

# Revista Universidad EAFIT

Vol. 53 | No. 171 | Medellín | Colombia | Enero-junio | 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 Luciano Ángel Toro Catalina Suárez Restrepo Ana Silvia Gallo Vélez Ana María Londoño Rivera Juan Carlos Luján Sáenz Gustavo Canavire Bacarreza María Alejandra González Pérez Daniel Hermelin Bravo Juan Diego Jaramillo Fernández Paulo Cepeda Sánchez
DIRECCIÓN	Dirección de Investigación Departamento de Comunicación
COORDINACIÓN Y EDICIÓN	Paulo Cepeda Sánchez
DISEÑO DIAGRAMACIÓN	Área de Comunicación Creativa Isabel Cristina Castaño Preciado Claudia Giraldo Ramírez Daniel Montoya Moreno César Franco Restrepo
FOTOGRAFÍAS	Róbinson Henao Cañón Cortesía y archivo
EDICIÓN	Vol. 53. No.171 Enero-junio 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.





# Revista Universidad EAFIT

Periodismo científico

Colección de viajeros Juan Kalb

## *Wanderjahre: años de viaje en el trópico*

El término alemán *Wanderjahre* alude al periodo de viajes que emprendía un aprendiz luego de terminar su formación para consolidar su saber práctico y configurar su identidad como futuro maestro de un oficio. Los años de viaje posibilitaban la transferencia, entrenamiento, sociabilidad y actualización del conocimiento en el gremio de un saber.

Dicha tradición, que se remonta a la Edad Media y que también se aplicaba a saberes letrados, era equivalente a la 'peregrinación académica' que llevaba al aprendiz a observar el mundo por sí mismo, a construir redes para su profesión y, en consecuencia, a regresar a casa cargado de experiencia.

La exposición *Wanderjahre: años de viaje en el trópico*, inaugurada el 31 de octubre de 2017 y abierta hasta el 28 de febrero de 2018 en el Centro Cultural Biblioteca Luis Echavarría Villegas de la Universidad EAFIT, invita a explorar la dimensión formativa del viaje y, por extensión, del saber geográfico, desde los albores del siglo XVII hasta la primera mitad del siglo XX.

El recorrido propuesto es posible gracias a la riqueza documental de la *Colección de viajeros Juan Kalb*, adquirida en 2015 por la Sala de Patrimonio Documental del Centro Cultural Biblioteca Luis Echavarría Villegas de la Universidad EAFIT, un acervo conformado por más de 150 mapas y láminas, y cerca de 400 libros y compilaciones de literatura geográfica sobre esta región del

planeta. Insumos que además están al servicio de la investigación.

Johann Friedrich Kalb, nacido en Hamburgo, llegó a Colombia en 1952 y, durante al menos tres décadas, se dedicó a la comercialización de café. Desde la década de 1980 su interés por el coleccionismo dio lugar a un conjunto de piezas que se exhiben al público por primera vez.

La muestra está organizada por series documentales que, lejos de establecer simples analogías formales, resaltan problemas relacionados con la historia, los estudios visuales, los estudios sociales y el saber naturalista.

Las distintas series responden, en esa medida, a cuestiones plurales: la verticalidad tropical, la imbricación entre la ciencia y el comercio, el colonialismo, la diversidad del mundo editorial alemán, los cambios en la representación cartográfica, los testimonios de viajeros poco conocidos, las imágenes de los pueblos americanos. Se trata de una historia de conexiones sobre diversas maneras en que viajeros, eruditos y editores dieron a conocer sus experiencias y visiones del trópico americano.

A continuación se presenta una selección documental de la exposición organizada por el Área de Extensión Cultural, el Centro Cultural Biblioteca Luis Echavarría Villegas y el Departamento de Humanidades de EAFIT.



# WANDERJAHRE

EINES

JUNGEN HAMBURGER KAUFMANNES

EINE REISE UM DIE ERDE IN 1000 TAGEN

VON

OSWALD KUNHARDT.

DRITTE AUFLAGE.

MIT ABBILDUNGEN UND UEBERSICHTKARTEN.



BERLIN 1902.

