cali.

Con la propuesta de otra estudiante de la maestría en Ingeniería, que en la actualidad cursa doctorado en Ingeniería, Daniela González González, se decidió optimizar el modelo de Medellín. Realizaron más encuestas y, posteriormente, mejoraron los modelos de Bogotá y Cali.

Aunque el proyecto SARA terminó en 2015, los investigadores eafitenses continuaron trabajando con la Fundación GEM. En 2017 se firmó un acuerdo de colaboración entre EAFIT y GEM, dentro del cual se realizó en mayo de 2017 el Seminario-Taller Evaluación del riesgo sísmico y sus aplicaciones en la toma de decisiones.

## El comportamiento de la estructura

Una vez terminada su maestría en Ingeniería, Fernando Alexis Osorio, estudiante en la actualidad del doctorado en Ingeniería de EAFIT y financiado por Colciencias, decidió orientar su tesis en estudiar la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura de edificaciones de mampostería no reforzada, que representa el 60 por ciento de las construcciones de viviendas del Valle de Aburrá.

Mediante ensayos de laboratorio, el estudiante doctoral ha aplicado cargas a muros de mampostería no reforzada, para estudiar su comportamiento ante cargas laterales, con el propósito de obtener datos para crear modelos, cuantificar y entender

cómo se comportarán las estructuras de ese tipo de construcciones, cuya capacidad de soportar cargas sísmicas es muy baja.

La realización de estos ensayos hace parte de las actividades de un convenio de asociación entre EAFIT y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Este se firmó a finales de 2017 con el objetivo de evaluar, de manera experimental, el comportamiento de muros de mampostería no reforzada sometidos a cargas laterales y realizar un reforzamiento de viviendas. Dicho convenio se desarrolla en el marco del Plan de gestión del riesgo sísmico del Área Metropolitana.

Los investigadores desarrollaron un modelo de exposición para identificar cuántos edificios hay en la ciudad, sus características y cuántas personas viven en estos.

Debido a que la vulnerabilidad de viviendas de mampostería no reforzada es un problema en la región, se decidió complementar los ensayos del estudiante de doctorado con ensayos de muros en la mesa vibratoria, lo que permite aplicar aceleraciones en la base del muro.

Los ensayos en mesa están a cargo de José Fernando Baena Urrea, estudiante de maestría en Ingeniería. Todos los ensayos experimentales se realizan en el Laboratorio de Sísmica de EAFIT, uno

de los más completos y avanzados del país.

Como parte de ese convenio, reforzarán tres viviendas informales en tres municipios del área metropolitana del Valle de Aburrá. Las reforzarán según metodologías desarrolladas por la ONG Build Change, entidad que trabaja en la reconstrucción de viviendas y escuelas después de sismos, pero cuya labor en Colombia se enfoca en la prevención (antes del sismo). Reforzar estas viviendas permitirá no solo conocer los costos de este proceso de reforzamiento, sino que la comunidad entienda por qué se debe hacer.

Para estimar el nivel de riesgo sísmico se tienen en cuenta tres componentes: amenaza (si tiembla o no), exposición (qué y quiénes están ahí) y vulnerabilidad (la capacidad de las estructuras). Para este trabajo los investigadores se centran en la vulnerabilidad, pues el propósito es estudiar cómo se comporta la estructura, puntualiza la profesora Ana Beatriz Acevedo.

Con la línea de investigación que lidera la docente Ana Beatriz Acevedo se espera encontrar más luces para poder mitigar, de la mejor manera posible, las consecuencias de un posible sismo. Además, que los gobernantes y la gente cada vez comprenda más la importancia de prevenir y de cumplir las normas al momento de construir, tanto para cuidar patrimonios y, lo más importante, para salvar vidas.

## Investigadores

### Ana Beatriz Acevedo Jaramillo

Ingeniería civil, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín); magíster y PhD en Reducción del riesgo sísmico, Universidad de Pavia (Italia). Es profesora e investigadora en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad EAFIT.

### Daniela González González

Ingeniera civil y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. En esta institución es estudiante en la actualidad del doctorado en Ingeniería y, además, es profesora de la materia Análisis de estructuras.

### Fernando Osorio Vergara

Ingeniero civil y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. En esta Institución es estudiante en la actualidad del doctorado en Ingeniería y, además, es profesor de la asignatura Dinámica estructural.



Robinson Henao

La profesora Ana Beatriz Acevedo, junto con su equipo de Ingeniería Civil, lidera el estudio del comportamiento de las construcciones que no cumplen con la norma de sismorresistencia.

# Imágenes ópticas más limpias gracias a los físicos

A través de una colaboración con el Wellman Center for Photomedicine –de la Escuela de Medicina de Harvard y el Hospital General de Massachusetts–, EAFIT hizo su aporte para lograr suprimir manchas en la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT). Esta corrección en la imagen contribuye a mejorar los diagnósticos médicos.

Ana María Jaramillo Villegas

Colaboradora

Ver el interior del cuerpo ha sido una de las revoluciones en la medicina. Dentro de los procedimientos más empleados en la actualidad están las tomografías, técnicas que permiten reconstruir imágenes tridimensionales del cuerpo a partir de capas de información.

Cada tipo de tomografía permite visualizar estructuras de diferentes tamaños. Por ejemplo, con la microscopía confocal se ven las células, con el ul-



Laboratorio de Óptica Aplicada de EAFIT. René Restrepo Gómez es el único investigador que se encuentra en Medellín. Para este equipo de trabajo el lugar geográfico no es un limitante a la hora de hacer ciencia.

📷 Róbinson Henao

trasonido de alta resolución se observa un embrión y con la resonancia magnética se estudian órganos completos como el esófago.

La Universidad EAFIT, a través del Grupo de Investigación en Óptica Aplicada, recientemente aportó su grano de arena en este campo, específicamente con la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT), una técnica no invasiva de diagnóstico que produce imágenes de la sección transversal de un tejido biológico como el ojo en alta resolución. Dicho trabajo se desarrolló con el Wellman Center for Photomedicine, de la Escuela de Medicina de Harvard y el Hospital General de Massachusetts.

Antes de que apareciera esta técnica en los hospitales los tejidos constituían una escala en la que no se lograban obtener imágenes en medicina. Sin embargo, con la aparición de esta técnica como posibilidad diagnóstica, los médicos ya no solo lograron ver células individuales u órganos completos, sino que pudieron comenzar a estudiar capas de células.

Poder ver imágenes en esta escala tiene un amplio interés médico y diagnóstico, y los pacientes que más se han beneficiado de la OCT son aquellos con enfermedades en la retina, como el glaucoma o la degeneración macular.

Por otra parte, la OCT es un tipo de tomografía que está en rápida expansión hacia otras áreas del

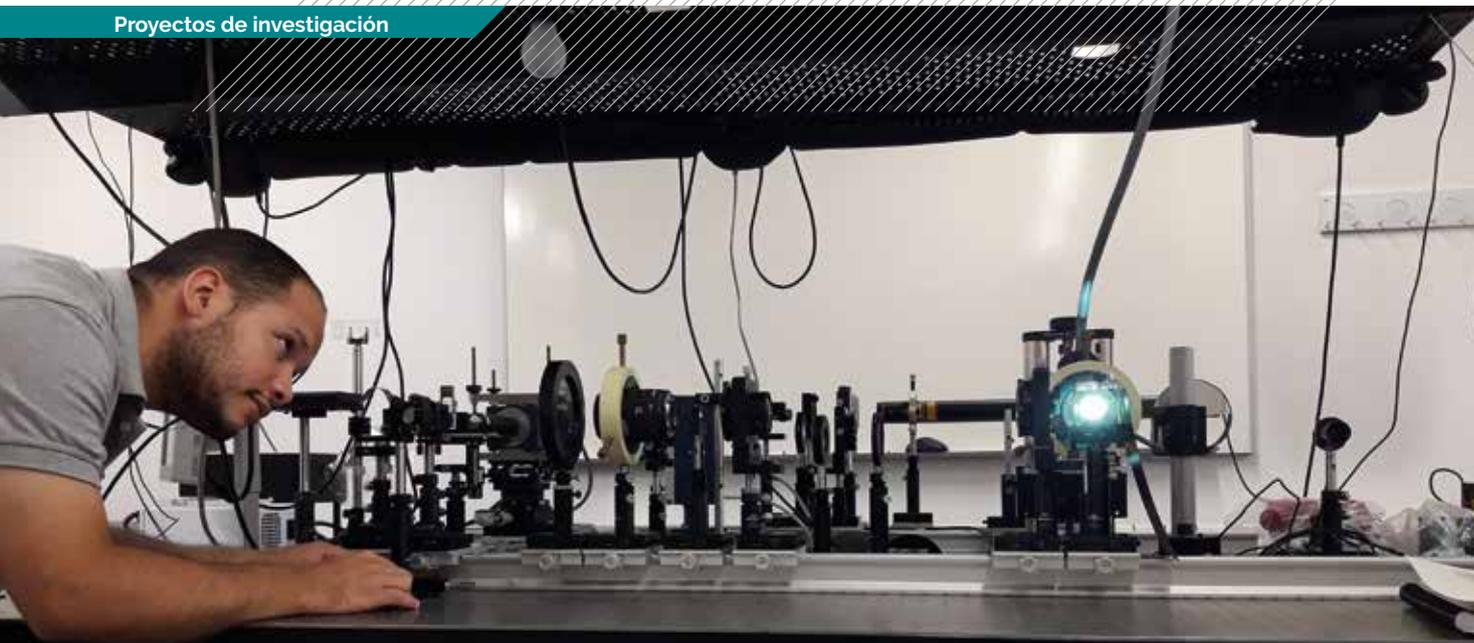
diagnóstico clínico como la cardiovascular y la gastrointestinal, donde enfermedades como el inicio de cáncer pueden ser detectadas por inspección visual.

## Una oportunidad para mejorar la técnica

Cada tomografía se basa un fenómeno físico para adquirir la información. La OCT es una técnica análoga al ultrasonido, pero hecha con luz. Es decir, en lugar de medir el eco del sonido, se mide el eco de la luz. El dispositivo de captura lanza un haz hacia el tejido, evalúa las profundidades que alcanza, reconstruye esa información capa por capa y arma imágenes tridimensionales que el médico interpreta.

**Su labor no es hacer diagnósticos clínicos, sino (como físicos) interpretar la luz.**

A pesar de la gran utilidad de las imágenes que hoy en día se obtienen, la imagen que llega a manos del médico está llena de puntos o "motas" debido a la interacción de la luz con el tejido biológico. El problema es que ese "ruido" en la imagen enmascara infor-



Para el investigador Carlos Cuartas un aporte novedoso de la aproximación consiste en analizar los datos no solo en dos dimensiones, como se hace de manera tradicional para procesar información, sino en agregar un análisis en tres dimensiones.

© Cortesía Carlos Cuartas

mación –nervios, vasos sanguíneos– que puede ser de gran utilidad para el diagnóstico clínico.

Con base en lo anterior, el equipo interinstitucional de investigadores se propuso eliminar las “motas” de manera selectiva, es decir, borrar aquellos puntos que se debían a interacciones no deseadas de la luz y dejar los propios de las estructuras del tejido.

Los investigadores lograron eliminar el “ruido” que en la imagen enmascara información de utilidad para el diagnóstico clínico.

No obstante, había que comenzar por el principio: ¿por qué la imagen tiene esos puntos? Para dar respuesta los científicos partieron de que las “motas” que se ven en la imagen son producidas por un fenómeno físico y comprenderlo es parte esencial de su trabajo de investigación. Su labor no es desarrollar equipos médicos ni hacer diagnósticos clínicos. Son físicos. Su trabajo es interpretar la luz, es decir, entender cómo se comporta cuando interactúa con la materia, en este caso un tejido biológico, y a partir de ahí sacar información útil.

## Nuevas maneras de procesar la información

Las imágenes de OCT con que trabajan los físicos de EAFIT ya fueron tomadas y cada una representa, en últimas, un conjunto de datos obtenido por un dispositivo. Entonces, ¿cómo mejorar la imagen cuando ya fue adquirida? El objetivo es obtener más información

## Pensar con otros y liberar accesos

“Somos un equipo”, recalca René Restrepo Gómez, coordinador del Grupo de Investigación en Óptica Aplicada, al referirse al trabajo conjunto que han desarrollado con el Wellman Center for Photomedicine, adscrito a la Escuela de Medicina de Harvard donde se estudia cómo las tecnologías ópticas impactan en la medicina. También participa el Hospital General de Massachusetts, donde se evalúan los resultados.

Para los investigadores, la meta a corto plazo no es engrosar las filas de las patentes sino, por ahora, ser conocidos. “Patentar –asegura René Restrepo– no nos garantiza que nos usen y en este momento lo que necesitamos es que la industria que fabrica equipos médicos se nos acerque para que sigamos desarrollando cosas en conjunto. En el fondo trabajamos para el futuro”. Por eso han pagado para que el artículo sea de libre descarga y para que cualquiera pueda correr los códigos fuentes.

a partir de las mismas imágenes, es decir, de los mismos datos para facilitarle la interpretación al médico, puntualiza Carlos Cuartas Vélez, integrante del Grupo de Investigación en Óptica Aplicada.

Muchos avances científicos se dan cuando los investigadores deciden abordar el mismo problema de diferente manera. El procesamiento de imágenes es muy viejo y –como lo explica René Restrepo Gómez, coordinador del Grupo de Investigación en Óptica Aplicada–, técnicas para eliminar el “moteado” de la imagen hay muchas, pero el que desarrollaron se sale de la forma tradicional.

La idea de cómo hacerlo, por ejemplo, viene de las imágenes que se capturan de la superficie de Titán (una de las lunas de Saturno), que se obtienen con un método parecido al que emplea OCT. No en vano, el problema de los físicos de EAFIT es análogo al de los científicos que estudian a Titán: hay una parte de la luz que se refleja desde otros lugares de la muestra y produce los punticos oscuros que se ven en la imagen.

Ante dicho panorama, durante los últimos años han crecido las aproximaciones que buscan eliminar este "moteado", conservando las características de la imagen. En términos científicos, el trabajo de los físicos de EAFIT es novedoso en dos frentes: primero, entiende "la mota" como un fenómeno físico que tiene una matemática propia y, segundo, analiza los datos de la imagen en tres dimensiones y no en dos.

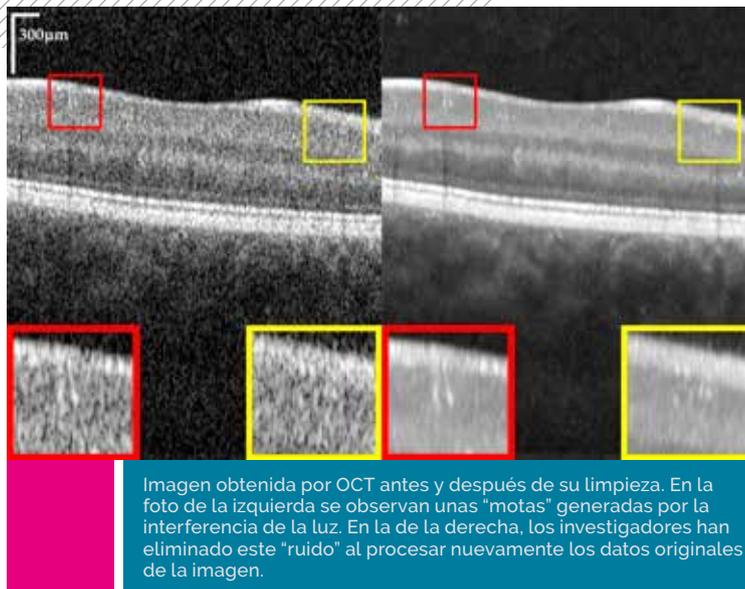


Imagen obtenida por OCT antes y después de su limpieza. En la foto de la izquierda se observan unas "motas" generadas por la interferencia de la luz. En la de la derecha, los investigadores han eliminado este "ruido" al procesar nuevamente los datos originales de la imagen.

© cortesía Carlos Cuartas

## El problema de los físicos de EAFIT es análogo al de los científicos que estudian a Titán

Entender los puntos como un fenómeno físico les permite a los investigadores definir sus características y comprenderlos a través de un modelo matemático. Y con base en este análisis estadístico hacen un "filtro inteligente", es decir, logran determinar si cada "moteado" es propio del tejido que se estudia –parte de un vaso o nervio– o si, por el contrario, es una interferencia de la imagen debida a fenómenos propios de la luz.

Un aporte novedoso de la aproximación consiste en analizar los datos no solo en dos dimensiones, como se hace de manera tradicional para procesar información, sino en agregar un análisis en tres dimensiones. Para el investigador Carlos Cuartas, esto llama la atención porque a pesar de que OCT es una técnica volumétrica, nadie había hecho procesamiento de la información teniendo en cuenta esto, es decir, analizaron "cubos de información", no solo capas.

El grupo de investigación tiene claro que la óptica, y particularmente la fotónica, es una ciencia transversal y que su saber permite obtener información útil para otras disciplinas como la astronomía, la biología o la ciencia de materiales: ¿cómo poder observar el Sol sin que el telescopio deforme la imagen?, ¿cómo mejorar los lentes intraoculares que usan los pacientes con cataratas?, ¿cómo comprender la atmósfera desde la óptica? Son nuevas preguntas a las que se enfrentan los investigadores de EAFIT.

## Investigadores

### Carlos Cuartas Vélez

Ingeniero físico y magíster en Física Aplicada, Universidad EAFIT. Es joven investigador del Grupo de Investigación en Óptica Aplicada de la Universidad EAFIT.

### René Restrepo Gómez

Ingeniero mecánico, Universidad EAFIT; DEA (máster) en Física e Informática, Universidad de La Laguna (España), y PhD en Física, Universidad Complutense de Madrid (España). Es docente del Departamento de Ciencias Físicas y coordinador del Grupo de Investigación en Óptica Aplicada de la Universidad EAFIT.

### Brett E. Bouma

Físico, Hope College (Michigan, Estados Unidos); magíster en Física, Michigan State University, y PhD en Física, University of Illinois at Chicago. Profesor de dermatología y ciencias y tecnologías de la salud en Harvard Medical School. Es físico en el Massachusetts General Hospital y es director del Center for Biomedical OCT Research and Translation Wellman Center for Photomedicine (CBORT), del Massachusetts General Hospital.

### Néstor Uribe Patarroyo

Físico, Universidad del Valle; DEA (máster) en Óptica y PhD en Óptica, Universidad Complutense de Madrid. Es instructor en Dermatología en Harvard Medical School. Se unió al Wellman Center for Photomedicine en 2012 después de trabajar en sensores remotos clásicos y cuánticos.

# Un manual de lógica para juristas

La filosofía, la lógica y el derecho se funden en esta obra pedagógica escrita de manera especial para los futuros abogados eafitenses. Argumentos cuya estructura fue clarificada hace miles de años sirven de herramienta en la actualidad para deliberar, no solo en clase, sino en el ejercicio profesional.

+

Margarita Zuluaga Esquivel

Colaboradora

Han pasado muchos siglos desde aquella escena que se repitió por cerca de 12 años, en la que se les vio a Aristóteles y a sus estudiantes llegar al Liceo, ese sitio en medio del bosque donde se reunían a filosofar. No es difícil cerrar los ojos e imaginar al padre fundador de la Lógica Occidental con el grupo de jóvenes anhelantes de conocimiento.

Cerca de veintitrés siglos después la escena se repite en una especie de *deja vú*. Al Liceo lo reemplaza una moderna aula de la Universidad EAFIT, de las recientemente acondicionadas para que los estudiantes tengan libertad de mover la silla a su antojo y en la que todas las paredes son tablero. A pesar de la modernidad del espacio, el contenido tiene las mismas cuestiones aristotélicas fundamentales: ¿cómo alcanzar la certeza científica? ¿Qué es y para qué sirve la lógica?

La lógica es una competencia propia del pensar despacio, es un momento de serenidad formativa que se articula con otras destrezas que el abogado incorpora de manera progresiva.

El profesor Vicente Jaime Ramírez Giraldo, filósofo y abogado, es quien desempolvó la lógica tradicional, de impronta aristotélica, para llevarla hasta las clases de la Escuela de Derecho de EAFIT. Y no solo la lógica aristotélica, ya que esta es solo el primer eslabón para acceder a la lógica matemática y las lógicas no clásicas.

La lógica es parte de los saberes que siempre han conformado los cimientos jurídicos de la Escuela de Derecho de EAFIT, es parte de su identidad, así como los procesos de fundamentación teórica, el conocimiento del derecho positivo y su implementa-



El profesor Vicente Jaime Ramírez Giraldo, doctor en Filosofía del Derecho, escribió esta obra con el propósito de dotar a los estudiantes de las herramientas necesarias para ser juristas deliberantes.

📷 Róbinson Henao

ción. Además, siempre ha habido un grupo de profesores de Humanidades de renombre internacional, encargados del área técnica de la lógica.

Sin embargo, el docente Vicente Ramírez es quien decidió liderar una cruzada para transformar la lógica de disciplina técnica en una materia más integrada a la visión y necesidades de los futuros juristas eafitenses.

## Producto del diálogo pedagógico

El proceso del docente eafitense tomó su tiempo. Investigaciones que duraron años, exploración de literatura técnica y la adaptación de la misma para los estudiantes ayudaron a configurar un material escrito que fue tomando forma. Al comienzo el resultado de este trabajo fue más para los colegas juristas preocupados por la lógica, pero un diálogo pedagógico permitió mejorar el producto pensando en el estudiante como interlocutor final. Así nació *Derecho y lógica. Un manual para juristas en formación*.

"Este manual es el primero que la Escuela de Derecho ha pensado dentro del proceso de capacitación integral en argumentación de los futuros

juristas, es un esfuerzo para conectar los aspectos lógico-analíticos dentro de los elementos de formación. Es un formato más amable, con glosarios básicos en todos los capítulos, sintetiza la información esencial como guía para la literatura especializada, tiene memorias de ejercicios y temas de discusión, es una estructura metodológica que se repite en los siete capítulos de la publicación", explica Vicente Ramírez, coordinador del Área de Teorías del Derecho.

**"Los juristas son los grandes mediadores entre la vida y la lógica": Frederic Maitland.**

Una de las motivaciones profundas de este proyecto editorial se basa en la idea del tipo de juristas que se quiere formar en la Universidad. Otra era la inquietud sobre cómo conectar el estudio de la lógica con las otras materias del pénsum.

"Lo que teníamos claro es que la lógica tiene una conexión esencial con el estudio y la práctica del derecho. También, que la lógica ha sido un fundamento y una herramienta para la investigación. Lo que no parece estar claro es que justifica el tiempo y las energías el asumir el proceso de estudio de la lógica. Es fácil alabarla, pero no tanto admitir sus desafíos", acota Vicente Ramírez, doctor en Filosofía del Derecho.



"La lógica tiene profundas transformaciones históricas, que presentan nuevos desafíos, como aquel ante el que hoy nos encontramos: el del pluralismo lógico, que no niega la racionalidad, sino que es un esfuerzo de las teorías para descubrirla de una forma más plena", manifiesta el filósofo y abogado Vicente Jaime Ramírez Giraldo.

© Robinson Henao

## El sentido común de la lógica

Según el manual escrito por el profesor Vicente Ramírez, la lógica le sirve al jurista por las siguientes razones:

- Es un recurso para delimitar las pretensiones de racionalidad de cualquier discurso, debate o argumento.
- Estudiar la lógica tradicional tiene repercusiones medias en las competencias argumentativas del estudiante, ya que fomenta el pensamiento analítico y un orden y desarrollo de las demostraciones.
- La lógica de proposiciones y de predicados permite identificar las unidades lingüísticas básicas susceptibles de falsedad y verdad, y la estructura lógica de los enunciados universales y particulares.
- Permite identificar los razonamientos que son necesarios y los que son probables.
- Contribuye a que el futuro abogado se forme como lector competente de textos jurídicos o relevantes para el ejercicio del derecho, tanto del pasado como de la actualidad.
- Es un recurso que puede utilizarse con creatividad en las dogmáticas jurídicas sectoriales.