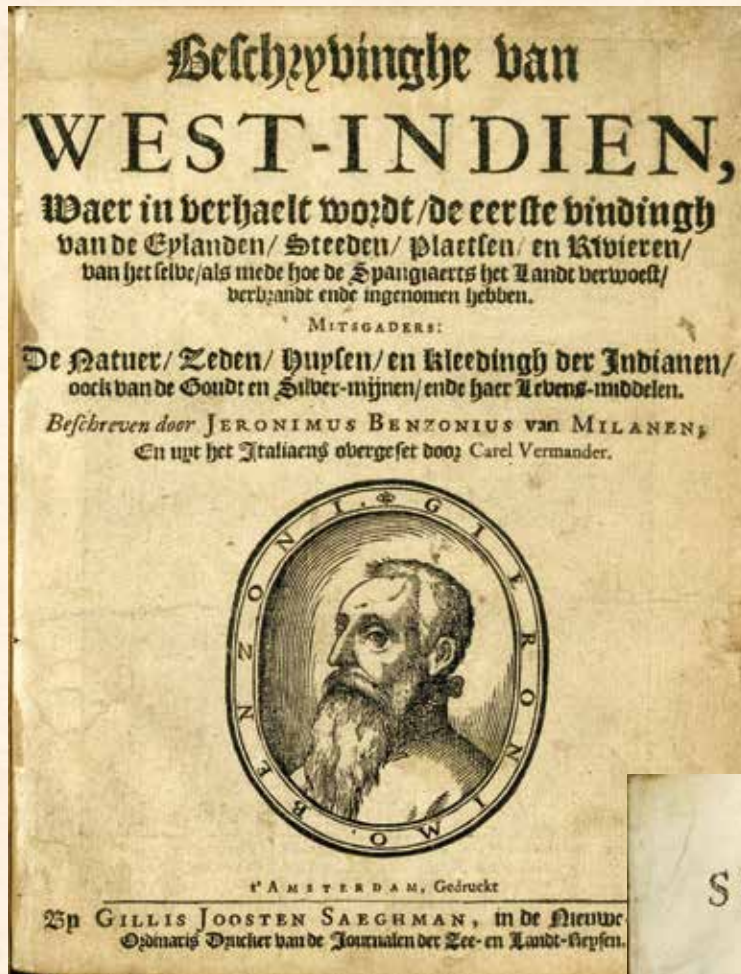
VERLAG VON DIETRICH REIMER

(ERNST VOHSSEN)

*Wanderjahre eines jungen Hamburger Kaufmannes, eine Reise um die Erde in 1000 Tagen: mit Abbildungen und Uebersichtskarten* / Oswald Kunhardt. Berlin: Reimer, 1902. 469 p. Incluye retrato y firma del autor, fotografías y un mapa.

**Título en español:** *Años de viaje de un joven comerciante hamburgués, un viaje alrededor del mundo en 1.000 días: con ilustraciones y mapas.*

Oswald Kunhardt (1875-) perteneció a una familia de comerciantes de Hamburgo. Fue cónsul honorario (1912 y 1917) del Imperio Austrohúngaro en Boston (Estados Unidos), mientras trabajaba de administrador de la sede de la Fábrica de Anilina de Berlín. El libro describe su viaje desde Hamburgo y los lugares que visita en los diferentes continentes: experiencias, encuentros, aventuras e impresiones sobre su gira mundial.



*Beschryvinghe van West-Indien, waer in verhaelt wordt, de eerste vindingh van de eylanden, steeden [...] / beschreven door Jeronimus Benzoni van Milanen; en uyt het Italiaens overgeset door Carel Vermander. Amsterdam: Gillis Joosten Saeghman, [166-?]. 56 p. incluye grabados y es una traducción al holandés.*