Como lo ha reiterado el nobel de economía Daniel Kahneman, la lógica es una competencia propia del pensar despacio, es un momento de serenidad formativa que se articula con otras destrezas que el abogado va incorporando de manera progresiva, indica el coordinador del Área de Teorías del Derecho.

"Pensar bien tiene repercusiones en la manera como implementamos nuestro saber jurídico, en la manera en que captamos problemas y analizamos soluciones. Me gusta mucho la cita del jurista inglés Frederic Maitland, y que elegí como epígrafe del libro, que se menciona con frecuencia: "los juristas son los grandes mediadores entre la vida y la lógica". Me parece que es un mensaje correcto para los estudiantes: es necesario colonizar de manera racional el mundo cotidiano", puntualiza el filósofo.

## Lógica en las clases de Derecho

En el aula de clase, la primera perplejidad del estudiante es que la lógica no siempre coincide con la experiencia cotidiana de la racionalidad, con el sentido común con el que se guían en la vida diaria.

“Las personas tienen una idea muy intuitiva de la lógica, la confunden con los patrones habituales psicológicos y comportamentales. Los abogados experimentan una especie de perplejidad porque el desarrollo de la lógica no les da la razón en todo, tenemos formas de argumentar que parecen válidas, pero ese es precisamente el razonamiento falaz, el que parece válido sin serlo. Por eso tenemos que hacer esfuerzos analíticos para captar estructuras”, expresa el docente de EAFIT. (Ver ‘Estructuras formales, lógica y sentido común’).

En dicho contexto, ¿cómo entiende un jurista la lógica? El profesor Vicente Ramírez explica que “los sujetos tenemos una experiencia de nuestra propia racionalidad, como ya lo anotamos, pero la teoría lógica no siempre avala nuestro sentido común y esto es importante porque nos muestra que nuestros enfoques y ar-

gumentaciones no son tan lógicos como pensábamos”.

En esa discusión interna sobre qué es la lógica el jurista debe encontrar argumentos que lo ilustren y preparen para las contiendas democráticas y los conflictos jurídicos. Para el investigador Vicente Ramírez esto es importante debido a que hay grandes problemas culturales en el derecho por la falta de formación jurídica y, también, lógica. Carencias que son otra muestra de la crisis de la profesión jurídica en el país. De hecho, afirma el docente, la crisis lógica es análoga a la crisis ética, una razón más para recordar a Aristóteles y sus discusiones en el Liceo.

## Estructuras formales, lógica y sentido común

A manera de contexto, el filósofo y abogado Vicente Ramírez explica que Aristóteles, reflexivo observador de los eventos retóricos y las competencias dialécticas, extrae con tal maestría las estructuras formales —no olvidar que fue el primero que compuso una obra acerca de los argumentos falaces—, que inmovilizó la evolución lógica durante más de dos milenios.

Incluso en el siglo XVIII un filósofo de la talla de Kant decía que la ciencia de la lógica había prácticamente “nacido perfecta y acabada”, es decir, desde Aristóteles hay una toma de distancia —en la obra lógica, no en sus investigaciones retóricas— del espectáculo de la palabra fácil y del dominio de lo meramente opinable, condición que habría de dominar la ciencia lógica hasta entrado el siglo XIX. En la actualidad esa situación ha cambiado, pero la distancia del sentido común no se ha acortado con la lógica matemática estándar, no en todos sus aspectos.

Los juristas, por su parte, también “tuvieron un papel importante en la historia de la lógica, hicieron sus aportes, pero se quedaron rezagados durante las primeras décadas del siglo XX porque sus disertaciones siguieron atadas a la vieja lógica tradicional. Al llegar a las décadas de los treinta y los cuarenta comenzaron a tomar muy en serio las investigaciones de la nueva lógica (matemática), por lo que en la segunda mitad del siglo XX se puede hablar de relaciones académicas más fluidas entre el derecho y la lógica, afirma el docente, quien manifiesta además que todo este proceso de transformación, esta invitación al diálogo científico y cultural, son ofrecidos a los estudiantes de la Escuela de Derecho.



## El autor

### Vicente Jaime Ramírez Giraldo

Filósofo, Universidad de Antioquia; abogado, Universidad de Medellín, y doctor en Filosofía del Derecho por la Universidad Pontificia Salesiana de Roma (Italia). Tiene estudios de Derecho Constitucional y Democracia en España. Es profesor titular de la Escuela de Derecho de la Universidad EAFIT, donde coordina el Área de Teorías del Derecho. Es autor de investigaciones y ponencias y del libro *Meditación sobre la simplicidad*, publicado por el Fondo Editorial Universidad EAFIT.

Contrario a la creencia popular

# En crisis económicas la tasa de fertilidad se reduce en sectores más pobres

El económico, sin duda, es un factor fundamental a la hora de tener o no hijos y, aún más, si se trata de una época de recesión o una de bonanza. Un estudio de EAFIT y el Banco de la República evidencia cómo los sectores menos favorecidos reducen su tasa de fertilidad en los momentos de crisis.

**Jonathan Andrés Montoya Correa**

Periodista Área de Información y Prensa EAFIT

La tasa de fertilidad en Colombia, según cifras del Banco Mundial, ha disminuido considerablemente con el paso de los años al pasar, de casi siete hijos por cada mujer en la década del 60, a un promedio de 1.88 hijos por mujer en 2015.

En periodos de crisis la tasa de fertilidad se reduce en los departamentos más pobres.

La educación, los métodos anticonceptivos, los factores sociales y, por supuesto, la participación cada vez más activa de la mujer en el mercado laboral han sido algunos de los determinantes para esta disminución.

Este fenómeno, conocido como transición demográfica, no es único del país, sino que ha sido

esencial para el desarrollo de otras naciones donde la población femenina constituye una importante parte de la fuerza productiva.

Las decisiones de fecundidad también pueden variar según el entorno socioeconómico de los hogares e, incluso, arrojar indicadores que se comportan de maneras diferentes frente a periodos boyanes o de crisis.

Existe la creencia popular de que las personas pobres tienen más hijos y que la gente rica cuenta con las herramientas necesarias para controlar su fecundidad. Sin embargo, Eleonora Dávalos Álvarez, docente e investigadora de la Escuela de Economía y Finanzas, analizó esta hipótesis durante los últimos años para entender cómo los periodos de desaceleración económica o los de bonanza pueden generar diversos efectos en esas decisiones.

*Las crisis económicas promueven una reducción de la fertilidad en las áreas pobres: evidencia desde*



En 1998 el Dane asumió como ente regulador de las cifras de nacidos vivos en el país. Hasta ese momento el registro lo realizaban las notarías, lo que llevó a los investigadores a hacer un análisis departamental.

Shutterstock

*Colombia* es el nombre de esta investigación, publicada en 2017 en *Demographic Research*, revista científica alemana que ostenta la categoría Q1 en el índice Scopus, debido al alto impacto de sus artículos.

En este *journal* la profesora, junto con Leonardo Fabio Morales Zurita, investigador de la Subgerencia Regional de Estudios Económicos del Banco de la República, hacen una aproximación a la fecundidad colombiana al tomar como punto de referencia la crisis económica de finales de los 90.

Eleonora Dávalos, PhD en Política Pública, explica que en países desarrollados como Estados Unidos hay numerosos estudios sobre las decisiones de fertilidad durante las épocas de crisis económica, específicamente en la crisis inmobiliaria de 2007-2008. En Colombia, sin embargo, ese tipo de investigaciones están limitadas a la sistematización de la información de nacimientos realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) a partir de 1998.

Debido a la restricción de información, la investigadora concentró sus esfuerzos en la unidad de medición más desagregada para analizar el periodo de interés: 32 departamentos colombianos y el distrito capital de Bogotá. De esta manera, encontró 33 observaciones a lo largo de 16 años (1998 a 2013) que le permitieron comparar las diferentes decisiones de fertilidad frente a los años de crisis o de no crisis.

Se considera crisis económica –acota la profesora– a dos periodos continuos en los que la economía decrece a cifras negativas y Colombia se ajustaba a esa definición en 1999, cuando el Producto Interno Bruto cayó 4,7 por ciento y se destruyeron sectores productivos. Con ese dato inicial, la siguiente tarea requería clasificar a los diferentes departamentos del país entre pobres y acomodados.

---

## El trabajo en relación con la maternidad

---

Cuando Marissa Mayer, directora ejecutiva de Yahoo, anunció que estaba embarazada de gemelas en 2015, no solo sacudió el mercado de las tecnologías, sino que reabrió el debate sobre el trabajo en relación con la maternidad y puso nuevamente sobre la mesa el argumento de cómo esta última podría convertirse en un obstáculo para el primero.

Eleonora Dávalos usa este ejemplo para ilustrar cómo las decisiones de maternidad pueden variar notablemente entre sectores socioeconómicos y cómo no siempre se cumple la hipótesis tradicional de que los grupos pobres tienen más hijos y los ricos menos, sino que esta decisión puede estar sujeta a muchas variables sociales y económicas.



La investigación encontró que en los departamentos más pobres la tasa de fertilidad se reducía en 0.002 hijos por mujer en periodos de crisis económica, mientras que las clases acomodadas la aumentan en 0.007, contrario a la creencia popular.

© Robinson Henao

En el plano nacional la profesora eafitense analizó el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) de los departamentos colombianos durante el periodo de su investigación. Así, observó que el promedio nacional durante el periodo de estudio fue 28 por ciento. Es decir, 28 de cada 100 personas en Colombia tenían necesidades básicas insatisfechas.

Con el fin de clasificar los departamentos en dos categorías se tomó como referencia el promedio nacional. Aquellos departamentos en los que el promedio de personas con NBI superara el promedio nacional eran considerados pobres, mientras que los departamentos donde el promedio de personas con NBI estuviera por debajo del nacional eran considerados acomodados.

**El trabajo evidencia la percepción de los colombianos sobre el costo de tener un hijo durante situaciones económicas adversas.**

Usando dicho criterio, la investigación encontró que durante los periodos de crisis los hogares menos favorecidos reducían su fertilidad en 0.002 hijos por mujer, mientras que los más ricos la aumentaban en 0.007, lo que evidencia que no había correlación con la creencia popular.

"Podría pensarse que los valores no son muy significativos, pero en términos de tasas de fertilidad estos números son muy sensibles porque 2.1 es la tasa de remplazo de las generaciones futuras, lo que significa que en la actualidad la población sí está creciendo, pero a una tasa menor", puntualiza la docente de la Escuela de Economía y Finanzas.

La investigación también muestra cómo estas decisiones opuestas se alinean de manera simultánea

con dos teorías diferentes (procíclicas y contracíclicas) de la economía, que señalan que las personas se comportan según los ciclos económicos. Es decir, que se reduce la cantidad de hijos durante los periodos de recesión o que aumenta la fertilidad en bonanza.

Es ahí donde vuelve a entrar el ejemplo de Marissa Mayer para señalar el impacto de estudios recientes que se centran más en el costo de oportunidad y, específicamente, en la pregunta: ¿qué tienen las personas para perder durante una situación económica determinada?

En el caso de la directora ejecutiva de Yahoo, por ejemplo, pudo significar un movimiento accionario o el debate acalorado en diversos círculos, pero en el caso colombiano muestra que los departamentos menos favorecidos tienen más que perder y, por ende, controlan más su fecundidad.

"En resumen, la situación a la que se enfrentan es la misma: una crisis o una bonanza, pero los mundos son muy distintos y las decisiones de fertilidad se presentan de manera diferente en cada uno de estos", agrega la docente. Ella señala además que aunque la investigación no se centra en historias individuales, sino en valores agregados, deja la pregunta abierta para analizar las particularidades de los hogares.

## Impacto de la fertilidad en las decisiones de ahorro

Eleonora Dávalos y Leonardo Fabio Morales se basaron, al comienzo, en los determinantes próximos de fertilidad para su investigación, una teoría demográfica compuesta por diferentes elementos de enfoque biológico y para la que es necesario contar con encuestas de demografía y salud en el ámbito departamental.

Ante la escasez de estas encuestas en el ámbito departamental optaron por un modelo económico que se ajustaba más a la información disponible y, de esta manera, llegaron al modelo de generaciones traslapadas, sugerido por un revisor anónimo durante el proceso de publicación del artículo. Se trata de una herramienta que sirve para analizar las decisiones de fertilidad y ahorro en jóvenes y en personas en edad de retiro que viven de manera simultánea.

Encontraron que las conclusiones obtenidas tenían cabida en este modelo porque las decisiones de fertilidad –tener hijos o no tenerlos– se encuentran en un momento con las del ahorro, lo que muy posible impacta estas últimas, explica Leonardo Fabio Morales, quien además señala que otra de las novedades



Aunque el estudio se basa en indicadores y promedios, permite tener una visión general de los hogares colombianos y su capacidad de control de fertilidad en las épocas de crisis.

Shutterstock

de la investigación fue darle soporte teórico con un modelo que, tradicionalmente, se utilizaba para temas pensionales.

El economista e investigador se suma a la opinión de su colega Eleonora Dávalos al afirmar que este trabajo no se centra en historias particulares, pero sí evidencia la percepción que tienen los colombianos sobre el costo de tener un hijo, sobre todo en situaciones económicas adversas.

En tiempos de alto desempleo las personas de mayores recursos aumentan su fecundidad porque sus ingresos no dependen, necesariamente, de sus salarios.

"Esto datos son aún más ilustrativos en los puntos más extremos: en tiempos de alto desempleo las personas en situaciones demasiado precarias reducen su fecundidad porque se van a ver más afectados económicamente, mientras que las personas de mayores recursos la aumentan porque sus ingresos no dependen, necesariamente, de sus salarios. Incluso encuentran en el tiempo libre una motivación para tener hijos", apunta el investigador del Banco de la República.

Para Leonardo Fabio Morales es importante poder entender estos fenómenos desde el punto de vista científico, pues evidencia que los hogares colombianos, independiente de su situación económica, sí conocen o son conscientes de las diferentes formas de controlar su fertilidad.

Por su parte, la profesora eafitense manifiesta que el aporte de este trabajo también permite reconciliar diferentes teorías que se creían distanciadas, lo que muestra que las personas pueden reaccionar de maneras muy diversas frente a una misma crisis según su contexto social, su región o sus expectativas de vida. Y no descarta que un siguiente nivel a investigar sea pasar del análisis de esos promedios al estudio de historias más particulares y específicas.

## Investigadores

### Eleonora Dávalos Álvarez

Economista, Universidad del Valle; magíster en Economía Ambiental y Recursos Naturales, Universidad de los Andes, y PhD en Política Pública con énfasis en Política Social, Universidad de Carolina del Norte (Estados Unidos). Es profesora de la Escuela de Economía y Finanzas, e integrante del Grupo de Investigación en Estudios en Economía y Empresa de la Universidad EAFIT.

### Leonardo Fabio Morales Zurita

Economista, Universidad del Valle, y PhD en Economía, Universidad de Carolina del Norte (Estados Unidos). En la actualidad es investigador del Banco de la República, en la Subgerencia Regional de Estudios Económicos.

Banco Mundial financió investigación pionera en Latinoamérica

# La forma de las ciudades influye en su productividad

Con OpenStreetMap (OSM) capturaron las mallas viales de las ciudades estudiadas y generaron métricas sobre qué tan bien conectadas estaban en su interior.

📷 Róbinson Henao

**Un estudio realizado por el grupo Research in Spatial Economics (Rise), con base en imágenes satelitales nocturnas de 919 ciudades latinoamericanas, confirma la relación entre la forma de las ciudades y la productividad.**

**Claudia Bedoya Madrid**

Colaboradora

La forma del perímetro urbano, la conectividad interna y las políticas de distribución de uso del suelo impactan la productividad de las ciudades, aunque la literatura se ha concentrado en atribuir esa influencia solo a la densidad de la población.

“La densidad de la población por sí misma poco o nada explica de la productividad de los factores”, asegura Óscar Alfredo Alfonso Roa, PhD en Planeamiento Urbano y Regional, para quien la productividad se estudia en relación con la estructura económico-residencial de metrópoli y la disponibilidad de los modos de transporte.



## Apuesta por la relocalización

Además de confirmar para Latinoamérica lo que la literatura había enunciado, los investigadores encontraron también que cuando hay una saturación de población, por ejemplo, empieza a perderse ese efecto de productividad y se convierte en un problema. Ese fenómeno se conoce como las deseconomías de aglomeración y es cuando la gente no cabe en la ciudad y la productividad disminuye.

En este sentido, como grupo de investigación, el Rise empezará a hacer una serie de estudios orientados a implementar modelos que le permitan a la autoridad pública tomar decisiones, por ejemplo, de dónde relocalizar una actividad económica, de tal manera que aumente la accesibilidad y mejore los niveles de productividad.

Este tipo de estudios específicos se pueden hacer en cualquiera de las ciudades latinoamericanas analizadas para planificar el uso del suelo y la infraestructura vial.

En este mismo sentido, Juan Carlos Duque Cardona, coordinador del Research in Spatial Economics (Rise) de la Universidad EAFIT, afirma que la densidad poblacional, es decir, cuántas personas viven en un lugar por kilómetro cuadrado, "es una manera muy simplificada para medir la forma de una ciudad porque no captura información sobre la estructura interna o los patrones de uso del suelo".

Desde los años 70 se han realizado estudios sobre diferentes aspectos de la forma de las ciudades, pero muy pocos evalúan la relación de la forma de estas con la productividad en un número importante de ciudades. Hasta el momento, investigaciones previas se han realizado en los Estados Unidos. Una incluyó 280 áreas metropolitanas y otra, 357. En

la India se hizo otro estudio con 474 ciudades.

En este contexto, con financiación del Banco Mundial, el Rise realizó el primer estudio masivo con ciudades latinoamericanas sobre la relación de la forma urbana y la productividad.

---

## Creatividad en pos de datos

---

La escala y cobertura de la investigación los impulsó a ser muy creativos para lograr obtener los datos y definir la metodología que iban a aplicar. Empezaron por conformar un grupo multidisciplinario que incluyó a Nancy Lozano Gracia y Paula Restrepo Cadavid del Banco Mundial; y a Juan Carlos Duque y Jorge Patiño Quinchia, del Rise.

"Las ciudades que ofrecen espacios para intercambiar ideas tienen más posibilidades de generar procesos de innovación, clave en la productividad": Juan Carlos Duque.

El primer paso era identificar las ciudades latinoamericanas de manera automática, es decir, tomaron imágenes satelitales nocturnas porque al ver una urbe por la noche y delinear esa mancha de luz es fácil reconocerlas, acota Juan Carlos Duque, quien además es integrante de los grupos Geographic Systems Analysis Lab (GSAL) de la Universidad de California (Santa Bárbara) y Análisis Cuantitativo Regional de la Universidad de Barcelona, y profesor afiliado del Center for Geospatial Sciences de la Universidad de California (Riverside).

Así identificaron 919 ciudades con más de 50.000 habitantes en Latinoamérica y obtuvieron una medida aproximada del nivel de productividad de esas ciudades, calculado a partir de la cantidad de luz que emite una urbe por unidad de espacio y densidades de uso del suelo.

El método tradicional de hacer encuestas para conocer la cifra de la Población Económicamente Activa (PEA) y el Producto Interno Bruto (PIB) no se podía aplicar para mirar la productividad de 919 ciudades debido a que muchas de estas carecen de institutos de estadística o tienen diversas maneras de recolección de información, lo que no garantizaba una medida estándar para todas. Además, esta medida se suele hacer a nivel de país y no de ciudad.

¿Cómo medir la forma de las ciudades y a qué llamar forma urbana? es el reto que luego enfrentaron los investigadores. Para resolverlo, se apegaron al concepto utilizado por los planificadores y la litera-



Los investigadores identificaron 919 ciudades con más de 50.000 habitantes en Latinoamérica y obtuvieron una medida aproximada del nivel de productividad de esas ciudades, calculado a partir de la cantidad de luz que emite una urbe por unidad de espacio y densidades de uso del suelo.

📷 Róbinson Henao

tura de *urban planning*, según la cual la forma de una ciudad tiene tres dimensiones: la forma de su perímetro (redondo, compacto, elongado, entre otros), la conectividad interna y los usos del suelo.

El estudio hace un llamado a que las ciudades planifiquen la infraestructura vial con políticas de distribución de uso del suelo.

Con OpenStreetMap (OSM) –un proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables con información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles, ortofotografías, entre otras fuentes– capturaron las mallas viales de las ciudades estudiadas y generaron métricas sobre qué tan bien conectadas estaban en su interior, es decir, que tan fácil se puede ir de un punto A a un punto B dentro de cada ciudad y cuál es la densidad vial.

Para aproximarse a los usos del suelo, los investigadores utilizaron mediciones de la distribución de la urbe dentro del perímetro identificado. “Hay ciudades que por la noche se ven muy densas, otras son más fragmentadas y esa medición nos habla un poco de cómo es el uso del suelo dentro de estas”, puntualiza Juan Carlos Duque, profesor del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT.

Después cruzaron la medición de la productividad con las variables generadas en las tres dimensiones: forma del perímetro, conectividad interna y uso del suelo. A partir de ahí encontraron que no hay una única fórmula para conseguir incrementos en la productividad. “Una ciudad puede ser muy compacta y generalmente, entre más compacta sea, hay más productividad. Sin embargo, no se gana nada si es compacta, pero mal comunicada en su interior”, advierte el docente.

También podría darse el caso en el que una ciudad poco compacta esté muy bien comunicada y así también sea productiva porque todo está relacionado. Aquí, el punto, agrega el investigador eafitense, es cómo las autoridades públicas logran usar el suelo de la ciudad para garantizar buenos niveles de accesibilidad dentro de esta.

## Las más productivas

Aunque se ha dicho que la forma circular es la más productiva, la topografía incide y no existen ciudades perfectamente circulares, por ejemplo, en medio de

## Investigadores

los Andes donde es quebrada e irregular como se puede apreciar en el caso del Valle de Aburrá.

Ante la imposibilidad de tener ciudades perfectamente compactas, la alternativa es garantizar buena conectividad, es decir, que las personas puedan llegar desde un punto A hasta un punto B de la ciudad en manera fácil.

Por eso, una vez concluya el estudio financiado por el Banco Mundial, calcularán cuánto se debe mejorar la conectividad o los niveles de accesibilidad de una ciudad para alcanzar mayor productividad.

Una posibilidad sería construir más vías e infraestructura de transporte público o privado. Otra es minimizar la necesidad de transporte por medio de la descentralización de las actividades económicas.

Los gobiernos locales deben brindar espacios públicos donde la gente se pueda mover fácilmente y reunirse para intercambiar ideas, señala el estudio.

Al respecto, Óscar Alfonso, investigador de la Universidad Externado de Colombia, señala que "Tokyo se aproxima mucho a una ciudad monocéntrica en vista de la elevada densidad material alrededor de Shinjuku-ku –uno de los 23 barrios especiales de la capital japonesa y el más importante centro comercial y administrativo de esta–, que acoge actividades económicas diversas, pero goza de un sistema metro con 13 líneas y un complemento de trenes periféricos. Bogotá es bicéfala, pero la indisponibilidad e ineficiencia del sistema de transporte cobra a los trabajadores y estudiantes en promedio una cuarta parte adicional de su jornada en tiempo, que es algo excesivo".

Por su parte, el profesor Juan Carlos Duque reitera la necesidad de repartir las actividades económicas dentro de la ciudad para evitar los llamados costos de aglomeración que impactan en la productividad.

"Si la ciudad hace un uso más eficiente del suelo, se centra y busca una estrategia combinada de infraestructura de transporte, que es importante, pero también distribuye el uso del suelo para que haya esa mezcla de compatibilidad comercial con actividad residencial, eso puede mejorar la productividad de la urbe sin tener que incurrir, por ejemplo, en costos adicionales de infraestructura de transporte", concluye el investigador eafitense.

### 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). Ocupó una posición posdoctoral en el Departamento de Geografía en San Diego State University. Es docente de la Escuela de Ciencias de la Universidad EAFIT y coordinador del grupo Research in Spatial Economics (Rise). Es integrante de los grupos Geographic Systems Analysis Lab (GSAL) de la Universidad de California (Santa Bárbara) y Análisis Cuantitativo Regional de la Universidad de Barcelona, y profesor afiliado del Center for Geospatial Sciences de la Universidad de California (Riverside).

### Nancy Lozano Gracia

Economista y magíster en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Universidad de los Andes (Colombia); magíster en Economía Agrícola y Recursos Naturales, Universidad de Maryland (Estados Unidos), y PhD en Economía Agrícola y del Consumidor, Universidad de Illinois (Estados Unidos). En la actualidad es economista sénior en la práctica de Desarrollo Urbano, Rural, Social y Resiliencia (GSURR) del Banco Mundial, e integrante del Grupo de Soluciones Globales en Desarrollo Territorial.

### Paula Restrepo Cadavid

Ingeniera ambiental, Universidad EIA; magíster en Economía Ambiental y Desarrollo, Escuela Politécnica (Universidad de París-Saclay), y PhD en Economía, Escuela de Minas de París. En la actualidad es economista sénior y líder del Equipo de Tareas en la Práctica Global Urbana, Rural y Social dentro del Banco Mundial. Allí, en el área de Desarrollo Urbano, Rural, Social y Resiliencia (GSURR) trabaja en temas relacionados con el desarrollo territorial, la infraestructura urbana y las finanzas municipales en diferentes países.

### Jorge Eduardo Patiño Quinchía

Ingeniero geólogo, Universidad Nacional de Colombia; magíster en Ciencias de la Tierra, Universidad EAFIT, y PhD en Geodesia, Cartografía y SIG, Universidad Politécnica de Valencia (España). Es experto en imágenes satelitales, cartografía y sistemas de información geográfica. Es integrante del grupo Research in Spatial Economics (Rise) de EAFIT.

### Óscar Alfredo Alfonso Roa

Economista, Universidad la Gran Colombia; magíster en Economía, Universidad de los Andes, y PhD en Planeamiento Urbano y Regional, Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil). Es profesor titular e investigador de la Facultad de Economía de la Universidad Externado de Colombia. Sus áreas de interés son la planeación urbana y el desarrollo, entre otras.

# Pistas para enriquecer el debate minero en Colombia

Si la minería en Colombia es inevitable, ¿qué elementos deben tenerse en cuenta para que sea responsable? Esta discusión por parte de un grupo de estudiantes y profesores se convirtió en un proyecto académico del semillero de investigación en Derecho de los recursos naturales de EAFIT.

Uno de los retos normativos del Estado colombiano es la delimitación de los 36 páramos que tiene la nación. Hasta la fecha, 30 de ellos ya cuentan con esta declaratoria que los blindaría de la explotación minera.

📷 Robinson Henao

**Carlos Mario Cano Restrepo**

Colaborador

Durante los últimos 20 años el debate de la minería en Colombia ha tenido dos posturas radicales: quienes le dieron el “sí” y la impulsan, y quienes se oponen con un “no” rotundo. Inquietos por este reduccionismo, varios estudiantes de Derecho de la Universidad EAFIT comenzaron a discutir el tema y a analizarlo desde lo histórico, lo jurídico y lo social.

Su punto de partida fue reconocer como un hecho que la minería es inevitable, si se tiene en cuenta que en el país el “modelo económico y social actual está basado en la extracción de recursos no renovables”, afirma Juan Esteban Vásquez Vera, docente coordinador del semillero de investigación en Derecho de los recursos naturales de EAFIT.

Este profesor de la Escuela de Derecho es quien acompañó al grupo de jóvenes investigadores, para quienes el tema no se limita a la explotación de oro, carbón y petróleo, pues la sociedad actual necesita de otros minerales como el litio y el coltán para que funcionen los celulares, o las arcillas y las calizas para construir edificios.

Así nació el proyecto *Utilidad pública y autonomía de las entidades territoriales en el marco de la actividad minera en Colombia*, que llevó al semillero a revisar el tema e identificar sus inconsistencias y contradicciones.

Para Camilo Arango Duque, docente de la Universidad y quien hizo parte activa del proyecto desde sus inicios, lo que encontraron es la discusión sobre quién debe planificar el territorio y quién debe aprovechar sus recursos.

De hecho, la tensión fundamental radica en la autonomía que tienen los entes locales, regionales y seccionales para planificar el uso del suelo, que choca con el poder central que quiere definir las condiciones de cómo y dónde se explotan las riquezas mineras del país que, en 2017, dejaron regalías por 2,1 billones de pesos, según la Agencia Nacional de Minería.

## Contradicciones de las normas

La discusión jurídica frente a la minería en Colombia está vigente y es dinámica. En la actualidad, debido a una tutela interpuesta por la empresa minera Mansarovar Energy Colombia, la Corte Constitucional analiza el alcance de las consultas populares y consultas previas frente a la explotación minera y de hidrocarburos.



La discusión sobre la minería debería pasar por caracterizar la explotación: el tipo de minería, la magnitud, el método, el proceso de beneficio, la manera como el proyecto administra el agua, entre otras características técnicas.

📷 Róbinson Henao

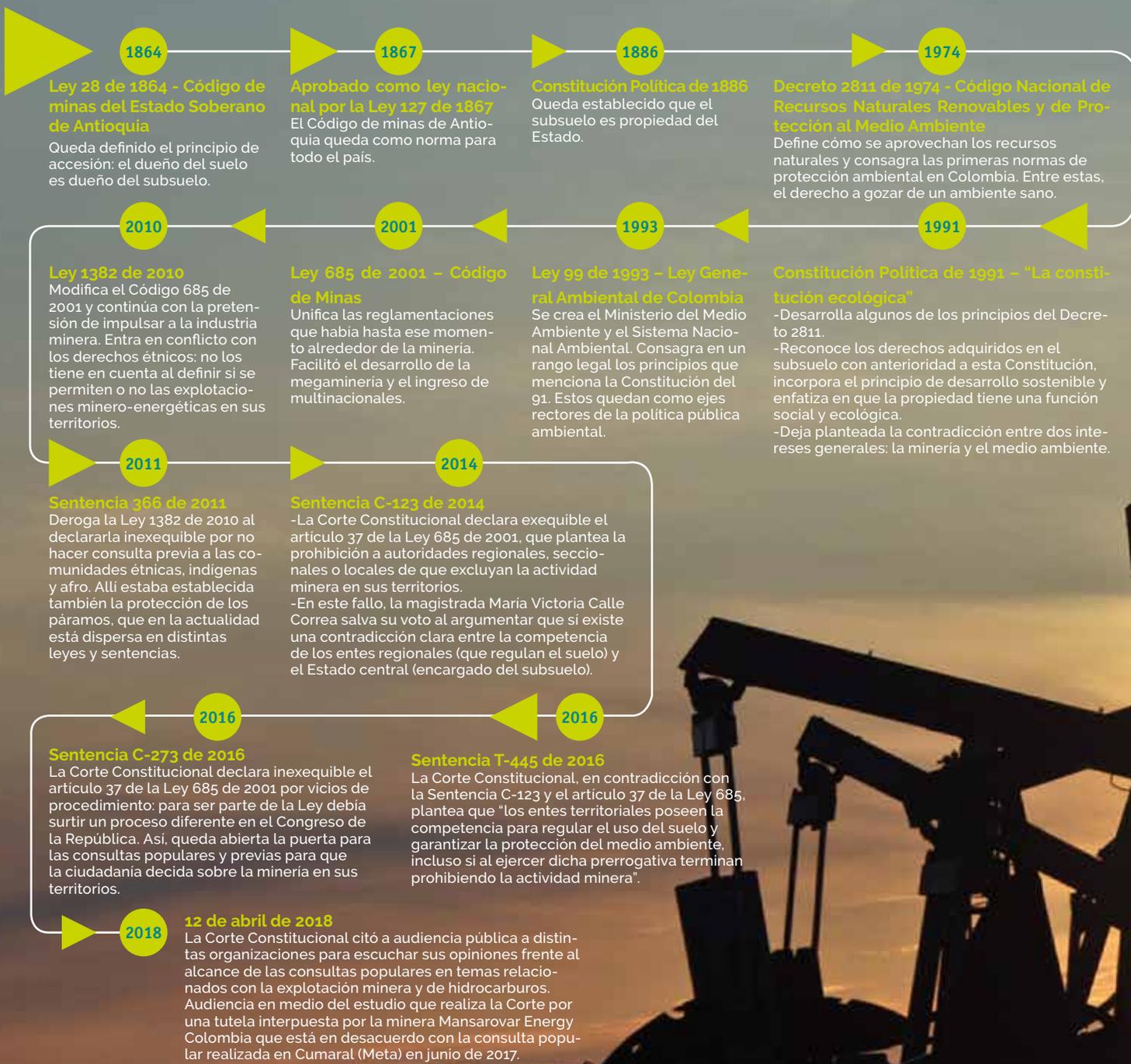
Estas consultas son las respuestas ciudadanas para detener la megaminería, impulsada durante las últimas dos décadas por la normatividad colombiana, que la considera una de las locomotoras para el desarrollo del país. (Ver: 'Evolución de la normatividad minera y medioambiental en Colombia').

“Ojalá esta discusión llegue a las regiones para que los ciudadanos tomen decisiones conscientes e informadas”: Camilo Arango.

Por ejemplo, casos como el de Cajamarca (Tolima) –donde votaron en contra del proyecto de mina de oro La Colosa de la empresa surafricana Anglo-Gold Ashanti– o Cumaral (Meta) –donde votaron contra la extracción de hidrocarburos por parte de la sociedad indochina Mansarovar Energy– exigen un análisis interdisciplinario de la situación.

Para Sebastián Sierra Vásquez, estudiante coordinador del semillero, la discusión sobre la minería debería pasar por caracterizar la explotación: el tipo de minería, la magnitud, el método, el proceso de beneficio, la manera como el proyecto administra el agua, entre otras características técnicas que las comunidades deberían tener en cuenta al momento de decidir sobre el tema.

## Evolución de la normatividad minera y medioambiental en Colombia



La discusión jurídica frente a la minería en Colombia está vigente y es dinámica. En la actualidad, debido a una tutela interpuesta por la empresa minera Mansarovar Energy Colombia, la Corte Constitucional analiza el alcance de las consultas populares y consultas previas frente a la explotación minera y de hidrocarburos.

Otro factor son las lógicas extractivistas que no permiten ver qué hacer con el minero local, artesanal, tradicional e informal –incluso con el minero ilegal–, subraya el docente Juan Esteban Vásquez frente a uno de los problemas que aparece en la discusión jurídica y que tiene vigencia por las modificaciones en el control territorial que vive el país debido al posacuerdo.

**"Decirle 'no' a la minería también puede llegar a significar que se acabe el desarrollo de un municipio, por eso debe caracterizarse la explotación que se quiere hacer": Sebastián Sierra.**

Por otra parte, para Camilo Arango, magíster en Derecho de los Recursos Naturales, es inconcebible que la megaminería continúe desarrollándose en municipios con condiciones socioeconómicas deplorables sin reportarles beneficios evidentes.

"Estos movimientos sociales van a llevar a que se modere el discurso del sector extractivo, al expresar que tienen que limitarse y construir relaciones sólidas y retributivas con los municipios en los que se desarrollan", acota este profesor, quien señala que desde el semillero buscaron no tomar una posición específica frente al tema, sino revisar los distintos elementos que componían el debate.

## Los cambios comenzaron por casa

Estas revisiones jurídicas se complementaron con salidas de campo, prácticas profesionales y tesis de pregrado relacionadas con derecho ambiental. Dos ponencias en encuentros regionales y nacionales de semilleros de investigación también hicieron parte de los resultados del proyecto.

El profesor Juan Esteban Vásquez resalta además que en el semillero los estudiantes abordaron el tema desde un punto de vista crítico, al estudiar regímenes jurídicos que normalmente no se trabajan en el pregrado y, además, aplicaron metodologías que buscan la interdisciplinariedad.

En este semillero no solo buscan publicar, sino que los estudiantes puedan transformar sus aprendizajes. Por ejemplo, Sebastián Sierra Vásquez, quien comenzó a estudiar Geología como un complemento a sus estudios de Derecho, manifiesta que ya tiene una doble perspectiva que le ayuda con nuevas visio-

nes para buscar alternativas. Además, junto con sus compañeros del semillero, ha organizado varios foros de ciudad para discutir el tema.

Otro logro de esta investigación fue crear la posibilidad de estudiar y discutir, desde el pregrado, el derecho ambiental, que ha crecido a través de espacios como los diplomados en Derecho Ambiental y Derecho Minero, concluye el docente Camilo Arango, quien sigue acompañando al semillero donde comenzaron sus búsquedas académicas.



El semillero de investigación en Derecho de los recursos naturales de EAFIT –que coordina el docente Juan Esteban Vásquez (centro en la foto)– retomó y analizó los argumentos a favor y en contra de la minería. A partir de su reflexión propuso elementos de juicio para que los ciudadanos tomen decisiones informadas.

### Investigadores

#### Juan Esteban Vásquez Vera

Docente de derecho en las universidades EAFIT y de Antioquia. Es docente coordinador del semillero de investigación en Derecho de los recursos naturales de la Universidad EAFIT. Temas de interés: historia y derecho ambiental.

#### Camilo Arango Duque

Abogado, Universidad EAFIT, y magíster en Derecho de los recursos naturales, Universidad Externado. Es profesor de cátedra en la Escuela de Derecho de la Universidad EAFIT, desde hace 4 años, y de la Universidad de Antioquia, desde hace 2 años. Temas de interés: derecho ambiental y desarrollo sostenible.

#### Estudiantes participantes en la investigación

Los estudiantes que hicieron parte de este proyecto ya son egresados de Derecho o cursan su último semestre del pregrado. Entre ellos: Sebastián Sierra Vásquez (estudiante coordinador del semillero desde 2014), Daniel Galindo Trujillo, María Camila Franco Vergara y Manuel Chavarriga Pérez.



La advertencia de Ipbes 6 es clara:

# Priorizar las políticas para detener la pérdida de biodiversidad

📷 César Augusto Franco Restrepo

**En la sexta plenaria de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Ipbes), realizada en Medellín, se reunieron 550 expertos del mundo. EAFIT representó al sector académico colombiano en la delegación oficial del país.**

+

**Beatriz Elena García Nova**

Colaboradora

"Así no te interese salvar la biodiversidad y nuestros ecosistemas por una cuestión moral, ¿realmente quieres arriesgar la seguridad alimentaria, la energética, la del agua y la salud?", cuestiona Robert Watson, presidente de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Ipbes, por su sigla en inglés), quien al respecto acota: "hemos estado hablando sobre la biodiversidad durante los últimos 25 o 30 años, pero continuamos perdiéndola".

Aún así, 129 países confían en que todavía se puede hacer mucho por preservar esa variedad de la vida en la Tierra en todas sus formas, llamada biodiversidad. Por eso son miembros de Ipbes, el principal organismo mundial evaluador del estado de la diver-



Estos investigadores de EAFIT representaron a Colombia en Ipb6: Luis Antonio Quintero Ortiz, Eleonora Dávalos Álvarez, Geovanny Bedoya Sanmiguel, Juan Fernando Díaz Nieto, María Alejandra González-Pérez, Nicolás Pinel Peláez y Alejandro Álvarez Vanegas.

© Mario A. Murcia L. Equipo Técnico de Colombia BIO – Colciencias



Se debe "ver la biodiversidad como un asunto ambiental, social, económico y de desarrollo extremadamente importante": Robert Watson, presidente de Ipb6.

sidad biológica y de las contribuciones que hace la naturaleza a las personas.

Los equipos negociadores de cada Estado llegaron a Medellín para la sexta plenaria de Ipb6 (Ipb6), realizada en marzo de 2018, con el propósito de "ver la biodiversidad como un asunto ambiental, social, económico y de desarrollo extremadamente importante", expresa Robert Watson.

Así mismo, convencidos de que para que el conocimiento científico tenga eco en las decisiones políticas, la única manera de lograrlo es poniendo a hablar directamente a los científicos con los políticos, afirma Brigitte Baptiste, directora del Instituto Alexander von Humboldt.

La misión es reforzar las políticas públicas para la toma de decisiones, mediante la ciencia, para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica,

el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sostenible. Para eso, Ipb6 se organiza en cuatro regiones: América, Asia-Pacífico, África-Europa y Asia Central.

Establecida en 2012 como organismo intergubernamental y abierto a todos los países de la Organización de las Naciones Unidas, Ipb6 hizo un repaso al marco conceptual de esta plataforma para desarrollar evaluaciones oportunas, adaptadas a las necesidades de políticas sobre el conocimiento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Para esta plataforma, seis ejes representan los sistemas naturales y sociales que operan simultáneamente en el tiempo y en el espacio: la naturaleza, los beneficios de la naturaleza para las personas, los activos antropogénicos, las instituciones y sistemas de gobierno y otros impulsores indirectos del cambio, los impulsores directos del cambio y la buena calidad de vida.

## Advertencias de Ipb6

Antes de la plenaria, que por primera vez se hizo en Colombia, más de 550 expertos de 110 países fueron nombrados por sus gobiernos u organizaciones y seleccionados por Ipb6. Por tres años estuvieron revisando miles de artículos científicos, informes gubernamentales y otras fuentes de información, incluidos conocimientos indígenas y locales.

Todo para obtener conclusiones sobre la diversidad biológica costera, de agua dulce y terrestre de cada región. Lo destacable es que trabajan como voluntarios y muchos de estos expertos invierten 20 por ciento de su tiempo en estas evaluaciones, afirma Robert Watson.

Así lograron realizar un informe científico por cada región y un informe mundial sobre degradación

## Voces por la biodiversidad

“Un país como Colombia puede ser un ejemplo de cómo hacer bien las cosas. Tienen muchas personas indígenas, áreas protegidas, una cantidad enorme de biodiversidad, entonces el potencial que tienen para establecer un estándar y ser un ejemplo para el resto del mundo es muy poderoso y es el tipo de cosas que nos emociona mucho en las Naciones Unidas”.

**Peter Bates, oficial de Programa de la Sección para el Conocimiento de las Pequeñas Islas y los Pueblos Indígenas de la Unesco.**

“Cuando presentamos un texto de política nacional para la protección de polinizadores recibimos comentarios muy positivos, que reflejan que en el ámbito mundial son pocos los países que tiene una estrategia de protección de polinizadores tan desarrollada como Colombia. En formulación de política ambiental vamos muy a la vanguardia”.

**Nicolás Pinel, PhD en Microbiología y coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación de EAFIT.**

“Hacer Ipbes 6 en Colombia da un reconocimiento progresivo al país, muestra que estamos siendo responsables con la biodiversidad. No por nada somos el país más rico en biodiversidad por kilómetro cuadrado, o el segundo en general, y eso es un mensaje que, como el café más suave del mundo, deberíamos convertir en la forma en que nos entienden en otros países y no solamente con los estereotipos”.

**Brigitte Baptiste, bióloga, experta en temas ambientales y biodiversidad y directora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.**

“Antes solo se consideraba la biodiversidad, no se consideraba todos los servicios que da la naturaleza al hombre: agua, aire, alimento, soporte que da el suelo para la producción y absorción de contaminantes. Es un avance poner el foco allí, en todos los servicios que recibimos de la naturaleza”.

**Luis Antonio Quintero Ortiz, PhD en Ingeniería de Sistemas y profesor de la Escuela de Ciencias de EAFIT.**

“Aunque hay iniciativas como el proyecto *Conexión jaguar*, de la empresa ISA, muchas compañías aún no encuentran una relación directa de sus operaciones con la preservación de la biodiversidad o con contribuir positivamente a los servicios ecosistémicos, hay una falta de conciencia y de compromiso que impide que sea aún mayor la participación del sector privado”.

**María Alejandra González-Pérez, PhD en Negocios Internacionales y Responsabilidad Social Empresarial, y profesora de la Escuela de Administración de EAFIT.**

“El futuro será dominado tanto por el cambio en el uso del suelo como por el cambio climático. Esto significa que tenemos que decidir cómo producir nuestra comida de manera más sostenible y parar de cortar los bosques para el ganado o los cultivos. Podemos ser más sostenibles procurando una economía baja en carbono, en producción y uso —dejando de usar combustible fósil, carbón, petróleo y gas—, y pasar a energía renovable o bioenergía si es sostenible”.

**Robert Watson, presidente de Ipbes.**



Robert Watson, presidente de Ipbes, durante la sexta plenaria de esta organización realizada en marzo de 2018 en Medellín.

© IISD/ENB | Diego Noguera

© Shutterstock

y restauración de los suelos, para que fueran evaluados y aprobados por las delegaciones de Ipbes durante la intensa semana de trabajo en Medellín, entre el 17 y el 24 de marzo.

La conclusión es alarmante: la biodiversidad continúa disminuyendo en todas las regiones del mundo, lo que reduce significativamente la capacidad de la naturaleza para contribuir al bienestar de las personas. Una tendencia que pone en peligro las economías, los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria y la calidad de vida de las personas en todo el mundo.

En definitiva, si no se priorizan las políticas para detener la pérdida de biodiversidad, no se alcanza-



Estudiantes voluntarios en Ipbes 6: Cristian Camilo Ospina Metaute, Daniela Posada, Elizabeth Betancur, José Manuel Murillo Bedoya, Juan Camilo Pareja Osorio, Juan Esteban Rivera Salazar, Juan Miguel Orozco, Juliana Maya Herrera, Karen Patricia Romaña, Lina María Gómez Pérez, Luis Alfonso Arteaga Figueroa, Luisa Fernanda Londoño Montoya, Manuela Gómez Valencia, Manuela Londoño Gaviria, María Camila Ramírez, Mauricio Serna González, Valentina Gómez Zuluaga y Venus Toro Arenas.

📷 María Alejandra González-Pérez

rían los Objetivos de Desarrollo Sostenible que el mundo planea alcanzar en 2030.

un genuino interés, por un compromiso ambiental, y queremos seguir aportando para Ipbes 7”, afirma el decano de la Escuela de Ciencias, Luciano Ángel Toro.

## Profesores delegados

La Universidad EAFIT estuvo representada en Ipbes 6 por siete profesores, quienes hicieron parte del equipo negociador del Gobierno de Colombia ante la plataforma: Nicolás Pinel Peláez, Juan Fernando Díaz Nieto, Luis Antonio Quintero Ortiz y Geovanny Bedoya Sanmiguel, por parte de la Escuela de Ciencias; Eleonora Dávalos Álvarez, de la Escuela de Economía y Finanzas; Alejandro Álvarez Vanegas, de la Escuela de Ingeniería, y María Alejandra González-Pérez, de la Escuela de Administración.

Para ellos fue también una experiencia única. Vieron la necesidad de fortalecer el área de comunicación interna para acelerar el proceso de negociación, les sorprendió el tiempo dedicado en las sesiones para llegar a acuerdos sobre conceptos como Madre Tierra y el blanqueamiento de los corales, y destacaron la capacidad de respuesta de la Universidad y la participación de sus estudiantes.

María Alejandra González, profesora del Departamento de Organización y Gerencia, explica que tuvieron papeles diferentes, por ejemplo, Nicolás Pinel y Juan Fernando Díaz participaron en las negociaciones en el comité técnico de polinizadores debido a su formación académica, su experiencia investigativa y el criterio científico.

El equipo de investigadores de EAFIT hizo parte de los 37 integrantes de la delegación colombiana, conformada además por representantes de la Cancillería, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto Instituto von Humboldt, Invemar, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Colciencias y el Instituto Sinchi.

“Estuvimos en el nivel más alto para la discusión de asuntos relacionados con diversidad y naturaleza en relación con asuntos humanos. Estuvimos desde

## Agentes de cambio

Además de varios eventos de Ipbes 6 que tuvieron como sede a EAFIT, 18 estudiantes de la Universidad también participaron de manera activa como voluntarios.

Manuela Gómez Valencia, estudiante de Administración de Negocios, expresa que participar en dicho evento la hizo sentir que no está sola y que poco a poco se aumenta la conciencia. “Lo que falta es conectarnos para luchar por el desarrollo sostenible”, puntualiza.

Por su parte, Juan Esteban Rivera Salazar, estudiante de Negocios Internacionales, aprovechó la plenaria para entender sobre diplomacia y consenso –asuntos retadores en su carrera– y sobre la necesidad de seguir comprometidos con la agenda 2030, pues considera que los estudiantes también pueden aportar como agentes de cambio.

De hecho, Robert Watson, presidente de Ipbes, considera que los jóvenes y los medios de comunicación son esenciales para la misión de Ipbes. Así lo reafirma Manuela Gómez: “Hay que dejar de esperar soluciones de arriba y sentirnos como transformadores para contribuir a hacer realidad esas recomendaciones”.

En conclusión, los estudiantes resaltan que es posible participar en cambios con alcance mundial y, gracias a su participación en Ipbes 6, pudieron ampliar el concepto de biodiversidad y entender el lugar que tiene en la agricultura y en la ganadería. Además, conocieron de primera mano el rigor en estándares utilizados por la delegación alemana y recordaron que, mientras en el colegio hacían ejercicios académicos de modelos o simulaciones de las Naciones Unidas, en la plenaria pudieron sentirse en una ONU real.

# Ciencia para llegar a otros mundos

Acercar a 220 niños a asuntos tan complejos como el cerebro, los exoplanetas o las bacterias hizo parte de Clubes de ciencia Colombia, del 18 al 23 de junio en la Universidad EAFIT. De manera simultánea, el programa se realizó en 10 ciudades del país.

Beatriz Elena García Nova

Colaboradora

Las primeras aproximaciones al universo que tuvo Juliana García Mejía fueron una botella plástica convertida en cohete, en el colegio, y las conversaciones sobre astronomía que tenía con su tío cada semana. Recuerda bien cuando él le dijo: "¿sabías que sin la Luna no podría existir vida en la Tierra?".

Por su parte, Joham Álvarez Montoya rememora que cuando era niño y vivía a tres cuadras del aeropuerto Olaya Herrera de Medellín veía aviones a diario, tenía siempre muy cerca el viento de las turbinas y el sonido de los motores al elevarse. Le parecía increíble que un avión tan grande pudiera alzarse de la tierra, así que empezó a leer sobre el tema e incluso a hacer aeromodelos.

Hasta la fecha han sido más de 3.000 estudiantes y más de 300 investigadores voluntarios, quienes apartan tiempo para realizar los clubes.

+



Los Clubes de ciencia Colombia comenzaron en octubre de 2015, con 10 clubes en Bogotá y ocho en diferentes municipios de Antioquia.

© Robinson Henao



Motivar a la siguiente generación de científicos, tecnólogos e innovadores del país es la misión de estos clubes.

© Robinson Henao



En total, este año se realizaron 85 clubes en 10 ciudades y cuatro regiones al mismo tiempo.

Además de exoplanetas, en los otros clubes de EAFIT se trataron la combinación de materiales para resaltar o atenuar sonidos, entre otros temas.

© Robinson Henao

En total, este año se realizaron 85 clubes en 10 ciudades y cuatro regiones al mismo tiempo. Juliana y Joham se postularon voluntariamente como el resto de instructores y como sus propuestas fueron complementarias, los organizadores les pidieron hacer juntos su curso. Le pusieron de nombre: Cazando exoplanetas con telescopios robóticos.

## Origen y evolución

Aunque es la primera vez que estos dos investigadores hacen parte de la iniciativa, la historia de Clubes de ciencia Colombia empezó hace cuatro años en un bar de la Universidad de Harvard, cuando Maier Avendaño Amado, quien adelantaba su doctorado en esa institución, convocó a algunos compañeros colombianos que estaban estudiando también allá, en el MIT, en la Universidad de Boston y en Boston College, y les contó la idea.

Clubes de ciencia ya se hacía en México, donde comenzó y donde Maier Avendaño fue instructor. Al ver que sería interesante para Colombia, contactó a Colciencias y a la Gobernación de Antioquia y encontró que ambas instituciones querían aportar. En relación con los compañeros colombianos "todos dijimos que sí", cuenta Juan Sebastián Osorio Valencia, uno de los fundadores de la iniciativa y en la actualidad magister en Computación Biomédica de la Universidad Técnica de Múnich.

Iniciaron en octubre de 2015, con 10 clubes en Bogotá y ocho en diferentes municipios de Antioquia. Juan Sebastián recuerda que ese primer año fue muy difícil, pero ahora apoyan –además de Colciencias– el Sena, gobiernos municipales, empresas privadas y universidades como EAFIT, que vieron potencial en estos clubes para cumplir la misión que se han trazado sus creadores: motivar a la siguiente generación de científicos, tecnólogos e innovadores del país.

Hasta la fecha han sido más de 3.000 estudiantes y más de 300 investigadores voluntarios, que apartan tiempo de sus posgrados o trabajos en diferentes lugares del mundo para realizar los clubes.

La evolución de la iniciativa, acota Juan Sebastián, no solo se ha visto en el aumento de clubes cada año y en el interés de diversas entidades, también en que el grupo organizador que se ha ido conformando ya tiene más claros los procesos, los papeles, han integrado nuevas personas y siempre esperan que se sigan uniendo más.

## El despegue

"El criterio no es altura, sino tiempo de vuelo", les aclara Juliana a los jóvenes de su club, mientras ellos tienen ojos y manos puestos en botellas plásticas recortadas y en cartón, tijeras, cauchos, cinta pegante, silicona, pinceles y pintura. Todo eso será convertido en cohetes por cada subgrupo en el que se han organizado los participantes.

Es viernes, han pasado cinco días desde que iniciaron los clubes y resta un día para terminar esta experiencia. Gina Lizeth Dávila usa cartón para hacer uno de los tipos de aletas que les mostró Joham en el tablero hace unos minutos.

Para esta estudiante –quien está en décimo, investiga sobre democracia escolar con el progra-



En el sitio web <https://www.cfa.harvard.edu/smgphp/otherworlds/ExoLab/> es posible buscar exoplanetas, tomar imágenes de sistemas solares distantes con un telescopio que se controla en línea e interpretar los datos recolectados.

© Robinson Henao

ma Ondas de Colciencias y quiere ser profesora de sociales– es bueno salir de la zona de confort: “Soy muy mala con los números, pero me gustó aprender de exoplanetas, entender bien las leyes de Kepler y de Newton, hacer un telescopio solar y calcular el diámetro del Sol”.

+

Desde el primer día la astrónoma Juliana García les enfatizó a los participantes la necesidad de que haya caras diferentes a las de hombres blancos y asiáticos en la ciencia.

Con ella trabajan cuatro estudiantes más de diversos colegios de Aranjuez, San Antonio de Prado y Copacabana. En dicha actividad se enfocan en pegar con cauchos y cintas el pico de una botella con la parte inferior de otra, a la que luego le ponen unas aletas con silicona.

“EAFIT nos ha abierto las puertas para enriquecernos de conocimiento y nuevos vínculos sociales”, señalan Hellen Ximena Arroyo y María Fernanda Álvarez, integrantes del equipo que hacen parte de Tecnoacademias del Sena y planean compartir en su colegio lo aprendido, porque: “Esta experiencia la merecen muchas personas más, somos muy privilegiados los que estamos aquí”.

Steven Ospina también está en este subgrupo y es estudiante de Tecnoacademias. Él anota en su libreta cada fórmula compartida por los instructores, una de estas la que explica la fuente de energía que hace despegar los cohetes. Aunque le encanta lo microscópico para observar de manera detallada “estructuras complejas de las plantas, clorofila, oxitoplasma”, relaciona sus intereses con el club porque “al investigar las bacterias se puede contribuir a la búsqueda de vida en otros planetas”.

Por su parte, Juan Sebastián Aguiar no toma nota, pero ha participado activamente toda la semana. Participar en la Universidad de los Niños EAFIT lo ha incentivado a hacer muchas preguntas y aportes en esta actividad, además lo apasiona el tema: “A mí me gustaría estudiar las nebulosas, son muy bonitas, de colores muy vivos. También los agujeros negros porque son lo más exótico de la astrofísica, si yo pudiera aportar algo a eso...”, anhela.

Con nariz negra y aletas plateadas, el cohete de este grupo –conjeturan sus creadores– podría alcanzar una altura equivalente a dos pisos. Mientras tanto, otros equipos pintan sus cohetes con los colores de la bandera colombiana para salir a lanzarlos a la cancha del campus de EAFIT.

Algunos estarán tan llenos del agua que hace las veces de combustible, que no lograrán buena altura

ni buen tiempo de vuelo, por falta de la presión necesaria de aire. Otros –como el de Gina, Hellen, María Fernanda, Stiven y Juan Sebastián– harán que los espectadores lleven su mirada al cielo (a pesar del fuerte sol de mediodía) y que durante casi cuatro segundos hagan exclamaciones de celebración y, siguiendo el recorrido del cohete y del chorro de agua a su paso, bajen nuevamente la mirada hasta llegar al pasto.

## + Caras de la ciencia

Además de exoplanetas, en los otros clubes de EAFIT se trataron la combinación de materiales para resaltar o atenuar sonidos. Así mismo, de tecnologías como óptica médica, holografía y espectroscopía. Se habla de desafíos para proteger el agua, de procesos geológicos y de materiales inspirados en la naturaleza. Se procura resolver cómo se conectan los microorganismos con las personas, por qué no todos los seres se alimentan de lo mismo y cómo el cerebro controla los movimientos del cuerpo.

Cada uno de esos grupos debe planear además la Feria de proyectos del sábado, día de cierre del evento, en la que los jóvenes expondrán lo que hicieron. Como en todas las actividades, los acompañarán no solo los instructores, sino los estudiantes universitarios del Programa de Semilleros de Investigación de EAFIT y los facilitadores del Sena que apoyaron cada uno de los clubes.

Tras haber visto los cohetes despegar, Pilar Aubad –integrante del equipo coordinador de los Clubes de ciencia en EAFIT y coordinadora estratégica de la Universidad de los Niños en esta Institución–, manifiesta que se espera una mayor vinculación de docentes eafitenses en próximas ediciones, para que sean instructores y hagan nuevas conexiones académicas.

“Nos encantaría poder tener un grupo de maestros en los clubes, para poner a conversar los diferentes contextos. Por ejemplo, instructores del Sena, formadores de Ondas”, agrega la coordinadora estratégica, quien destaca que fue un acierto contar con los estudiantes del Programa de Semilleros de Investigación y que algunos participantes de la Universidad de los Niños pudieran vivir los Clubes de ciencia.

Uno de ellos, Juan Sebastián Aguiar, ya sabe qué necesita para ser científico: “Ser muy meticuloso, muy observador, tener esa sed de querer saber más sobre lo que a uno le apasiona, querer investigar sobre incógnitas, con persistencia y paciencia”.

Al respecto, Juliana García manifiesta: “Ellos ya aman la ciencia, mi papel como investigadora, como



La Dirección de Investigación coordina la realización de los clubes en EAFIT, a través de la Universidad de los Niños y de sus semilleros de investigación.

© Robinson Henao

instructora, no es fomentarles ese amor, sino devolverles el lugar en la ciencia que les han quitado el racismo, el sexismo, la colonización y otros problemas de nuestra sociedad”. De hecho, desde el primer día les enfatizó a los participantes la necesidad de que haya caras diferentes a las de hombres blancos y asiáticos en la ciencia, de la necesidad de ver más rostros latinos.

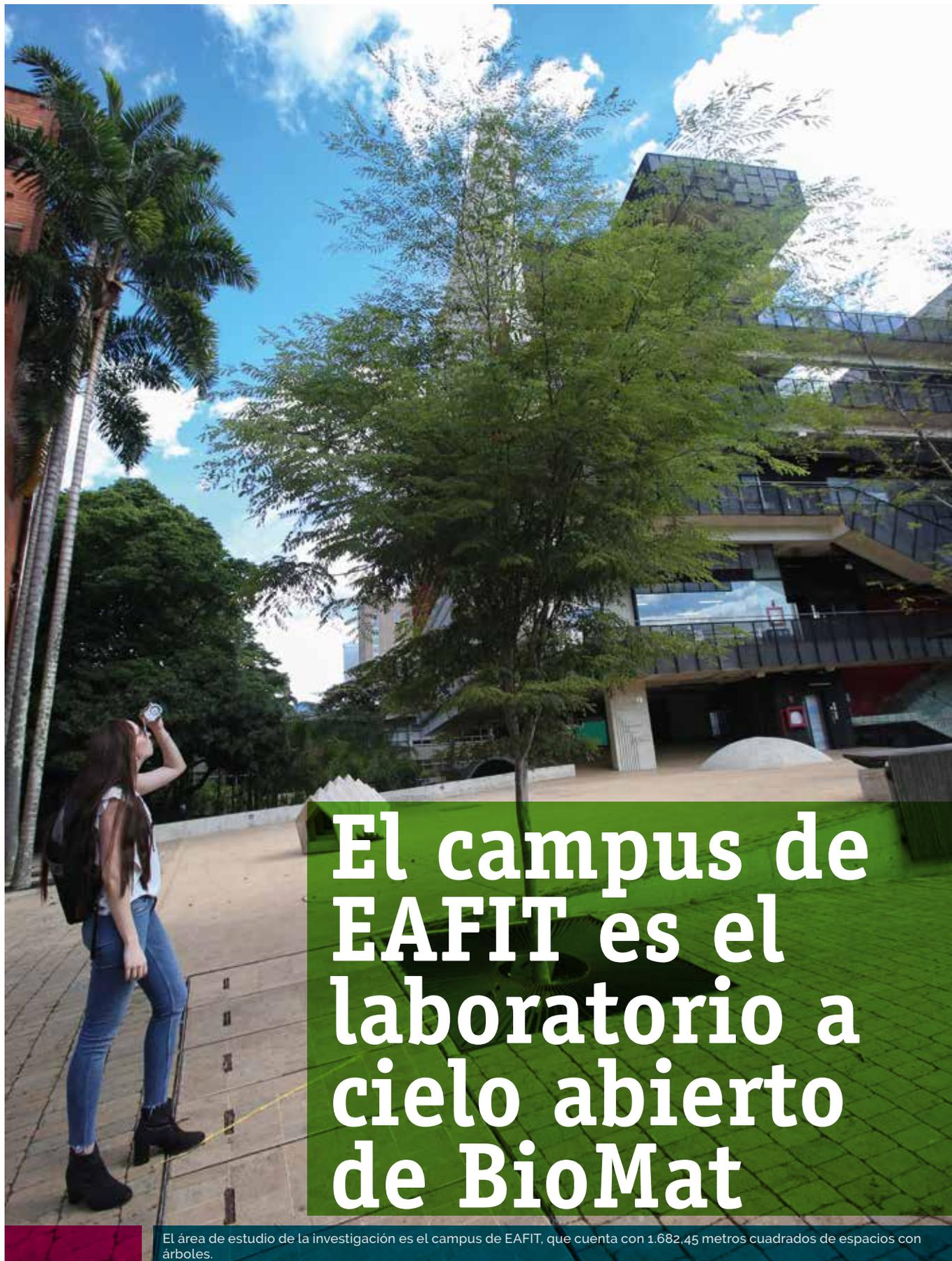
Consciente de su propia labor como mujer latinoamericana en investigación trabaja en el Telescopio Gigante de Magallanes, que tendrá un diámetro de 24,5 metros y cuya construcción está planeada completarse en 2020. Específicamente, Juliana se enfoca en un aparato que tendrá ese telescopio para detectar oxígeno en las atmósferas de exoplanetas tipo Tierra.

Juliana ha ido mucho más allá de la pregunta que le hizo su tío cuando era niña sobre la vida en este planeta y siempre tiene vigente lo que la enamoró de la astronomía: “Él solo tomó una botella... Y la historia comenzó”. Ojalá con Clubes de ciencia “muchas historias comiencen así”, concluye Joham Álvarez.

### Investigadora

**Pilar Aubad López**

Bióloga, Universidad de Antioquia; y magíster en Química, Universidad Nacional de Colombia. Es la coordinadora estratégica de la Universidad de los Niños EAFIT.



# El campus de EAFIT es el laboratorio a cielo abierto de BioMat

El área de estudio de la investigación es el campus de EAFIT, que cuenta con 1.682,45 metros cuadrados de espacios con árboles.

© Robinson Henao

## A través de modelos matemáticos y estadísticos, el semillero BioMat adelanta la segunda fase de un proyecto para estimar la capacidad de captura de dióxido de carbono y de material particulado contaminante por parte del arbolado del campus.

Mónica María Vásquez Arroyave

Colaboradora

El campus de la Universidad EAFIT es el laboratorio en el que los estudiantes del semillero de investigación en Modelación matemática aplicada a las ciencias biológicas (BioMat) desarrollan la segunda fase de la investigación *Servicios ecosistémicos generados por el arbolado de la Universidad EAFIT*.

La primera etapa estuvo motivada por unas conferencias sobre la Red de parcelas de monitoreo de los bosques naturales de Colombia, a las que los estudiantes tuvieron la oportunidad de asistir a través del curso de álgebra lineal y ecuaciones diferenciales para biología, ofrecido por la profesora María Eugenia Puerta Yepes, investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT y docente coordinadora de BioMat.

**“Aunque es una actividad voluntaria, los estudiantes son los que tienen el ánimo y la disciplina de realizar los proyectos”: María Eugenia Puerta.**

En esta primera fase, los eafitenses encontraron que la Universidad tiene aproximadamente 1.512 individuos en un área de 1.682,45 metros cuadrados, si se considera que cada ramificación de un árbol que mida más de 2,5 centímetros de diámetro a la altura del pecho es contado como un individuo diferente.

En el muestreo realizado por el semillero BioMat identificaron aproximadamente 870 árboles representativos, asociados a 70 especies pertenecientes a 25 familias. (Ver 'Inventario de árboles de la Universidad EAFIT - Semillero BioMat').

De estas 70 especies, apunta Jhan Carlos Carrillo Restrepo, estudiante de Biología de EAFIT, 16 son nativas y dos son endémicas: *Jacaranda hesperia* DuRoi y *Caesalpinia ebano* H. Karst.

“Estas 18 especies representan apenas el 20 por ciento del total de árboles de la Universidad, lo que

significa que hay más de 1.200 individuos que son cultivados e introducidos de otros países. Esto puede ser debido a que tal vez se priorizó la estética que brindan los introducidos, pero, en algunos casos, las nativas o endémicas están realizando igual o mejor trabajo en términos de capturas de CO<sub>2</sub>”, asegura Jhan Carlos Carrillo, quien en la actualidad realiza una pasantía en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Una vez identificadas las especies, a partir de modelos matemáticos y estadísticos, el semillero se enfocó en estimar la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) capturado, relacionado con beneficios como la regulación del microclima interno y la reducción de la contaminación ambiental.

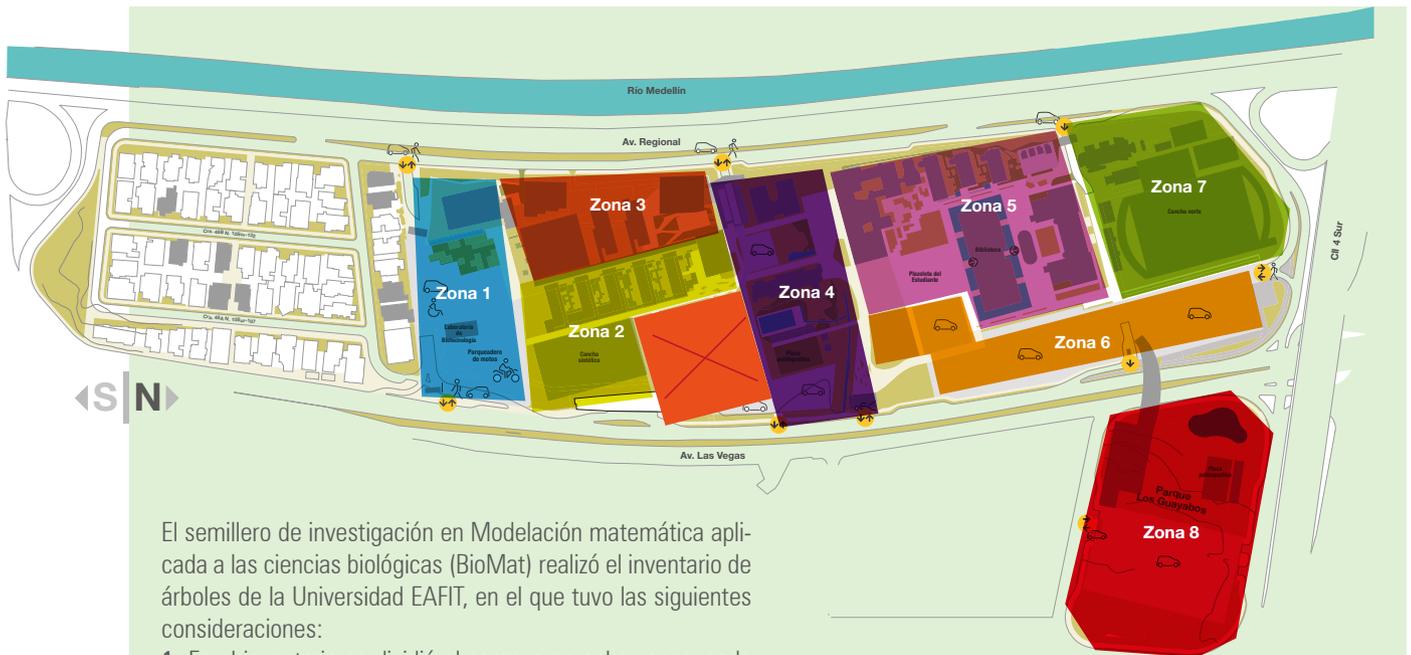
De esta manera, establecieron que el arbolado de EAFIT tiene una biomasa aérea estimada de 475 toneladas, es decir, de materia orgánica por encima del suelo, lo que incluye el tronco, las ramas, la corteza, las semillas y las hojas. Como reservorio de carbono, dicha biomasa aérea equivale a la captura de 872 toneladas de CO<sub>2</sub> por parte del arbolado a lo largo de toda su vida.

Otro de los hallazgos es que la familia de árboles con más representantes dentro del campus, la *Fabaceae* (familia de leguminosas), es la que más aporta a la captura de CO<sub>2</sub> con 308 toneladas hasta el presente.

Para la investigadora María Eugenia Puerta, el aporte de este proyecto consiste en desarrollar y calibrar modelos matemáticos específicos para estimar los servicios ecosistémicos prestados por arbolados urbanos. Esto va en línea con la mayoría de estudios en ciudades alrededor del mundo –Chicago, Pekín, Barcelona, entre otras–, que buscan analizar el beneficio, costo y capacidad de almacenamiento de carbono asociado a los árboles urbanos.

Dichos estudios, acota la investigadora, se basan en modelos alométricos, es decir, unas ecuaciones matemáticas de volumen, biomasa o carbono (VBC) que permiten estimar el almacenamiento de carbono en sis-

## Inventario de árboles Universidad EAFIT - Semillero BioMat



El semillero de investigación en Modelación matemática aplicada a las ciencias biológicas (BioMat) realizó el inventario de árboles de la Universidad EAFIT, en el que tuvo las siguientes consideraciones:

1. En el inventario se dividió el campus en ocho zonas, cada una determinada con base en los conjuntos de árboles más relevantes.

La zona demarcada con una X y en color rojo es la cafetería, que entre 2016 y 2018 estaba siendo remodelada y no se tenía acceso a los árboles que allí se encuentran. Se desconocía si estos serían retirados, así que los árboles de esa zona no fueron tomados en cuenta.

La zona 8, que no está ilustrada en la gráfica, hace referencia a todos los individuos que se encuentran en el Bloque 1 del Parque los Guayabos.

Las zonas determinadas pueden redeterminarse debido a eventos y procesos logísticos de la Universidad que no obstruyan el acceso a los árboles.

2. Según los datos reportados en la literatura, solo se incluyeron en el inventario los árboles que cuentan con un diámetro a la altura de pecho (DAP = 1.35 m), mayor a 5 cm. Aquellos casos en los que el árbol se bifurca antes de la altura al pecho se incluyeron todos con las ramas que superaran un diámetro mayor a 2.5 cm. Además, se trataron como individuos diferentes aunque surjan de la misma base.

3. Autores: Jhan Carlos Carrillo-Restrepo, Laura Isabel Villegas-Ruiz, Mauricio Serna-González, Valentina Grisales-Betancur, Laura María Pulido-Cifuentes, Juan Sebastián Borja-Murillo, María Eugenia Puerta-Yepes, Myladis Cogollo Flórez, Esteban Álvarez-Dávila.

temas forestales y agroforestales a partir de unas pocas variables fáciles de medir, por ejemplo, el diámetro del tronco a la altura de pecho (DAP) y la altura total.

**"Se busca utilizar los árboles existentes en el Valle de Aburrá y así evitar introducir especies que generen problemas ecológicos": Esteban Velásquez.**

Sin embargo, esos modelos son desarrollados para bosques naturales y no para las condiciones reales a las que se enfrenta el arbolado urbano, lo que conlleva sobreestimaciones o subestimaciones de los servicios ecosistémicos reales prestados por los arbolados.

Gracias a los resultados obtenidos hasta el momento, la docente menciona que hay interés en el semillero por parte del Área Metropolitana del Valle

de Aburrá con el fin de acoger esta iniciativa para estudiar las Áreas Protegidas Urbanas (APU) del Valle de Aburrá. Esto permitiría establecer, según la captura de dióxido de carbono, cuáles y cuántos árboles sembrar o, en el caso de un constructor, saber con qué especies podría remplazar las taladas.

## Segunda fase

Una vez terminada la investigación inicial sobre servicios ecosistémicos –beneficio que la naturaleza puede aportar a la sociedad–, BioMat emprendió en 2017 la segunda etapa de ese estudio, pero esta vez para estudiar la cantidad de material particulado (PM) que captura el arbolado de EAFIT.

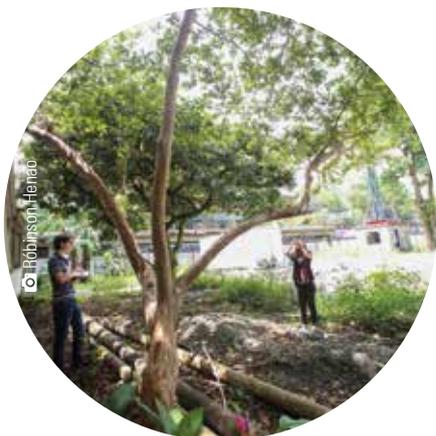
## Algunos de los árboles más representativos en cada zona:



Zona 1 Manzano de monte



Zona 2 Varasanta



Zona 3 Guayabo

Para la primera etapa solo necesitaron tomar las medidas de los árboles, como el diámetro del tronco, la altura y la densidad de la madera. Esta segunda fase, proyectada a dos años, indica Jhan Carlos Carrillo, quien fue el primer coordinador estudiante de BioMat, implica que se debe tomar una medida adicional, como lo es el área foliar, es decir, el área de la superficie de las hojas de una planta.

Además, de cada una de las especies se deben seleccionar 10 individuos y de cada uno se deben coleccionar 15 hojas a diferentes alturas de la copa del árbol. Estas hojas se lavan y, finalmente, se filtra el material particulado presente en la hoja, explica el estudiante de Biología.

Una vez se filtra el líquido resultante, mediante modelos matemáticos se puede estimar la cantidad de PM que retiene cada especie de árbol, señala Esteban Velásquez Agudelo, estudiante del pregrado en Biología de EAFIT.

**"El aprendizaje en relación con el trabajo en equipo y el liderazgo es muy alto en este semillero":  
María Eugenia Puerta.**

De esta manera, con este proyecto estos eafitenses buscan entender los servicios ecosistémicos que proporcionan los árboles de la Universidad. El propósito hacia el futuro es utilizar este conocimiento para extrapolarlo a un lugar más grande como Medellín, dada su afectación por PM en los últimos años.

Para lograrlo, le apuntan a poder acceder al inventario de árboles de toda la ciudad que tiene el Área Metropolitana, insumo en el que el semillero podría aplicar el modelo matemático para estimar cuánto CO<sub>2</sub> y PM captura este arbolado urbano.

## Formación integral

El semillero BioMat está conformado por los estudiantes Jhan Carlos Carrillo Restrepo, Esteban Velásquez Agudelo, Samuel Peláez Vélez, Juan Pablo Durango Cardona, Roberto José Saldarriaga Giraldo, Catalina Riascos Rubiano, Óscar Fernando Echeverri Muñoz, Franklin Pastrana Arteaga y Luis Eduardo Giraldo Mosquera, pertenecientes al pregrado en Biología de EAFIT, con la tutoría de la profesora María Eugenia Puerta Yepes.

Este espacio nació en 2015 a partir de la motivación de los estudiantes de contar con un espacio para la discusión e investigación de temas de interés, que trascendieran las materias específicas de las ciencias

## Algunos de los árboles más representativos en cada zona:



Zona 4 Ébano endémico



Zona 5 Gualanday nativo-Endémico



Zona 6 Búcaro

## Un espacio que inspira

En palabras de María Eugenia Puerta Yepes, profesora e investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas de EAFIT, dentro de los mayores logros del semillero están su continuidad y la capacidad de inspirar a los estudiantes para ser más perseverantes en lograr sus retos y sus sueños, tener mayor conciencia del tema ambiental y del aporte de las matemáticas en la resolución de problemas de biología. También destaca el reconocimiento otorgado por la Dirección de Investigación de EAFIT, por sus aportes en el área de medio ambiente y sostenibilidad.

La metodología de trabajo de BioMat para definir los proyectos se centra en la realización de exposiciones por parte de los estudiantes, donde se analizan las debilidades o fortalezas de cada propuesta, que incluye hipótesis o pregunta de investigación, estado del arte, metodología, alcance, objetivos, resultados esperados, presupuesto, recurso humano, laboratorio requerido, entre otros. Con base en esto, se define su viabilidad y se elige por consenso el proyecto que se va a desarrollar.

"En el corto, mediano y largo plazo aspiramos tener más estudiantes comprometidos en el semillero, avanzar más en el conocimiento sobre arbolados urbanos y apuntarle a otro tipo de problemas en biología, que sean relevantes para los estudiantes, por ejemplo, hay una propuesta sobre modelos de nicho y distribución de especies", puntualiza la docente.

biológicas y les permitiera tener una mirada multidisciplinar, en este caso con las matemáticas.

"El semillero me motivó porque tenía matemáticas y estas, junto con el modelamiento, permiten tener una perspectiva de la realidad y actuar en armonía, en este caso, con la naturaleza. En mi formación profesional me ha aportado mucho en el trabajo en equipo, a aprender a hacer ponencias de manera adecuada y a entender que la medición es tan importante como el análisis", expresa Esteban Velásquez, coordinador estudiante de BioMat.

Por su parte, el estudiante Jhan Carlos Carrillo considera que, a través de BioMat, ha logrado superarse, convertirse en una persona más interesada en el aprendizaje y en mejorar su nivel académico, con el que tuvo dificultades al comienzo de la carrera. "El

## Algunos de los árboles más representativos en cada zona:



Zona 7 Caracolí



Zona 8 Muli



## Investigadora

### María Eugenia Puerta Yepes

Matemática, Universidad de Antioquia; doctora en Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de Valencia (España). Es profesora e investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas de la Universidad EAFIT. Creadora del semillero de investigación en Modelación matemática aplicada a las ciencias biológicas (BioMat).

semillero me ha permitido abrir un poco el panorama investigativo, entender que los fenómenos biológicos pueden ser estudiados y complementados desde otras ramas de la ciencia como las matemáticas, la física y la estadística", afirma.

La docente María Eugenia Puerta recuerda que BioMat empezó con unas clases suyas y con ponencias de otros conferencistas. Seis meses después se adentraron en los temas propuestos por los estudiantes.

"Soy la tutora, pero el papel protagónico lo tienen los estudiantes, quienes también hacen jornadas de sensibilización con los de primeros semestres. La iniciativa de crearlo surgió para dar respuesta a la solicitud de los estudiantes de un semillero basado en modelos matemáticos para enfrentar problemas en biología", puntualiza la profesora.

# + Claudia Urrea construye comunidad educativa desde el MIT

Existe una oficina en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) que busca potenciar las capacidades de niños y estudiantes de bachillerato, y atraer a los mejores talentos a esa institución. Dicha dependencia es liderada por docentes e investigadores, entre ellos Claudia Urrea Giraldo, ingeniera eafitense que se desempeña como subdirectora del Programa de Iniciativas Educativas Estratégicas de la Oficina de Aprendizaje Digital.

**Jonathan Andrés Montoya Correa**

Periodista Área de Información y Prensa EAFIT

*Mens et manus* (mente y manos, en español) es el lema con el que el Massachusetts Institute of Technology (MIT) ha formado a diferentes generaciones de profesionales y científicos. Desde su fundación, en 1861, esta universidad estadounidense ha motivado el aprendizaje de sus estudiantes a partir de actividades que involucran, justamente, el uso de la mente y de las manos como herramientas para mejorar y transformar el mundo.

Décadas más tarde también se decidió llevar esta metodología a otros entornos por fuera del campus y del país, y esa intención se refleja en la actualidad en el trabajo que realizan con niños y estudiantes de colegios (desde antes del preescolar hasta el últi-



Extender el enfoque de aprendizaje del MIT, transformar las realidades educativas en el mundo y avanzar en el terreno de la investigación sobre el aprendizaje son algunas de las responsabilidades de la egresada eafitense y sus compañeros.

📷 Robinson Henao

mo grado), con la intención de motivar la creatividad y curiosidad, y ayudarlos a crear bases sólidas para responder a las necesidades educativas futuras.

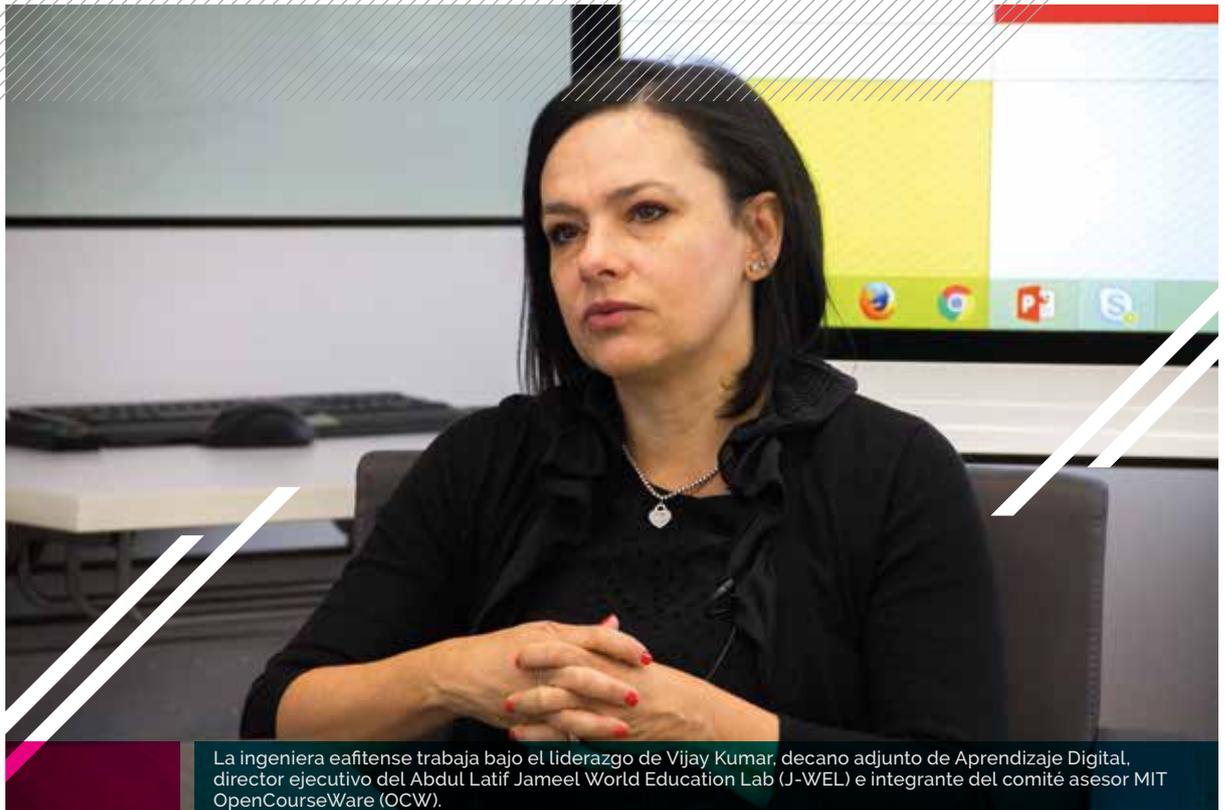
Se trata de la Iniciativa Institucional PreK-12 (*Pre Kindergarten to 12*, en inglés), que también involucra a los padres de familia y a diferentes organizaciones de docentes alrededor del mundo. Detrás de su gestión se encuentra el trabajo y compromiso de Claudia Urrea Giraldo, ingeniería de sistemas de la Universidad EAFIT, quien desde hace más de 24 años se encuentra vinculada al MIT.

Como subdirectora del Programa Iniciativas Educativas Estratégicas, de la Oficina de Aprendizaje Digital, la eafitense trabaja en diferentes frentes en estas áreas. Sin embargo, es en la Iniciativa PreK-12 en la que enfoca sus esfuerzos y donde lidera el Grupo de Acción de este programa, que tiene como fin

articular la colaboración con individuos y organizaciones de educadores, así como con investigadores y académicos dentro de la universidad.

“Tuve la fortuna de estar involucrada en proyectos de investigación desde la Línea de Informática Educativa y esto me abrió muchas puertas en MIT”: Claudia Urrea. +

“En el MIT estamos orgullosos de la educación que reciben nuestros estudiantes y creemos que podemos lograr cambios significativos –en la manera como la gente aprende– y, al mismo tiempo, mejorar la investigación sobre el aprendizaje. Por ese motivo, en PreK-12 nuestro objetivo no solo es llegar a muchos niños y jóvenes, sino inspirarlos a que piensen,



La ingeniera eafitense trabaja bajo el liderazgo de Vijay Kumar, decano adjunto de Aprendizaje Digital, director ejecutivo del Abdul Latif Jameel World Education Lab (J-WEL) e integrante del comité asesor MIT OpenCourseWare (OCW).

© Robinson Henao

imaginen y construyan un mundo mejor", expresa la egresada de EAFIT.

Claudia Urrea señala que la sociedad enfrenta diferentes problemáticas como la escasez de agua y de comida, el cambio climático, la contaminación o la sobrepoblación. Eso, sin contar que, según cifras del programa Niños Fuera de la Escuela (de la Unesco), cerca de 263 millones de menores no tienen acceso a ninguna clase de educación. Ahí radica la importancia, en palabras de la subdirectora, de una iniciativa que forme a las futuras generaciones para resolver estas y otras problemáticas.

**Claudia Urrea llegó al MIT como parte de un convenio de intercambio en el que participaba EAFIT.**

En la actualidad, el programa cuenta con ocho centros de investigación con diversos énfasis como temas cerebrales y de desarrollo cognitivo, desarrollo del lenguaje, tecnologías educativas y políticas educativas. Igualmente, se apoyan en los más de 120 programas y actividades de extensión que tiene el MIT en 35 de sus departamentos, laboratorios, centros y grupos estudiantiles.

"Sabemos que estas no son medidas reales de impacto, pero estamos en el proceso de recoger la información que nos permita identificar cuál ha sido el verdadero alcance de estos programas, más allá de la cantidad de profesores y maestros que han pasado por estos", apunta Claudia Urrea, magister en Medios y Tecnología Educativa de la Universidad de Boston.

Y es que además de motivar a las futuras generaciones de ingenieros y científicos, la iniciativa también ofrece una serie de programas dirigidos a educadores –como certificaciones para los estudiantes del MIT interesados en ser docentes en el estado de Massachusetts–, laboratorios de sistemas de enseñanza y otra serie de cursos que les permite a los profesores acceder a herramientas y metodologías desarrolladas por esta universidad.

"En el Grupo de Acción de PreK-12 también buscamos ampliar esta oferta y complementarla con nuevas oportunidades, porque estamos convencidos de que trabajar con educadores es una estrategia que nos permite ampliar el impacto y crear cambios sostenibles y duraderos en el tiempo", acota Claudia Urrea, PhD en Medios, Artes y Ciencias del Laboratorio de Medios del MIT.

---

## El reto de mejorar la realidad educativa

---

Un día laboral de Claudia Urrea es un constante intercambio de ideas, reflexiones y reuniones con académicos, docentes, investigadores, gobiernos, organizaciones sin ánimo de lucro e instituciones educativas en las que los ejes centrales son los mismos: la enseñanza y el aprendizaje.

Y es que en su tarea de construir comunidad académica a través de la Iniciativa PreK-12 no está sola, sino acompañada por el equipo de trabajo en Iniciativas Educativas Estratégicas, adscrito a la Oficina de Aprendizaje Digital, y conformado por profesionales de diversos campos del saber provenientes de diferentes partes del mundo.

+

**“En PreK-12 nuestro objetivo no solo es llegar a muchos niños y jóvenes, sino inspirarlos a que piensen, imaginen y construyan un mundo mejor”:  
Claudia Urrea.**

Es ese mismo carácter interdisciplinario el que no solo les ha permitido trabajar en red con otras dependencias del MIT, sino entender las diferentes realidades educativas. Además de este grupo, la ingeniera eafitense trabaja bajo el liderazgo de Vijay Kumar, decano adjunto de Aprendizaje Digital, director ejecutivo del Abdul Latif Jameel World Education Lab (J-WEL) e integrante del comité asesor MIT OpenCourseWare (OCW).

Con ellos comparte los objetivos de extender el enfoque de aprendizaje del MIT, de transformar la educación y de avanzar en el terreno de la investigación sobre el aprendizaje.

En ese camino, han permitido que más de 200 millones de usuarios, en 195 países, se hayan podido beneficiar de sus 154 ofertas de cursos en OpenCourseWare, una cifra que continúa creciendo gracias a los esfuerzos de este grupo humano, en el que la experiencia de la ingeniera eafitense ha sido fundamental para la formulación, puesta en marcha e investigación en proyectos internacionales.

Con la PreK-12 también trabaja en la Iniciativa de Aprendizaje Conectado en India, en la que participa el MIT, entre otras organizaciones. Mediante la integra-

ción de la tecnología, este proyecto procura brindar oportunidades educativas de calidad a jóvenes de comunidades insuficientemente atendidas.

---

## 24 años en educación y tecnología

---

Claudia Urrea Giraldo llegó al Massachusetts Institute of Technology hace 24 años, como parte de un convenio de intercambio en el que participaba EAFIT. La egresada se convirtió en la segunda ingeniera en hacer parte del Center for Educational Computing Initiatives (Ceci), un espacio que le permitió potenciar sus intereses en los temas de educación y tecnología, y que dos años más tarde le abrió la posibilidad de vincularse al Laboratorio de Medios del MIT como científica visitante.

La Organización Un Laptop por Niño (OLPC), el Banco Interamericano de Desarrollo, el programa Excelencia de Schlumberger para el Desarrollo Educativo (SEED) y la Fuerza de Trabajo sobre el Futuro de la Educación del MIT fueron algunas de las organizaciones que han contado con su experiencia y asesoría a lo largo de su carrera en la institución. Desde 2015 integra el equipo de la Oficina de Aprendizaje Digital, en el cargo que ocupa en la actualidad y desde el que también ha liderado algunas acciones con EAFIT.

“A pesar de que llevo tantos años acá siempre he tenido algún vínculo con EAFIT. Durante los últimos años hemos realizado algunas consultorías con el Laboratorio para la Innovación y el Aprendizaje y he visitado la Universidad en compañía del profesor Vijay Kumar para dictar un taller con algunos directivos”, recuerda.

Claudia Urrea agradece su formación como ingeniería de sistemas de EAFIT y, especialmente, su trabajo junto a la docente Claudia Zea Restrepo (actual vicerrectora de Aprendizaje), con quien pudo acercarse al mundo de la educación y entender la importancia de llevar oportunidades académicas a las regiones y comunidades menos privilegiadas.

“Tuve la fortuna de estar involucrada en proyectos de investigación desde la Línea de Informática Educativa y esto me abrió muchas puertas en MIT. Nunca imaginé la magnitud e importancia que estas actividades tendrían en mi vida y de las que, aún hoy, sigo recogiendo frutos”, concluye.



Niños peruanos jugaron y experimentaron en torno a temas científicos en los 30 cursos de verano que ofreció la Universidad San Ignacio de Loyola (Perú). La Universidad de los Niños EAFIT les llevó su metodología.

© Juan Camilo Pineda Berrío

# Metodología de exportación, de Medellín a Lima

---

## La Universidad de los Niños EAFIT compartió su experiencia con la Universidad San Ignacio de Loyola, en Lima (Perú), con el propósito de desarrollar capacidades en dicha institución para promover una relación cercana y de disfrute entre los niños y el conocimiento científico.

**Beatriz Elena García Nova**

Colaboradora

"Ya llegaron mis leptinas", anuncia con propiedad Filomena Champion a su mamá cuando ha comido suficiente y ya no quiere más.

Ella, de 9 años, se refiere a las hormonas responsables de la sensación de saciedad en el organismo. El proceso lo tiene claro, mientras levanta las manos hacia su cabeza lo explica: "Las grelinas le dicen a tu cerebro que tienes hambre y las leptinas le dicen que ya estás lleno".

Esto lo sabe desde que participó en los cursos de verano de la Universidad San Ignacio de Loyola (Usil), una universidad privada en Lima (Perú), que pidió la orientación de la Universidad de los Niños EAFIT para realizar estos cursos en su país.

Durante seis semanas cerca de 400 niños (entre 8 y 17 años) aprendieron de áreas como ciencia, arquitectura, cocina, oratoria, emprendimiento, televisión y robótica. Y aunque fueron temas muy diversos, hubo un ingrediente transversal que a Filomena le encantó: el juego.

Sobre grelinas y leptinas ella escuchó por primera vez en el curso Por qué sentimos hambre. En este, cuenta, entendió su significado gracias a un juego en el que un niño tenía un balde (que era el estómago), había unas pelotas (que eran las leptinas) y otros niños iban llenando con estas el balde hasta que ya se llenaba por completo y tenían que parar.

---

### Ingredientes

---

Ana María Jaramillo Escobar, coordinadora de proyectos de la Universidad de los Niños EAFIT, explica que en este programa se piensa el juego como

parte del aprendizaje, no solo para la pausa o el recreo. Esto lo notó Filomena, quien resaltó que en los cursos de verano jugaban mucho más que en el colegio y que esto le sirvió para aprender.

Normalmente, en los talleres que diseña la Universidad de los Niños EAFIT no pueden faltar además otros tres principios pedagógicos: la pregunta, la experimentación y la conversación. Son en total cuatro elementos que hacen parte de una metodología que idearon en 2005 y que han consolidado desde la práctica con niños de colegios públicos y privados de Medellín.

Entre otras cosas, la metodología también integra a estudiantes universitarios para la labor de talleristas y a docentes-investigadores para asesorar en las diferentes áreas del conocimiento. Una labor en educación y comunicación de la ciencia que los hizo merecedores del premio de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPop) en agosto de 2017.

**"La Universidad de los Niños EAFIT propone ver a los estudiantes con un papel muy activo, lo que "implica renunciar a que con un taller o un curso el niño salga recitando": Ana María Jaramillo.**

Todas razones de peso para que la Usil decidiera acudir al apoyo de EAFIT para sus cursos de verano en Lima en 2018. De esta manera, realizaron 20 talleres con algunas adaptaciones para las necesidades que tenían allá, por ejemplo, las sesiones debían ser de tres horas en lugar de cinco y no se hacía tanto énfasis en la conversación como sí en el juego y la experimentación.

Como era la segunda vez que la universidad peruana ofrecía estos cursos, replicaron algunos talleres de la primera edición, como Robótica y Arquitekids, y diseñaron otros nuevos como El porqué de las cosas, en el que además de preguntarse por qué se siente hambre, descubrieron por qué se siente miedo, cómo funciona internet, los aviones, la televisión, y por qué se inventaron las monedas y los billetes, todos temas que previamente han sido abordados en el campus de EAFIT.

---

### La preparación

---

Ana María Jaramillo, quien ha hecho parte de la Universidad de los Niños EAFIT desde sus inicios hace 13 años, fue la encargada de preparar a profesores y talleristas en Perú, entre septiembre y noviembre de 2017.



En este juego, si elegían correctamente los alimentos necesarios para tener músculos fuertes, los niños podrían avanzar.

© Juan Camilo Pineda Berrío

En ese país las clases del colegio van de diciembre hasta marzo, así que hay una gran cantidad de papás buscando actividades para sus hijos, cuenta Aida Cerpa Villalba, la coordinadora de los Cursos de Verano de la Usil. La mayoría de estos cursos en Lima son de deportes, no hay muchos relacionados con ciencia y además se abren para poca cantidad de participantes y máximo por dos semanas.

Durante seis semanas cerca de 400 niños (entre 8 y 17 años) aprendieron de áreas como ciencia, arquitectura, cocina, oratoria, emprendimiento, televisión y robótica.

Esto hizo que la oferta de la Usil tuviera mucha acogida, a pesar de dificultades como las que resalta Aida Cerpa: "EAFIT tiene más espacios para hacer investigación y más experiencia, Usil es más chiquita y apenas está empezando (se fundó en 1995). En EAFIT, hay espacio para correr y hacer ejercicios afuera, y en la Usil

muchas actividades tenían que ser dentro del salón".

Finalmente, se dificultó encontrar investigadores para asesorar todos los temas que requerían. Aida Cerpa recuerda que debió investigar mucho por sí misma y valerse de las guías proporcionadas por EAFIT para su adaptación.

Sin embargo, entre lo más retador estuvo la aceptación del programa por parte de los docentes. "No fue un tránsito fácil, a los profesores les daba miedo que los niños no fueran a aprender o cómo iba a ser la disciplina", asegura Ana María Jaramillo.

Esto debido a que la Universidad de los Niños EAFIT propone ver a los estudiantes con un papel muy activo, lo que "implica renunciar a que con un taller o un curso el niño salga recitando. La idea es que se vayan con inquietudes, que lleguen a la casa a contar, a preguntar", enfatiza la coordinadora de proyectos.

Para lograr este objetivo ella orientó tres talleres en Lima. Un primer momento fue de lineamientos generales sobre el equipo necesario para hacer los cursos y sobre el trabajo con niños.

En el segundo encuentro seleccionaron siete talleres que habían sido diseñados y realizados en Medellín y Ana María Jaramillo les proporcionó todo lo necesario: las guías metodológicas, los materiales y los documentos académicos de autoría de investigadores eafitenses.

En la última formación, entre Ana María Jaramillo y Aida Cerpa, realizaron un diseño propio del taller Por qué sentimos hambre, con asesoría de la Escuela de Chefs de la Usil.

## Listos para la acción

¿Te gustaría volver a enseñar un curso para el Programa Universidad de los Niños? Fue una de las preguntas que el programa les hizo al final a los 22 profesores que aprendieron e implementaron la metodología. Todos respondieron sí.

Así mismo ocurrió con los talleristas, estudiantes universitarios que solo podían participar después de haber pasado por seis formaciones. Todos vieron gran potencial en la Universidad de los Niños.

Para Aida Cerpa es uno de los proyectos "más lindos" en los que ha trabajado. Esto debido a que en los colegios normalmente el juego no tiene que ver con lo que los niños están aprendiendo, no hay transdisciplinariedad.

En cambio en estos cursos el juego fue lo central. Otro que Filomena recuerda incluía vitaminas,



Ana María Jaramillo, de la Universidad de los Niños EAFIT (de blanco, a la derecha), estuvo a cargo de la transferencia metodológica en la Universidad San Ignacio de Loyola (Perú). Aida Cerpa (de negro, a la izquierda), coordina allí los Cursos de Verano.

© Juan Camilo Pineda Berrío

carbohidratos y proteínas: "Estábamos afuera y había tres mesas, cada una con un grupo de niños. En cada mesa había una caja con un candado. Para abrirlas había tres llaves con fotos diferentes: una de zanahorias, otra de panes, otra con caramelos y unas pistas, y tenías que leer".

Las pistas incluían actividades como elegir la llave que correspondía a los carbohidratos para poder correr de una base a otra con los pies atados o la llave que correspondía a las proteínas para "tener músculos fuertes" y cargar a un compañero hasta el siguiente punto.

De manera similar, Filomena y los demás niños hicieron experimentos para aprender del magnetismo y a separar los líquidos y los sólidos. Aprendieron cómo funciona la televisión con equipos y prácticas reales, evidenciaron la gravedad al lanzar diferentes pelotas de un piso a otro e hicieron y pintaron sus propias monedas para entender por qué fue inventado el dinero. "En la misma clase hicimos un juego de trueque, nos daban 10 tarjetas y había ladrillos, ovejas, caballos y teníamos que intercambiar".

A Aida Cerpa, quien además de coordinar el programa estuvo a cargo de uno de los talleres, la sorprendió este tipo de educación –que calificó como más avanzada– y la receptividad de los estudiantes. "Ver cómo los niños están listos para un aprendiza-

je diferente. Tenían toda la capacidad para sentarse, observar y usar un microscopio. Tenían mucha curiosidad, preguntas y ganas de aprender", afirma.

En las clausuras, acota la coordinadora de los Cursos de Verano de la Usil, "los niños parecían que bajaban en una nube, estaban más que felices y los padres tenían unas sonrisas de oreja a oreja al conocer el trabajo de sus hijos".

Al final del taller sobre el hambre –cuenta Filomena– "antes de hacer nuestros propios almuerzos, fuimos a un teatro donde había una señora que enseña nutrición y le hacíamos preguntas". Le hicieron muchas preguntas y seguramente se fueron con otras más, es lo usual al final de estas jornadas. ¿Por qué hay sobrepeso? Cuestionó una niña que estaba yendo al doctor por ese motivo. ¿Por qué los animales nunca se cansan de comer? Fue la inquietud de un niño en relación con su mascota.

## Líder de transferencia metodológica:

Ana María Jaramillo Escobar

Ingeniera de Diseño de Producto. Coordinadora de Proyectos de la Universidad de los Niños EAFIT.



En la actualidad, la Universidad EAFIT cuenta con 75 proyectos de transferencia, de los cuales 18 son unidades de negocio, 42 pertenecen a tecnologías y otros 15 son iniciativas de diversa naturaleza.

📷 Robinson Henao

# Germina Natural *vitro* para fortalecer el sector agrícola

+

## Con biotecnología, la Universidad EAFIT apuesta por conservar la flora colombiana, mejorar la productividad agrícola y hacer negocios de conocimiento.

Ana María Jaramillo Villegas

Colaboradora

Con la nueva iniciativa empresarial *Natural vitro*, dirigida científicamente desde el Departamento de Ciencias Biológicas, la Universidad EAFIT le apuesta al desarrollo e innovación de procesos de propagación masiva *in vitro* de especies vegetales de interés ecológico y comercial.

Para darle vida a esta *spin off* se alinearon varias condiciones: la primera, la creación del pregrado en Biología y el propósito de innovar en el tema agrícola con ideas de alto valor agregado; la segunda, el conocimiento acumulado por los investigadores a partir de proyectos desarrollados con recursos de las regalías donde se profundizó en especies "huérfanas" de gran potencial para Colombia como la sachá inchi; y, la tercera, la voluntad institucional por proteger el patrimonio biológico del país representado en las orquídeas.

La iniciativa empresarial ya comenzó labores en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal, del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop). Higuierillas, orquídeas, achiotes y agraces son propagados de manera *in vitro* bajo condiciones controladas por los investigadores.

Algunas de estas especies, como la higuierilla y el achiote, son requeridas por la industria química y de alimentos, mientras que otras, como las orquídeas, son de especial interés para grupos de conservacionistas y coleccionistas

## Conservar la flora colombiana con biotecnología

Carlos Mesa es un cultivador aficionado de orquídeas especializado en especies colombianas. En su finca, en San Antonio de Prado, cuenta con aproximadamente 300 especies diferentes y unas 5.000 plantas. Hace un par de meses decidió aliarse con EAFIT para mejorar la forma en que propagaba plantas de alto valor.



*Natural vitro* se ha ocupado de ofrecer un material no solo con las características técnicas ideales, sino también con el respaldo legal que cumpla con la Política Nacional de Biodiversidad, cuyo objetivo principal es promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

Róbinson Henao

"Ellos tiene una capacidad que yo no tengo — cuenta Carlos—, yo trabajo en una cocina y mi asepsia no es buena. En cambio ellos multiplican con mucha calidad y esto hace que sobrevivan muchas más".

Y es que Colombia es un país único en orquídeas. Según el Plan para el Estudio y la Conservación de las Orquídeas en Colombia, publicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en asocio con el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el país registra el mayor número de especies de orquídeas en el mundo: cerca de 4.270 especies, de las que 1.572 son endémicas.

**Natural vitro busca entregarles a los productores plantas que conserven las características ideales de su madre.**

Aunque Carlos Mesa es un aficionado, su hijo empieza a incursionar en el cultivo con fines comerciales. El problema es que ver una orquídea florecida es casi un milagro. Después de la polinización, el fruto (cápsula) puede tardar hasta un año en madurar. Luego la cápsula revienta y las semillas son liberadas. Miles de punticos que parecen polvo soplado son esparcidos por el viento. Estas semillas necesitan caer en un hongo (micorriza) que les proporcione los nutrientes y las hormonas necesarias para germinar.

Sin embargo, como lo recalca Catalina Restrepo Osorio, coordinadora de producción de *Natural vitro*, el porcentaje de germinación de una cápsula de orquídea que puede tener hasta cien mil semillas alcanza solo entre el 1 y el 2 por ciento de manera natural.

Como la tasa de éxito en la naturaleza es baja, los orquídeólogos requieren una tecnología donde la germinación pueda llegar a ser del ciento por ciento. Lo que buscan —explica Alejandro Gil Correal, gestor de innovación y transferencia de *Natural vitro*— es

+



La iniciativa empresarial ya comenzó labores en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal, del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

📷 Robinson Henao

brindarles un material de buena calidad y en mayor cantidad de lo que ellos pueden desarrollar de manera empírica.

Para los coleccionistas esta oportunidad que les ofrece Natural *vitro* tiene una ventaja adicional porque algunas de sus colectas se hicieron hace varias décadas cuando el tema de los permisos todavía no se usaba. Por aquel entonces era normal comprar plantas a cualquiera que las trajera del campo o en los mercados de las pulgas. Inclusive, llevarse a casa especies en vía de extinción, una práctica que en la

actualidad no se puede hacer. Sin embargo, con esta iniciativa muchos de ellos podrán legalizar el material que tienen desde la época de sus abuelos.

## Aumentar la productividad del sector agrícola

Natural *vitro* también se enfoca en el sector agrícola, donde su objetivo es entregarles a los productores plantas que conserven las características ideales de su madre, por ejemplo, la resistencia a una plaga o una productividad determinada. Con esta tecnología los agricultores en campo pueden mantener una homogeneidad en sus cultivos.

Colombia registra el mayor número de especies de orquídeas en el mundo: cerca de 4.270 especies, de las que 1.572 son endémicas.

Dentro de las plantas que propagan en EAFIT está el achiote, especie ampliamente distribuida en Colombia cuyo único uso hasta hace poco era como condimento. Sin embargo, en la actualidad esta planta es demandada por la industria de alimentos que busca en esta un colorante de origen natural llamado bixina.

Otras especies promisoras también se abren camino en el laboratorio, por ejemplo, sachá inchi, una planta nativa del bosque amazónico que contiene gran cantidad de ácidos grasos insaturados (omegas 3, 6 y 9) y que podría ser una alternativa del pescado como fuente de estos compuestos.

Para finales de 2018 se proyecta que salgan las primeras plántulas para continuar su vida fuera del laboratorio. Como comenta Alejandro Gil, integrante del Cibiop, la idea es tener en campo una parcela demostrativa para presentarles a los clientes las ventajas de esta tecnología, principalmente la estabilidad del material vegetal, es decir, que conserva las condiciones de una planta madre.

Muchos de los beneficiarios finales de estas tecnologías son pequeñas comunidades que han desarrollado alternativas de ingreso, las cuales requieren que el material cuente con un marco legal. Por esto, Natural *vitro* se ha ocupado de ofrecer un material no solo con las características técnicas ideales, sino también con el respaldo legal que cumpla con la Po-

lítica Nacional de Biodiversidad, cuyo objetivo principal es promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados su utilización.

Para Lina Vanessa Chamorro Gutiérrez, asistente de investigación en Natural *vitro*, cumplir con el marco regulatorio es importante debido a que Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad –el capital biológico del mundo–, lo que juega un papel estratégico en el avance nacional y en las oportunidades futuras de desarrollo sostenible.

## Hacer negocios de conocimiento

Desde 2011, EAFIT desarrolla diferentes tipos de negocios. Para Adriana García Grasso, directora de Innovación EAFIT, la principal intención es completar la espiral del conocimiento, ya que cada iniciativa busca tomar los resultados de la investigación y sus capacidades para retornar ese saber a la sociedad.

**Los retornos económicos y académicos apalancan el presupuesto y la agenda de investigación de la Universidad.**

En la actualidad, la Universidad cuenta con 75 proyectos de transferencia, de los cuales 18 son unidades de negocio, 42 pertenecen a tecnologías y otros 15 son iniciativas de diversa naturaleza.

Estos negocios tienen unas características particulares. Primero, son de alto valor agregado, en coherencia con el compromiso de los emprendimientos universitarios. Segundo, para que sean exitosos requieren un grupo de investigación, que nutre el proceso con productos cada vez más elaborados. Y, tercero, los retornos económicos y académicos apalancan el presupuesto y la agenda de investigación de la Universidad.

Los principales aliados son los investigadores, pues aunque su perfil no necesariamente es de emprendedores, con la Dirección de Innovación conforman un equipo de trabajo para abordar los temas de negocio, administrativos, logísticos y de propiedad intelectual.



Alejandro Gil Correal, Lina Chamorro Gutiérrez, Luisa Cárdenas Ortiz, Diego Villanueva Mejía y Catalina Restrepo Osorio, integrantes de Natural *vitro*.

## Investigadores

### Diego Fernando Villanueva Mejía

Biólogo, Universidad del Tolima. Magíster y doctor en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Director científico de Natural *vitro*, integrante del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop). Profesor y jefe del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad EAFIT.

### Alejandro Gil Correal

Biólogo, Universidad Militar Nueva Granada; magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, Universidad de Antioquia. Gestor de innovación y transferencia de Natural *vitro* e integrante del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

### Catalina Restrepo Osorio

Bióloga y magíster en Biología, Universidad de Antioquia. Coordinadora de producción de Natural *vitro* e integrante del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

### Lina Vanessa Chamorro Gutiérrez

Abogada, Universidad Cooperativa de Colombia, y especialista en Derecho Administrativo, Universidad Libre de Colombia. Coordinadora administrativa de Natural *vitro* e integrante del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

# Las sorpresas de mirar hacia dentro



Un par de preguntas en las bitácoras de los niños aportan el insumo cualitativo a la evaluación de impacto.

📷 Róbinson Henao

Tres proyectos investigativos realizados por la Universidad de los Niños EAFIT se presentaron en Bélgica en la asamblea de la Red Europea de Universidades de los Niños (Eucunet).

**Jessica Serna Sierra**

Colaboradora

Hay un aspecto que diferencia a la Universidad de los Niños EAFIT de otras iniciativas de este tipo en el mundo: aunque todas desarrollan labores educativas y de comunicación de la ciencia, los gestores del programa eafitense también investigan sobre su quehacer. Un hecho que llamó la atención de Chris Gary, secretario general de la Red Europea de Universida-



Maryory Yarce Vasco, asistente estratégica de formación en la Universidad de los Niños EAFIT, y Paola Quintero Quintero, asistente de investigación en dicho programa, junto a los estudiantes Daniela Valencia González (Psicología), Emmanuel Soto Hincapié (Mercadeo), Ana María Londoño Bermúdez (Ingeniería de Producción), Alexandra Papadopoulos Castrillón (Psicología) y Daniel Velásquez Rodríguez (Ingeniería Mecánica) del semillero Dispositivos pedagógicos para la apropiación social del conocimiento.

📷 Róbinson Henao



des de los Niños (Eucunet, por sus siglas en inglés), quien en 2016 visitó Medellín.

Por eso invitó a Ana María Londoño Rivera, coordinadora general del programa, a hablar de su experiencia en la asamblea de la red, que tuvo lugar en Leuven (Bélgica), en mayo de 2017. La temática principal del encuentro fue la investigación, ocasión perfecta para que Londoño diera a conocer los proyectos de sistematización, evaluación de impacto e investigación formativa en los que ha trabajado su equipo.

La coordinadora general de la Universidad de los Niños EAFIT destaca que para los otros miembros de Eucunet resultó interesante ver que esta alternativa podría agregarles valor a los programas, ya que al final la investigación valida la práctica, lleva a documentar mejor, a presentar la información de otras maneras y a organizar mejor los aprendizajes.

Emprender el camino hacia la publicación académica no ha sido tarea sencilla debido a que el campo de experiencia del programa eran las ponencias y, por supuesto, los eventos de apropiación del conocimiento habituales en los que niños, jóvenes y mediadores se encuentran con docentes universitarios en torno a preguntas relacionadas con la ciencia.

La incursión en investigación comenzó en 2011 cuando un cambio en las mediciones de Colciencias evidenció que la práctica no era suficiente para puntuar en apropiación social del conocimiento, sino que había que investigar sobre esta. Desde entonces, los gestores del programa empezaron a formular proyectos sobre la manera en que la Universidad de los Niños EAFIT hace comunicación de la ciencia y luego se dieron cuenta de que esas iniciativas, en sí mismas, también eran investigativas.

Con base en lo anterior, en Europa se expusieron tres procesos: Sistematización, realizado con recursos de la Dirección de Investigación, tuvo como objetivo reconstruir la metodología; Evaluación de impacto, que ha sido continuo y en la actualidad es asesorado por Mariantonia Lemos Hoyos, docente de Psicología en EAFIT; y Línea de investigación formativa, materializada en 2014 con la conformación del semillero universitario Dispositivos pedagógicos para la apropiación social del conocimiento.

# Sistematización: el momento de hacerle preguntas a la práctica

Analizar críticamente lo que hace la Universidad de los Niños fue la meta que se fijaron entre febrero de 2016 y abril de 2017 las investigadoras y gestoras Ana Cristina Abad Restrepo, Lina Maritza Vásquez Guzmán, Ana María Londoño Rivera, Ana María Jaramillo Escobar, Pilar Aubad López, Luisa Fernanda Muriel Gil y Maryory Yarce Vasco, con la asesoría de Viviana Ospina Otavo, magister en Estudios Socioespaciales y docente de la Universidad de Antioquia.

De su investigación surgieron los esquemas que Ana María Londoño describe como "los infaltables del programa", que son tres elementos principales de la metodología: la concepción de los participantes, los principios educativos que guían las actividades y la práctica. Para llegar a estos, indica la coordinadora, se remontaron a 2005 (año en que se fundó el programa) para reconstruir los principales hitos identificados en la revisión bibliográfica (390 documentos) y en los relatos de los participantes hasta 2015.

Tras analizar e interpretar la información llegaron a definiciones como la de niño o joven, concebidos como sujetos activos en la construcción de conocimiento; a la de investigador, descrito como abierto al diálogo y dispuesto a recibir retroalimentación de su trabajo, y a la de talleristas o facilitadores, definidos como personas abiertas a aprender y compartir el conocimiento.

Entre los principios educativos determinaron el aprendizaje mediante el juego (pedagogía Waldorf), la experimentación (teoría de Jorge Wagensberg y las inteligencias múltiples), la conversación como estímulo (Wagensberg y Richard Feynman) y las preguntas (Hans-Georg Gadamer y la Filosofía para niños).

Así mismo, establecieron los lineamientos que guían su trabajo, como la disposición de los salones sin sillas –para que los participantes puedan sentarse en círculo en el piso– y el listado con nombres y fotos de los niños para que los talleristas puedan identificarlos.

Además, definieron unos criterios a los que debe responder el proceso creativo en el que se diseñan los talleres, por ejemplo, si hay momentos para la reflexión individual, si los materiales educativos son agradables y bellos, si las actividades requieren trabajo en equipo o si el taller responde el qué, el cómo y el para qué del tema.

Ana María Londoño explica que este proceso ha sido muy difícil e interesante porque se trata de preguntarse, observarse, dudar de lo que hacen y formular hipótesis que también pueden resultar incómodas.



La concepción de los participantes, los principios educativos y la práctica fueron los tres elementos analizados en la metodología.

© Robinson Henao

## Evaluación, para mirarse de cerca y de lejos

Evaluación no es una palabra extraña para la Universidad de los Niños EAFIT. En 2012, Marta Lorena Salinas Salazar y Gabriel Jaime Murillo Arango, docentes de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, estudiaron el impacto del programa en los participantes. Luego, el equipo gestor diseñó los instrumentos de una metodología cualitativa para determinar las competencias que se desarrollaban en los niños y para analizar su transformación.

Desde 2017 ese proceso se enriqueció con la participación de Maríantonía Lemos Hoyos, docente del pregrado en Psicología de EAFIT, quien propuso evaluar el impacto por medio de una prueba dirigida a los niños y un cuestionario para los padres y profesores, que se aplican dos veces al año. La prueba indaga si hay algún cambio en las capacidades investigativas o de razonamiento científico y el cuestionario busca que los mayores reporten las habilidades que identifican en los participantes.

La prueba mide el factor G, es decir, el factor general de inteligencia, distinto al coeficiente intelectual porque evalúa la capacidad de pensar de

forma lógica, de hacer inferencias y abstracciones. En 15 minutos los niños deben resolver preguntas de razonamiento abstracto, numérico, espacial y verbal, explica la psicóloga Maríantonía Lemos, para observar no tanto el conocimiento específico de áreas, sino qué tanto logran encontrar patrones de relación.

Dicha prueba se aplica también a un grupo control, que son niños con características similares a los evaluados (misma edad y colegio). De esta manera, la muestra es de 148 niños y 74 padres y profesores. A este método se suma la información cualitativa que proviene de dos preguntas que se les hacen a los niños en sus bitácoras sobre lo que han aprendido y las inquietudes que les quedan.

Susana Torres Cadavid, estudiante de Psicología de EAFIT y quien desarrolla con este proyecto su trabajo de grado, aplica las pruebas, tabula y analiza los datos de las bitácoras. Aunque aún no hay hallazgos definidos (el proyecto termina a finales de 2018), la eafitense manifiesta que se ha sorprendido con el aporte y la rigurosidad de la fase cualitativa de la investigación.

# Un espacio para formarse en investigación

En 2014, para explorar la pedagogía y metodología de la Universidad de los Niños, un grupo de talleristas conformó el semillero Dpositivos pedagógicos para la apropiación social del conocimiento. En su proyecto más reciente, desarrollado por Daniel Alejandro Velásquez Rodríguez, Alexandra Papadopulos Castrillón y Andrea Lotero Giraldo, quisieron responder ¿cuál es el impacto del programa en la elección ocupacional de los talleristas?

Maryory Yarce, asistente estratégica de formación en la Universidad de los Niños, explica que la hipótesis inicial era que los facilitadores tenían un interés especial por trabajar en el campo educativo, social o de investigación. Para comprobarla recurrieron a las metodologías de la historia oral, las encuestas, el grupo focal y las entrevistas a profundidad.

Las encuestas las enviaron a los 377 talleristas egresados hasta 2017, de los cuales contestó el 27,8 por ciento. Entre los primeros hallazgos de la investigación está que el 67 por ciento trabaja en el área educativa y, de ellos, el 23,8 por ciento se ha desempeñado únicamente en este ámbito. El resto lo ha combinado con investigación, proyectos sociales o culturales y política.

Para evaluar la experiencia, la psicóloga Maryory Yarce señala que tomaron el concepto del filósofo español Jorge Larrosa, quien la define como: un acontecimiento externo que tiene lugar en el sujeto y que deja un impacto; para que esto pase, el sujeto debe tener una disposición, apertura o sensibilidad. Así, la experiencia se evidenciará cuando se dé una transformación en la forma de pensar, las palabras, la manera de sentir o saber.

Lo que se puede ver es que efectivamente la Universidad de los Niños es una experiencia que marca a los talleristas, que tiene una influencia en su elección, pero sobre todo en su manera de ser en el ámbito laboral, afirma la asesora, para quien esto se debe no solo a las herramientas que adquirieron en la formación sino, por ejemplo, en sus conversaciones con los niños.

Este proyecto llegó hasta la fase nacional de los encuentros de la Red Colombiana de Semilleros de Investigación y, entre sus conclusiones, se destaca

también que el programa aporta al desempeño laboral de los talleristas la capacidad de asombro, el sentido crítico, la identificación y el respeto de las diferencias, el trabajo en equipos multidisciplinarios, el liderazgo de grupos y el amor por el conocimiento.



Maryory Yarce

## Investigadoras

### Ana María Londoño Rivera

Ingeniera de Diseño de Producto y magíster en Estudios Humanísticos, Universidad EAFIT. Jefa de la Universidad de los Niños, programa del que hace parte desde su creación en 2005 y donde se desempeñó como coordinadora estratégica entre 2008 y 2015.

### Mariantonia Lemos Hoyos

Psicóloga, Universidad Pontificia Bolivariana; magíster en Psicología, Universidad de San Buenaventura (sede Medellín), y doctora en Psicología, Universidad de los Andes. Es docente del Departamento de Psicología de la Universidad EAFIT, donde coordina el grupo de investigación Estudios en Psicología.

### Maryory Yarce Vasco

Psicóloga, Universidad de Antioquia; especialista en Gerencia del talento humano, Institución Universitaria Ceipa, y especialista en Literatura, producción de textos e hipertextos, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Es candidata a magíster en Psicopedagogía en UPB.

# Ciencia a la vista en la Universidad Parque



Este recinto, como todo proyecto arquitectónico eafitense, busca embellecer el campus, integrarse a este y a su entorno, y propiciar la convivencia con su flora y su fauna, premisas propias de la Universidad Parque. La imagen simula el nuevo Edificio de Ciencias.

**Cerca de 13.600 metros cuadrados para la investigación y la innovación se asomarán en el costado sur del campus de la Institución. Se trata del nuevo Edificio de Ciencias, una infraestructura que se proyecta entre en funcionamiento en 2020.**

 cortesía Departamento de Planta Física de la Universidad EAFIT

**Bibiana Andrea Moná Giraldo**

Periodista del Área de Información y Prensa de EAFIT

La Universidad EAFIT, *ad portas* de celebrar los 60 años de fundación institucional (1960), trabaja en el diseño y construcción de su Edificio de Ciencias, que se ubicará en el costado sur del campus, contiguo al Edificio de Ingenierías (bloque 19).



La idea es tener un edificio que mire hacia el campus y a la ciudad, y que a la vez genere una experiencia visual a quienes transitan por sus alrededores, no solo por la fachada, sino por los diferentes espacios internos que lo conforman, los que están abiertos y a la vista de todos. La imagen simula el nuevo Edificio de Ciencias.

📷 cortesía Departamento de Planta Física de la Universidad EAFIT

Se trata del bloque 20 que tendrá ocho pisos dentro de los que se adecuarán tres anillos: un bloque central donde se ubicarán los laboratorios, un pasillo circular que le da la vuelta al edificio y otro espacio que rodea ese pasillo conformado por oficinas de profesores, baños y servicios, salas de descanso y de reuniones. El primer piso será de tránsito permanente y hará la conexión de Junín con el bloque 19, explica Sabrina Molina Gallego, coordinadora del Área de Infraestructura del Departamento de Planta Física.

Se proyecta que entre en funcionamiento desde mediados de 2020 y que con su arquitectura favorezca el quehacer de las ciencias y todas las actividades que se despliegan en sus diferentes áreas al servicio de la comunidad universitaria.

Liderado por el Departamento de Planta Física, el proyecto del edificio es un trabajo en equipo en el que aporta la academia, un grupo técnico conformado por ingenieros civiles, arquitectos y personal de la Vicerrectoría Administrativa y de Proyección Social. "Todos hicimos un inventario de las necesidades actuales y las proyectamos hacia el futuro", indica Luciano Alberto Ángel Toro, decano de la Escuela de Ciencias.

En este recinto confluirá la docencia, la investigación, la consultoría y las diversas formas de relación con la industria, la experimentación, la experiencia del aprendizaje activo, la colaboración administrativa entre las diferentes dependencias de la Escuela de Ciencias y de estas con las otras unidades institucionales.

Este proyecto, que asciende a 59.000 millones de pesos, desde el punto de vista estructural contará con aislamiento sísmico para dotar de se-

guridad y estabilidad a sus cerca de 13.600 metros cuadrados, afirma Sabrina Molina. La empresa Obrasdé está a cargo de la integración de diseños y, por su parte, Estudio Transversal Arquitectura, del diseño arquitectónico.

La sostenibilidad, la inclusión, la flexibilidad y la transparencia son algunos de los principios que componen la nueva propuesta arquitectónica eafitense.

Esta infraestructura, que potenciará las actividades de investigación e innovación, recibió un impulso en abril para su construcción cuando a la Universidad le fue entregado un cheque simbólico –que representa un crédito por 52.000 millones de pesos– de manos de Mauricio Cárdenas Santamaría, el entonces ministro de Hacienda y Crédito Público, y de Rodolfo Zea Navarro, presidente de Findeter, señala Juan Luis Mejía Arango, rector de EAFIT.

## Ciencias conectadas

Se busca que el edificio, en cada uno de sus espacios, sea funcional y eficiente desde su operatividad, su cotidianidad y su interacción con quienes se forman en ciencia, quienes hacen ciencia y quienes están interesados en saber cómo se desarrollan las propuestas desde sus diferentes disciplinas.



El bloque 20 contará con ocho pisos dentro de los cuales habrá un núcleo central donde se ubicarán los laboratorios, un pasillo circular que le da la vuelta al edificio y otro espacio que rodea ese pasillo conformado por oficinas de profesores, baños y servicios, salas de descanso y de reuniones. La imagen simula el nuevo Edificio de Ciencias.

📷 cortesía Departamento de Planta Física de la Universidad EAFIT

De hecho, es normal que las ciencias eafitenses estén conectadas con las otras escuelas, de allí su capacidad de pensamiento multidisciplinario, colaborativo y de servicio, bien sea como apoyo en el que puede desarrollar todo su potencial o como eje articulador de nuevo conocimiento.

Por eso, al pensar en este espacio –asegura el Decano de Ciencias–, primero que todo se comprometieron con principios irrenunciables desde el punto de vista de la academia, sin olvidar que toda propuesta arquitectónica implica también disponer de los servicios convencionales que requiere una población como la que llega al campus cada día.

**Con este nuevo edificio cerca de 5.000 estudiantes tendrán acceso a laboratorios, aulas y otros espacios para la investigación y la innovación.**

Uno de esos principios es el compromiso con la sostenibilidad, pues la idea es tener un edificio que ahorre energía y agua, que gestione de forma efectiva los residuos, que ayude a repensar el consumo del aire acondicionado, que integre la naturaleza a sus espacios de circulación y al mismo campus, entre otros.

No en vano, desde ya el proyecto pretende obtener el aval de Leadership in Energy & Environmental Design (Leed Gold). Este sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council), se utiliza en varios países y tiene como objetivo avanzar en la utilización de estrate-

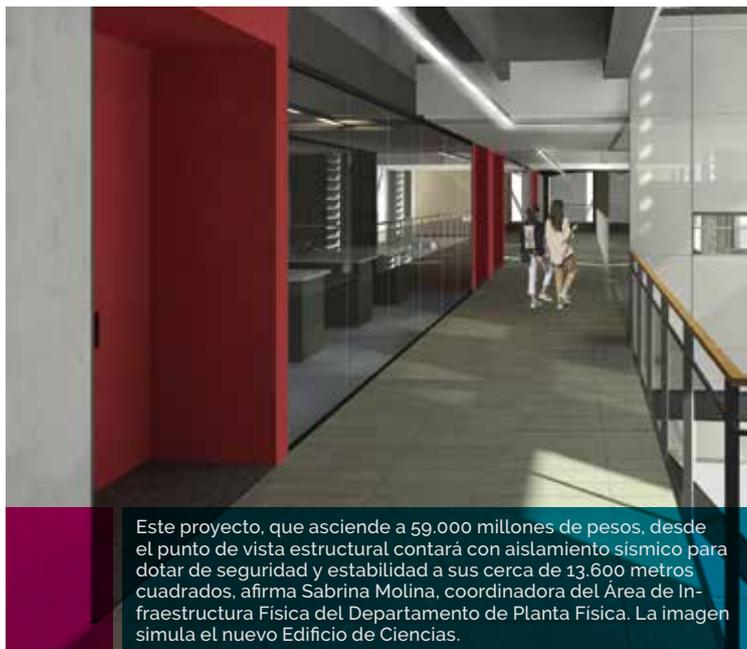
gias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción.

Otro eje de la propuesta del nuevo edificio es entender que la Escuela de Ciencias no es una unidad aislada. Es decir, esta estructura debe ser inclusiva y propiciar en sus espacios el encuentro de estudiantes de pregrado y posgrado, profesores e investigadores, de otras escuelas de la Institución y de otros planteles educativos, de empresarios y de todo interesado en conocer cómo se desarrollan las ciencias.

En la misma línea está la capacidad de integrar en el lugar la formación teórica y la práctica, fusionar el aprendizaje con la investigación y la proyección, y agrupar diferentes áreas de conocimiento con públicos diversos.

“La ciencia es en esencia una actividad social. La hacen las comunidades científicas, se valida con pares, hay eventos de socialización de nuevos hallazgos, es decir, la ciencia no la hace cada persona metida en su mundo, sino que surge por la interacción con otros, es una construcción conjunta. Lo que busca este edificio es favorecer esa comunicación a través de espacios de encuentro, conversación, reunión, donde es posible esbozar ideas, rayar en sus tableros, generar discusiones, entre otras actividades de interrelación”, sostiene el decano Luciano Ángel.

La flexibilidad es otro de los componentes esenciales de este edificio que tendrá la capacidad de adaptarse a las necesidades que surjan, con espacios de trabajo que puedan migrar hacia otros nuevos, con laboratorios dotados de servicios técni-



Este proyecto, que asciende a 59.000 millones de pesos, desde el punto de vista estructural contará con aislamiento sísmico para dotar de seguridad y estabilidad a sus cerca de 13.600 metros cuadrados, afirma Sabrina Molina, coordinadora del Área de Infraestructura Física del Departamento de Planta Física. La imagen simula el nuevo Edificio de Ciencias.

📷 cortesía Departamento de Planta Física de la Universidad EAFIT

cos funcionales en el presente y en el futuro. En otras palabras, con un diseño que permita la conectividad y la portabilidad, donde sus mobiliarios modulares adopten la razón que convoca en un momento dado el desarrollo de cualquier actividad.

## Una experiencia visual

Por último, está el principio de la transparencia, entendido como el valor que la Universidad expresa desde su administración, sus procesos académicos y su proyección a la sociedad, así como la convicción de que las ciencias no se trabajan a puerta cerrada, sino que son verificables, consensuadas en lo colectivo, compartidas, están de cara al público y en un entorno que promueve la educación y el desarrollo científico.

Eso se reflejará en la posibilidad de tener una experiencia visual en esta nueva infraestructura, tanto en la fachada como en los diferentes espacios que conforman el edificio, es decir, es hacer ciencia en espacios abiertos, transparentes y a la vista de todos los interesados. (Ver 'Un campus que privilegia la naturaleza y la convergencia de saberes').

"Esto tiene un efecto cultural importante porque se trata de derribar desde lo visual esa barrera que se le atribuye a la relación ciencia-sociedad. No queremos un edificio encerrado en sí mismo, sino uno que mire hacia el campus y a la ciudad, y que a la vez el mundo nos vea", expresa el Decano de la Escuela de Ciencias.

## Un campus que privilegia la naturaleza y la convergencia de saberes

En un punto sobre dos perpendiculares e importantes vías que conectan el norte y el sur de Medellín (la avenida Las Vegas y la avenida Regional) está la Universidad Parque, un espacio que privilegia a la naturaleza y se adapta a sus formas y evolución.

El proyecto de Universidad Parque surgió en 2004 y en 2008 obtuvo el Premio Lápiz de Acero-Espacios Públicos, un reconocimiento al compromiso de EAFIT con el medio ambiente y, en especial, con la concepción de la Institución integrada con la naturaleza que busca promover espacios alegres, disponibles y fecundos para la experiencia del conocimiento.

En este sentido, es imperante la premisa de que cada nuevo espacio de EAFIT converse con el entorno y le apunte a la integración de las áreas, a la convergencia de los saberes que le dan sentido al concepto de universidad y, por supuesto, a la convivencia con su flora y su fauna.

El proyecto del Edificio de Ciencias no es ajeno a dicha premisa, pues estará expuesto a la vista de los habitantes del campus, lo que además permitirá contemplar desde el interior del edificio el transcurrir de las actividades dentro de la Universidad Parque y de su entorno ciudadano.

Por eso, la fachada será semitransparente y se construirá en vidrio y frontek gris o NBK. En el interior habrá un núcleo alrededor del que estarán dispuestas, en cada piso, las zonas de interacción y de circulación, las salas de reuniones, las oficinas de profesores, los espacios para la consultoría, dos aulas invertidas para el aprendizaje activo, algunos sitios de descanso y la sala para los docentes de cátedra de la Universidad.

Así mismo, tendrá los laboratorios con las especialidades propias de las ciencias, espacios que además ofrecerán diferentes servicios técnicos transversales a las distintas áreas académicas de la Institución.

Además de darle identidad a la Escuela de Ciencias, la forma de agrupar los servicios será más orgánica en función de la necesidad de compartir recursos. Es decir, aunque las áreas tendrán sus propios lugares de operación, la idea es poner a conversar sus saberes. En este sentido, la administración no tiene un papel protagónico dentro de la estructura, sino que obedece a un principio de servicio, concluye el decano Luciano Ángel.

# DensUrbam: una lectura de ciudad





El instrumento de valoración se aplicó en Envigado (Antioquia). Con los resultados obtenidos propusieron estrategias, acciones y criterios de intervención para construir un municipio sostenible.

📷 cortesía DensUrbam

+

## El Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) de la Universidad EAFIT propone una herramienta que permite entender las dinámicas de un territorio en términos de sostenibilidad, lo que brinda una visión real de la actualidad y de las tendencias hacia el futuro.

Ángela Milena Amaya Moreno

Colaboradora

Desde la antigüedad los seres humanos han estudiado maneras de evolucionar para mejorar las condiciones que los rodean. Aristóteles, por ejemplo, llamaba "ciudad ideal" a la que aporta desarrollo a la vida de sus ciudadanos, traducido en la felicidad de cada ser humano.

En la actualidad, seguridad, justicia, eficiencia y sostenibilidad son algunos de los pilares de las *smart cities* o ciudades inteligentes que los gobernantes buscan mantener y ofrecer de manera equilibrada con el mismo objetivo de la antigüedad: mejorar las condiciones de quienes allí residen.

Para analizar cómo se encuentra una urbe, qué le falta, con qué cuenta y cómo se proyecta hacia el futuro es necesario conocerla, estudiarla y analizarla. Para esta tarea Óscar Augusto Mejía Rivera, coordinador ambiental del Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) de la Universidad EAFIT, propone DensUrbam: una herramienta para el ordenamiento territorial sostenible.

Planificar el crecimiento urbano, asegura este ingeniero geólogo, más que un asunto técnico, es un acto ético de responsabilidad humana y territorial con los habitantes de hoy y con los del futuro.

Con el modelo DensUrbam, explica el coordinador ambiental, se puede estudiar la evolución de múltiples capacidades urbanas y ambientales de un territorio, es decir, sirve para comprender las condiciones de disponibilidad del presente en términos de servicios públicos, sistemas naturales, energía, aire de buena calidad, entre otros aspectos.

### Cómo funciona

¿Cuáles son los límites que nos impone la naturaleza en un territorio para mantener la calidad de vida? es el interrogante que llevó a Óscar Mejía Rivera, autor del modelo, a iniciar su desarrollo en 2014.

"No es suficiente tener ciudades inteligentes, también es necesario tener ciudadanos inteligentes": Enrique Iglesias, expresidente del BID.

+

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en la actualidad el 54,6 por ciento de la población mundial, equivalente a 3.600 millones de personas, viven en las urbes. En Colombia, el 77 por ciento de la población es urbana y en el Valle de Aburrá corresponde al 95 por ciento. Esto evidencia que el mundo es cada vez más urbano, de ahí la importancia de herramientas de este tipo, manifiesta el investigador de Urbam.

El instrumento considera tres variables fundamentales: salud y resiliencia de los ecosistemas, que hace referencia la autorrenovación y a la sostenibilidad de los mismos; disponibilidad de los recursos, que es la capacidad del sistema para suministrar los recursos que la población demanda, como educación, energía, entre otros; y habilidades de la sociedad para el desarrollo, que involucra la manera en que los ciudadanos gestionan y utilizan dichos recursos.



"El territorio se debe entender como un sistema donde todos sus elementos constitutivos (ambientales, económicos y sociales) tienen interdependencia". William Alberto Álvarez Pérez, líder de planificación ambiental y físico espacial del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La imagen simula la aplicación del modelo DensUrbam en Envigado.

© cortesía DensUrbam

Un grupo de arquitectos, geólogos, ingenieros ambientales, ingenieros civiles, economistas y comunicadores sociales del equipo de DensUrbam son quienes recolectan la información –suministrada por los entes gubernamentales del municipio a analizar– y la ingresan a la herramienta.

Durante la ejecución de este proceso se realiza un ejercicio de prospectiva que se centra en conocer el presente y el pasado para entender el futuro del territorio analizado, acota la arquitecta Isabel Basombrió Aliaga, coordinadora de proyectos en Urbam. Finalmente, analizan e interpretan los resultados que surgen del modelo.

## DensUrbam-Envigado

Durante 2017, el instrumento de valoración se aplicó en Envigado (Antioquia), donde el grupo transdisciplinario de DensUrbam hizo talleres con la Alcaldía, el Departamento Administrativo de Planeación, las secretarías de Medio Ambiente y de Movilidad, la Cámara de Comercio del Aburrá Sur, Corantioquia, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, entre otros.

Tuvieron en cuenta la historia del municipio,

el Plan de Desarrollo Municipal, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), el Plan Estratégico Municipal, entre otros, lo que permitió identificar las actuales dinámicas urbanas, ambientales y de movilidad. Con los resultados obtenidos propusieron estrategias, acciones y criterios de intervención para construir un municipio sostenible.

**La sostenibilidad es un imperativo constitucional según los artículos 78, 79, 80, 82 y 95 de la Constitución Política de Colombia de 1991.**

A partir de las sesiones de trabajo y con el ejercicio DensUrbam-Envigado los investigadores encontraron que algunas variables estudiadas, como espacio o equipamientos públicos, tienen en la actualidad altos grados de insuficiencia, pero hay posibilidades de mejorar estos valores, afirma Isabel Basombrió, coordinadora del estudio de Capacidades de soporte urbano ambiental del territorio de Envigado.

Para este ejercicio definieron un horizonte de 20 años y tomaron la población actual de Envigado y la proyectada, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane). DensUrbam formuló



A partir de la aplicación del modelo DensUrbam, el Plan Estratégico Municipal de Envigado incluye la dimensión ambiental, social y la económica para tener un desarrollo integral. La imagen simula la aplicación del modelo DensUrbam en Envigado.

© cortesía DensUrbam

dos escenarios, uno tendencial y otro con el futuro deseado proyectado hacia 2030, para el que propusieron estrategias y criterios de intervención que prioricen acciones que detonen la transformación.

Desde el Plan Estratégico Municipal –asegura Esteban Salazar Ramírez, director del Departamento Administrativo de Planeación de Envigado– se planteaba una transformación territorial, cultural y metropolitana, pero es a partir de la aplicación del modelo que se incluye la dimensión ambiental, social y la económica para tener un desarrollo integral.

Entre los principales retos para vivir mejor surge el mejoramiento de la infraestructura para vertimientos de aguas residuales, reposición y siembra del arbolado, aumento de los espacios de retiro para el adulto mayor, entre otros.

El director de Planeación de Envigado afirma que el estudio les ayuda a proyectar cómo distribuir la inversión de recursos en espacio público, movilidad y equipamientos, y a determinar zonas que deben intervenir con mayor prioridad.

En la actualidad, como ejercicio pionero en el país, esta herramienta de valoración está siendo aplicada en los 10 municipios que conforman el área metropolitana del Valle de Aburrá y existe el interés de países como Costa Rica en utilizarlo.

## Investigadores

### Óscar Augusto Mejía Rivera

Ingeniero geólogo y magíster en Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia; especialista en Sistemas de Información Geográfica, Universidad de San Buenaventura (sede Medellín); especialista en Dinámica de Sistemas, Universidad Politécnica de Cataluña (España), y magíster en Ingeniería Ambiental, Universidad de Antioquia. Es el coordinador ambiental del Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) y docente de la maestría en Procesos Urbanos y Ambientales de la Universidad EAFIT.

### Isabel Basombrío Aliaga

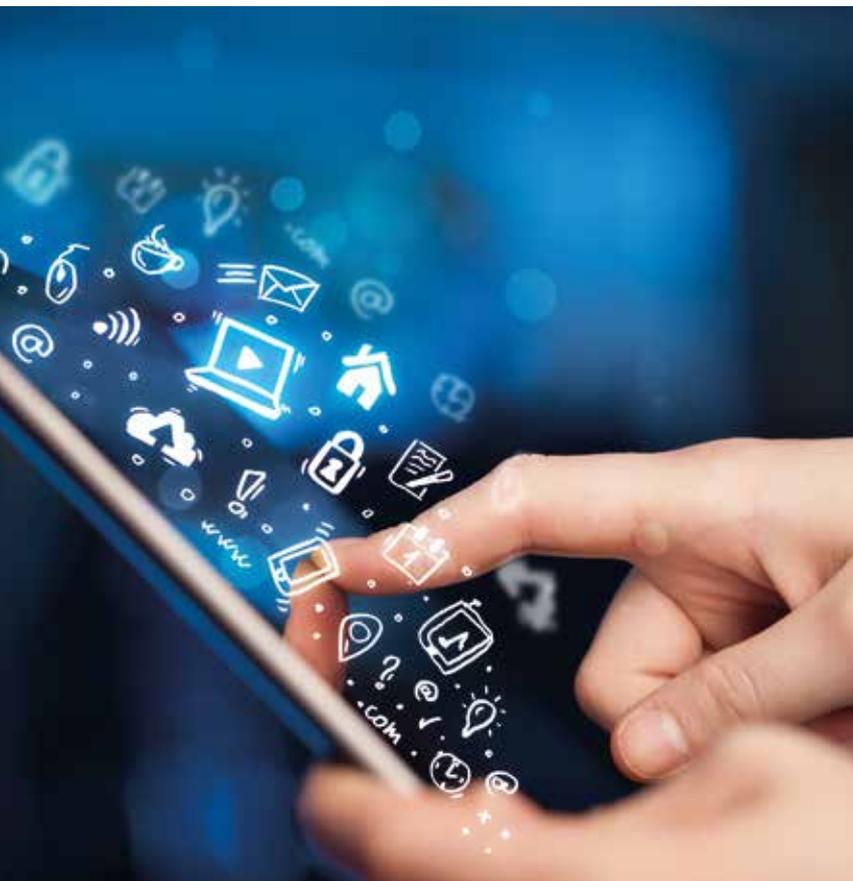
Arquitecta, Universidad de Buenos Aires (Argentina); especialista en Arquitectura del paisaje, Universidad Torcuato Di Tella (Argentina), y magíster en Procesos Urbanos y Ambientales, Universidad EAFIT. En la actualidad es Líder de proyectos del Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) y coordinadora del estudio de Capacidades de soporte urbano ambientales DensUrbam-Envigado.

# Ciencia 2.0: visibilizar la investigación en la era digital

Expertos comparten claves y datos de contexto sobre cómo mejorar la visibilidad y el impacto de publicaciones científicas a través de la buena gestión de redes sociales académicas.

Paula Andrea Colorado Chávez

Colaboradora



La Universidad EAFIT ha hecho un esfuerzo por gestionar una estrategia multimodal que permite tanto a sus investigadores, como a la comunidad científica en general, acceder en tiempo real a datos e información sobre los principales resultados de la investigación institucional.

¿Cómo generar mayor impacto en términos de producción científica? Esa es una de las preguntas a las que se enfrentan los investigadores interesados en visibilizar sus artículos académicos, luego de identificar y publicar en la revista adecuada. Y es que publicar es solo el inicio del proceso si lo que se quiere lograr es difusión y reconocimiento que, incluso, pueda traducirse más adelante en mayor número de citas.

Para Óscar William Caicedo Alarcón, docente y editor de la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad EAFIT, luego de la publicación de un artículo el investigador debería pensar en el impacto que quiere lograr y, en este sentido, valerse de la comunicación digital para mostrarle a la sociedad su trabajo y contribuir para que el conocimiento avance.

El editor explica que con la llegada de la ciencia 2.0, donde los investigadores entran en un contexto digital y conectado, no solo surgen conceptos como presencia, marca e identidad digital aplicada a la investigación, sino que aparecen redes sociales de corte científico y académico que contribuyen a mejorar la visibilidad.

En la actualidad, agrega el docente, investigadores y revistas tienen sus perfiles en redes sociales académicas: están conectados y se les puede exponer el trabajo para lograr una circulación mucho más amplia de la producción y de lo que escriben.

Sin embargo, en términos de visibilidad en entornos digitales, los investigadores se enfrentan a ba-

Shutterstock

rreras de contexto e institucionales, anota Mario Ríos Ospina, gerente sénior de Soluciones de Investigación para Elsevier Research Intelligence.

La primera barrera tiene que ver con cómo se evalúa la visibilidad en términos de políticas públicas y con las tendencias de evaluación en el ámbito internacional. La segunda se refiere a la estrategia que tenga la institución y si esta es divulgada, evaluada y tiene un marco de identificadores definidos.

“El mayor problema es que el investigador a veces no conoce las barreras y viene de un modelo de trabajo tradicional –incluso desde antes de que existieran recursos y plataformas electrónicas–, donde él se preocupaba por conseguir la revista y el medio impreso”, apunta Mario Ríos.

La Universidad EAFIT, alineada con estas nuevas tendencias, ha hecho un esfuerzo por gestionar una estrategia multimodal que permite tanto a sus investigadores, como a la comunidad científica en general, acceder en tiempo real a datos e información sobre los principales resultados de la investigación institucional de manera atractiva, dinámica y actualizada.

Catalina López Otálvaro, coordinadora de Inves-

tigación Formativa y Divulgación, señala que a partir de los datos disponibles en la Plataforma Pi –para la gestión de la producción científica de los investigadores– se despliegan acciones que van desde la administración de datos hasta el acompañamiento en el proceso de divulgación de la producción. Todo con el fin de mejorar las posibilidades de citación y de vínculos académicos.

Entre los beneficios que ofrece la Plataforma Pi a los investigadores, se destaca la posibilidad de alimentar su perfil institucional con la información disponible en Orcid –un código alfanumérico para identificar a cada investigador de otros autores académicos–, así como hacer seguimiento al impacto de la producción, a través de Altmetrics y PlumX, indicadores y herramienta, respectivamente, para analizar y medir la visibilidad y el impacto de la actividad social y académica de la investigación por parte de individuos y organizaciones.

Las métricas son importantes para identificar cuál es el impacto que tienen las investigaciones más allá de las citas, por ejemplo, a quién llega, cómo, dónde y de qué manera se leen, resalta Óscar Caicedo.

## 10 claves para ganar visibilidad

Fuente: Óscar William Caicedo Alarcón

### ¿Por dónde empezar?

#### 1. Insértese en el mundo digital

Las plataformas digitales no son solo para los investigadores jóvenes, pues los sénior son quienes más generan contenido y tienen mucha más producción para compartir.

#### 2. Recoja la obra

Defina la producción investigativa para compartir y luego identifique cuáles son las herramientas idóneas para la difusión. Este proceso puede ser apoyado por los asistentes de investigación.

#### 3. Identifique la comunidad académica

Es importante que haga un diagnóstico sobre dónde se mueve el público al que le debe llegar de manera efectiva. Incluso, a través de redes sociales tradicionales.



Con la llegada de la ciencia 2.0, aparecen redes sociales de corte científico y académico que contribuyen a mejorar la visibilidad.

Shutterstock

## ¿En qué redes debe tener presencia?

### 4. Cree un perfil en Google Scholar citation

Esta plataforma contribuye a la visibilidad de investigadores, de instituciones y de campos específicos. Además, permite tener datos y control sobre cómo la producción académica empieza a impactar a comunidades científicas en el ámbito nacional e internacional.

### 5. Cree un perfil en Orcid

Esta representa la hoja de vida digital de cada investigador. Es un perfil académico que permite compartir formación y lugar de trabajo, libros, capítulos de libro, ponencias, presentaciones (en diferentes formatos), entre otros. En la actualidad, muchas revistas solicitan el código Orcid cuando se envía un artículo para publicar.

### 6. Cree un perfil en ResearchGate

En esta red es importante tener en cuenta qué tipo de artículos se deben publicar para no tener problemas relacionados con derechos de autor, principalmente con revistas que no tengan Acceso Abierto. Permite publicar *working papers* o herramientas de trabajo.

## ¿Qué debe tener en cuenta luego de la creación de perfiles?

### 7. Gestione los perfiles creados y conéctelos

Las redes no son un tablero, son herramientas para discutir y generar comunidad académica. Por eso, es importante que tenga la información y los contenidos actualizados. Los perfiles siempre deben articularse en la misma estrategia, deben tener foto y deben crearse con correos institucionales.



Las métricas son importantes para identificar cuál es el impacto que tienen las investigaciones más allá de las citas.

Shutterstock

## ¿Qué contenidos publicar sin infringir derechos de autor?

### 8. Utilice Sherpa/Romeo

Esta herramienta permite revisar temas relacionados con derechos de autor y acceso abierto para identificar qué tipos de contenido de la producción académica del investigador se pueden publicar en redes.

## ¿Cómo determinar el impacto de la gestión de redes?

### 9. Siga perfiles de académicos y revistas

Tanto en redes sociales académicas como tradicionales, esto permite identificar qué discusiones se dan en relación con temas puntuales de interés y si hay citas relacionadas con las publicaciones del investigador.

### 10. Mida

Toda la presencia digital es medible. Para esto, hay herramientas como Altmetrics (que permite identificar menciones) y como PlumX (para medir el impacto de repositorios y plataformas digitales).

## “Aportar trabajo e información de utilidad es la mejor publicidad”

Entrevista a Rafael Repiso Caballero, profesor de la Universidad Internacional de la Rioja, socio de EC3metrics, *spin off* de la Universidad de Granada, y editor asociado de la revista *Comunicar*.

### ¿Qué importancia tiene la presencia en redes sociales académicas?

Hace más de 10 años se considera que la versión virtual de las revistas es la fuente primaria, y la impresa, si existe, ha pasado a un segundo lugar. Gracias a mi presencia activa en redes como Twitter, Facebook o Researchgate estoy muy relacionado con colegas de mi institución y hemos sustituido la cafetería por el muro de Facebook. A través de las redes sociales virtuales he conocido colegas con los que después he trabajado. Además, me permiten mantener el vínculo con alumnos que ya son egresados.

### ¿Cómo aprovecharlas?

Ser generoso, respetuoso y aportar trabajo e información de utilidad es la mejor publicidad que puede hacer un académico o una institución.

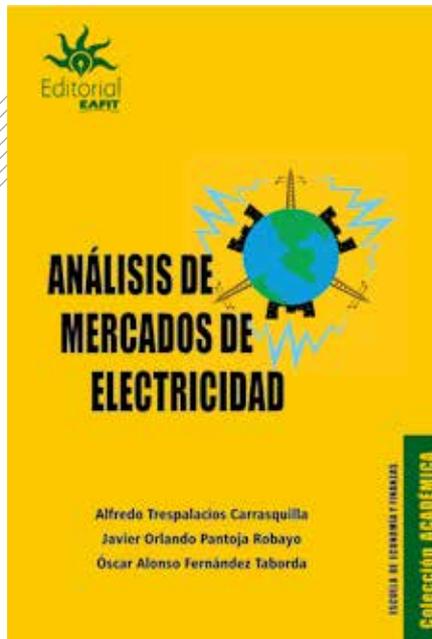
### ¿Cómo traducir la visibilidad en términos de impacto?

Además de las citas, otras de las repercusiones visibles de la calidad de un trabajo son, por ejemplo, cuando llaman a los autores para hablar sobre la temática de su experticia, les ofrecen docencia especializada, el artículo es compartido en redes sociales o, incluso, los trabajos con un componente didáctico son referenciados en asignaturas de pregrados y posgrados. Sin embargo, para que alguien lo valore se debe dar a conocer y es ahí donde entra en juego la visibilidad en internet y la difusión que le dan revistas y editoriales a los trabajos que imprimen.

### ¿Cómo está Iberoamérica en este tema?

Todavía no tenemos claro el modelo de comunicación científica que queremos. Parece que hay una demanda por el Acceso Abierto, pero no se han resuelto aspectos más allá de que debe ser gratuito. Por ende, de momento, no es claro quién pagará los procesos editoriales y si estos tendrán la misma calidad que los de las editoriales comerciales tradicionales.

Hasta ahora poco o nada se ha hecho comparable con los proyectos anglosajones para visibilizar la ciencia. Sin embargo, cada vez hay más investigadores iberoamericanos que publican en las mejores revistas, normalmente mediante colaboraciones internacionales, y se comienza a vislumbrar que no es un problema de recursos humanos, sino de inversión educativa y editorial.



### **Análisis de mercados de electricidad**

Autores: Alfredo Trespalcacios Carrasquilla, Javier Orlando Pantoja Robayo, Óscar Alonso Fernández Taborda

Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-467-4

Pasta rústica, 16,5 x 24 cm

274 páginas

De la conjugación entre el planeta y el mundo –aspecto físico frente a aspecto social– nace este trabajo que combina, por un lado, los elementos básicos del movimiento de electrones a través de un medio conductor y, por el otro, la interacción de los mercados de energía dentro de un modelo regido por la libertad y la competencia, a la vez reglado por completo y controlado de manera central.



### **Blancas, negras y mulatas volumen II**

**Autor:** Víctor Hugo Agudelo Ramírez

Medellín, 2016

ISMN: 979-0-801635-09-9

Pasta rústica, 21 x 30 cm

112 páginas

Este libro no se trata de una colección deshilvanada de piezas para piano, sino de una obra unificada alrededor de ideas y propósitos centrales que se mantienen durante todo su desarrollo: el uso de géneros rítmicos, y temas históricos y personajes del patrimonio cultural de la nación, la práctica de algunas notaciones o grafías musicales del mundo contemporáneo, el uso de lenguajes de este tiempo y el abordaje de aspectos técnicos específicos del desarrollo pianístico en cada pieza.

Gustavo Yepes Londoño



### **Liderazgo, cultura y gestión del talento: una dirección integral en las organizaciones**

Autores: Diego René Gonzales-Miranda y Jorge Esteban Giraldo Arango

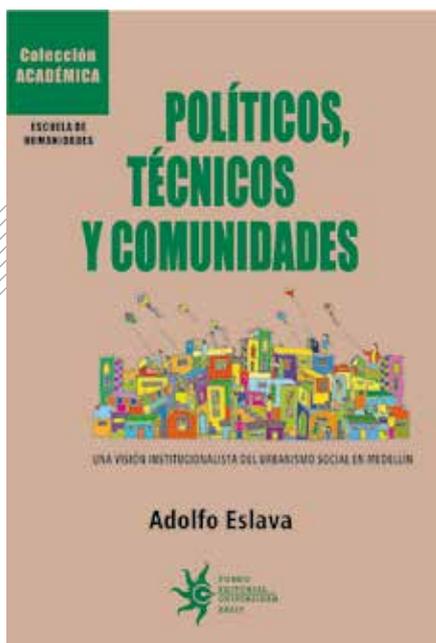
Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-476-6

Pasta rústica, 19,5 x 21,5cm

171páginas

Expone los resultados de la investigación realizada entre 2015 y 2016 por la unidad académica de Alta Dirección de la Universidad EAFIT. El objetivo fue analizar los modelos de gestión del talento humano en algunas empresas colombianas y multilaterales. Los resultados no enfatizan tanto en *qué hacer*, sino en *qué no hacer*.

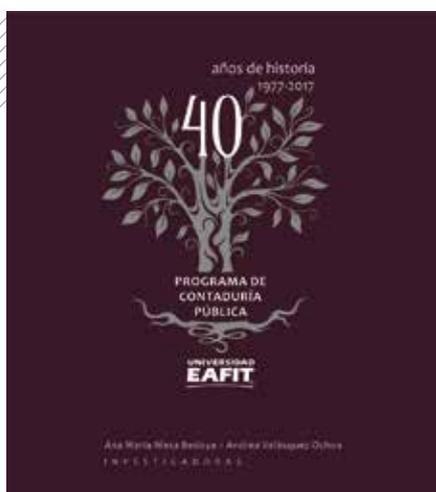


***Políticos, técnicos y comunidades***

Autor: Adolfo Eslava  
 Medellín, 2017  
 ISBN: 978-958-720-396-7  
 Pasta rústica, 16 x 24 cm  
 206 páginas

Este texto cobra mucha mayor relevancia cuando se enfrenta a la complejidad de la política de urbanismo social en Medellín que, al igual que tantas otras ciudades latinoamericanas, debe incluir el problema de la informalidad y, por ende, comprender las dinámicas comunitarias de cada localidad o barrio.

Juan Camilo Cárdenas



***Programa de Contaduría pública, 40 años de historia 1977-2017***

Investigadoras: Ana María Mesa Bedoya, Andrea Velásquez Ochoa  
 Medellín, 2017  
 ISBN: 978-958-720-393-6  
 Rústica 19,5 x 21,5 cm  
 271 páginas

Este libro celebra y conmemora los cuarenta años de vida institucional del programa de Contaduría Pública de la Universidad EAFIT. A través de un trabajo de investigación juicioso y detallado, Ana María Mesa Bedoya y Andrea Velásquez Ochoa hacen un recorrido por la historia de este programa, desde que comenzó a funcionar en 1977 hasta la actualidad, con la ayuda de un vasto banco documental que incluye publicaciones periódicas, convenios, textos oficiales y testimonios de empleados, profesores y estudiantes.



***La conciencia en la perspectiva del humanismo científico***

Autor: Luis Fernando Toro Palacio  
 Medellín, 2017  
 ISBN: 978-958-720-466-7  
 Pasta rústica, 16 x 24 cm  
 298 páginas

Es una provocadora síntesis de las relaciones entre la fenomenología ("el cuerpo", de Merleau-Ponty) y la neurociencia ("el cerebro", de Damasio). Anuncia la conciencia como una singular estructura disipativa con el poder de transmutar la materia corpórea y la energía vital en información creativa, asimilada al concepto espíritu. Y el humanismo científico del que emerge: una prueba de nuestra evolución.



### ***Reescritura ¿lógicas de la repetición?***

Editores académicos: Gabriele Bizzarri, Juan Manuel Cuartas Restrepo, Donatella Pini, Andrés Vélez Posada  
Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-462-9

Pasta rústica, 16,5 x 24 cm

317 páginas

En este libro se propone el gesto de la *reescritura* como una operación ejemplar y heurística que, en su aparente sencillez, pone de manifiesto la experiencia del tiempo, la dialéctica entre diferencia y repetición, el registro de la memoria, la tensión entre la imitación y la crítica, así como los medios y las tecnologías de la reproducción y de la representación.



### ***Responsabilidad social universitaria***

Autores: Carlos Mario Betancur Hurtado, María Cecilia Henao Arango, Andrés Mauricio Mora Cuartas, Mario Enrique Vargas Sáenz  
Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-335-6

Pasta rústica, 19,5 x 21,5 cm

101 páginas

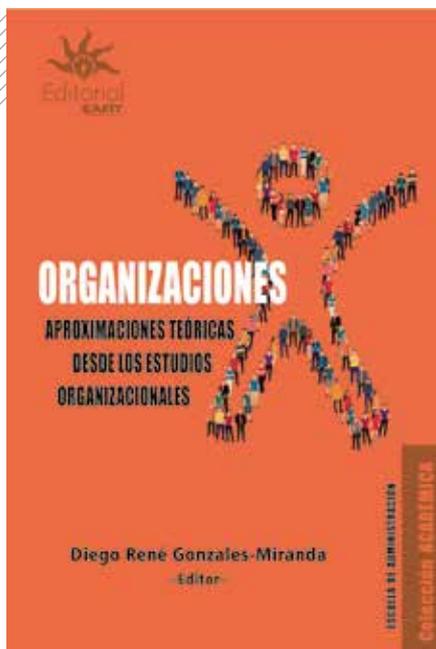
Los autores de este libro sobre responsabilidad social universitaria de la Universidad EAFIT han querido mostrar la experiencia de la Institución en una de las misiones que se trazó desde un comienzo: ser un agente transformador de su entorno a través de la ciencia y la cultura.



***Tocando fibras: historia del cultivo del fique (henequén) y del aprovechamiento industrial de la cabuya en Colombia durante la primera mitad del siglo XX. El caso de Antioquia***

Autor: Jairo Campuzano-Hoyos  
Medellín, 2017  
ISBN: 978-958-720-481-0  
Pasta rústica, 16,5 x 24 cm  
174 páginas

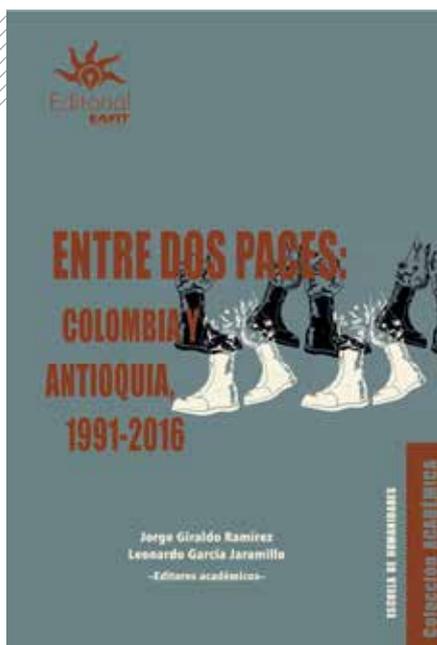
*Tocando fibras* es una contribución a la historia económica y empresarial de Colombia que recoge el origen, apogeo y posterior declive que el cultivo del fique y las manufacturas con cabuya tuvieron en Antioquia y el impacto que esto ocasionó en los miles de campesinos que por décadas se dedicaron a esta actividad.



***Organizaciones, aproximaciones teóricas desde los estudios organizacionales***

Editor académico: Diego René Gonzales-Miranda  
Medellín, 2017  
ISBN: 978-958-720-469-8  
Pasta rústica, 16,5 x 24 cm  
205 páginas

Las reflexiones y disertaciones que se presentan en este libro buscan propiciar un análisis de las dinámicas sociales en las organizaciones a partir de algunos marcos teóricos que le permiten al lector –específicamente al estudiante de pregrado y posgrado de las áreas de la administración– tomar distancia de la mirada tradicional funcional-positivista.



### ***Entre dos paces: Colombia y Antioquia, 1991-2016***

Editores académicos: Jorge Giraldo Ramirez y Leonardo García Jaramillo

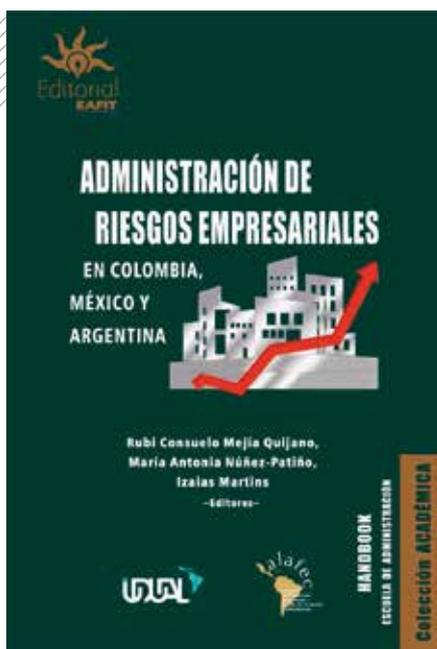
Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-435-3

Pasta rústica, 16,5 x 24 cm

357 páginas

Este libro pretende ilustrar un periodo de la vida nacional que, para los autores, tiene un antes y un después a partir del hito de la Constitución Política de 1991. Sugiere que la firma del Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera, el 24 de noviembre de 2016 en el Teatro Colón de Bogotá entre el Gobierno Nacional y las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (Farc), debiera representar otro corte histórico. Los autores esperan que este libro sirva como material de estudio en las cátedras sobre la Colombia contemporánea, que sigue siendo tan poco comprendida por las nuevas generaciones.



### ***Administración de riesgos empresariales en Colombia, México y Argentina***

Editores: Rubi Consuelo Mejía Quijano, María Antonia Núñez-Patiño e Izaias Martins

Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-441-4

Pasta rústica 16,5 x 24 cm

220 páginas

Da a conocer un completo diagnóstico del desarrollo de la administración de riesgos en grandes empresas privadas, en el que se evidencia una importante evolución de esta disciplina en el marco del gobierno y la cultura del riesgo, las prácticas y herramientas, la comunicación y consulta, entre otros elementos estudiados. Con esto se ratifica el valor de esta disciplina para contribuir a la responsabilidad social empresarial y al impacto en los resultados financieros y la sostenibilidad de las empresas.

Leonardo Sánchez Garrido

Representante de la Asociación Latinoamericana de Facultades y Escuelas de Contaduría Pública (Alafec) para Colombia.

+



### **Tratado de estudios organizacionales**

Editores versión en español: Guillermo Ramírez Martínez y Diego René Gonzales-Miranda  
Medellín, 2017

ISBN: 978-958-720-437-7

Pasta dura, 18 x 25,5 cm

944 páginas

Traducción de la segunda edición de *The Sage Handbook of Organization Studies* (2006). Forma parte del diálogo que en América Latina se viene gestando en torno a esta disciplina. Busca superar las barreras del idioma y ampliar la difusión de las propuestas teóricas y metodológicas, y tiene un mérito adicional: incluye reflexiones latinoamericanas relacionadas con las temáticas de los capítulos originales.

Estas contribuciones amplían el panorama de este campo disciplinar en la región, evidencian formas particulares de retomar las corrientes principales para elaborar propuestas propias y constituyen un verdadero aporte al conocimiento generado desde Latinoamérica. Se espera entonces, con esta edición en español, sentar bases para continuar delineando temas y realidades propias que fomenten, con alcance continental, investigaciones y reflexiones sobre los estudios organizacionales.

Publicado por

**Revista**  
**Universidad EAFIT**  
Periodismo Científico

---

Medellín - Colombia  
Julio-diciembre de 2018