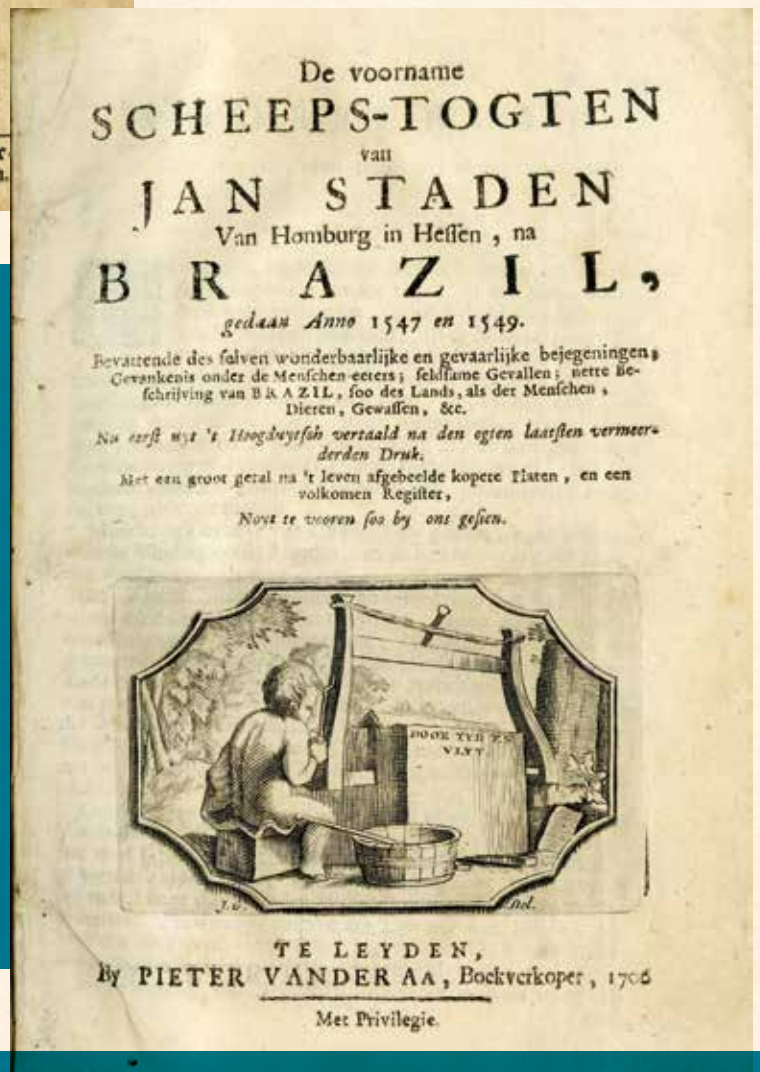
**Título en español:** *Descripción de las Indias Occidentales.*

Benzoni (1519-1570) fue un historiador, explorador, comerciante y viajero italiano, quien estuvo en América en 1542. Esta obra es una de las primeras narraciones tras el descubrimiento de América, publicada en 1572.

*De voorname scheeps-togten van Jan Staden van Homburg en Hessen, na Brasil, gedaan anno 1547 en 1549 / Hans Staden. Leyden: Pieter Vander Aa., 1706. 94 p. Incluye grabados.*

**Título en español:** *Las primeras expediciones marinas de Jan Staden (natural de Hamburg, en la provincia de Hesse) al Brasil, realizadas en los años 1547 y 1549.*

Hans Staden (1525-1579) fue un soldado y marino alemán. En autobiografía cuenta las penurias que padeció al ser secuestrado por la tribu antropofágica Tupinambá del Brasil, con quienes convivió durante 9 meses. Describe la naturaleza y las costumbres de los indígenas, por lo que se considera como el primer estudio importante sobre la América portuguesa. Es uno de los primeros relatos europeos que dan cuenta del canibalismo en el Nuevo Mundo. Su obra fue ilustrada por los grabadores Jean Baptiste Debret y Theodore de Bry.





# RELACION HISTORICA DEL VIAGE A LA AMERICA MERIDIONAL

HECHO

DE ORDEN DE S. MAG.

PARA MEDIR ALGUNOS GRADOS DE MERIDIANO  
Terrestre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera Figura,  
y Magnitud de la Tierra, con otras varias Observaciones  
Astronomicas, y Phisicas:

Por **DON JORGE JUAN**, Comendador de Aliaga, en el Orden de San  
Juan, Socio correspondiente de la Real Academia de las Ciencias de Paris,  
y **DON ANTONIO DE ULLOA**, de la Real Sociedad de Londres;  
ambos Capitanes de Fragata de la Real Armada.

PRIMERA PARTE, TOMO PRIMERO.



IMPRESA DE ORDEN DEL REY NUESTRO SEÑOR

EN MADRID

Por **ANTONIO MARIN**, Año de M.DCC.XLVIII.

1748

*Relación histórica del viaje a la América Meridional hecho de orden de S. Mag. para medir algunos grados de meridiano terrestre, y venir por ellos en conocimiento de la verdadera figura, y magnitud de la tierra, con otras varias observaciones astronómicas, y físicas / Jorge Juan y Santacilia. Madrid: Antonio Marin, 1748. 2 vol. Incluye grabados y mapas.*

Jorge Juan y Santacilia (1713-1773) fue un humanista, ingeniero naval y científico español. Antonio de Ulloa (1716-1795) fue un naturalista, militar y escritor español. Jorge Juan y Antonio de Ulloa forman parte de la expedición científica hispano-francesa (1735-1746) organizada por la Academia de Ciencias de París y conformada por La Condamine y el naturalista Jussieu. Su objetivo era viajar a Quito, Virreinato de Perú, para medir el arco del meridiano terrestre para conocer la verdadera forma de la Tierra y sus dimensiones. Exploraron la costa del Pacífico desde Panamá hasta Chile. Su obra tiene información sobre astronomía, física, historia y sucesos del viaje.

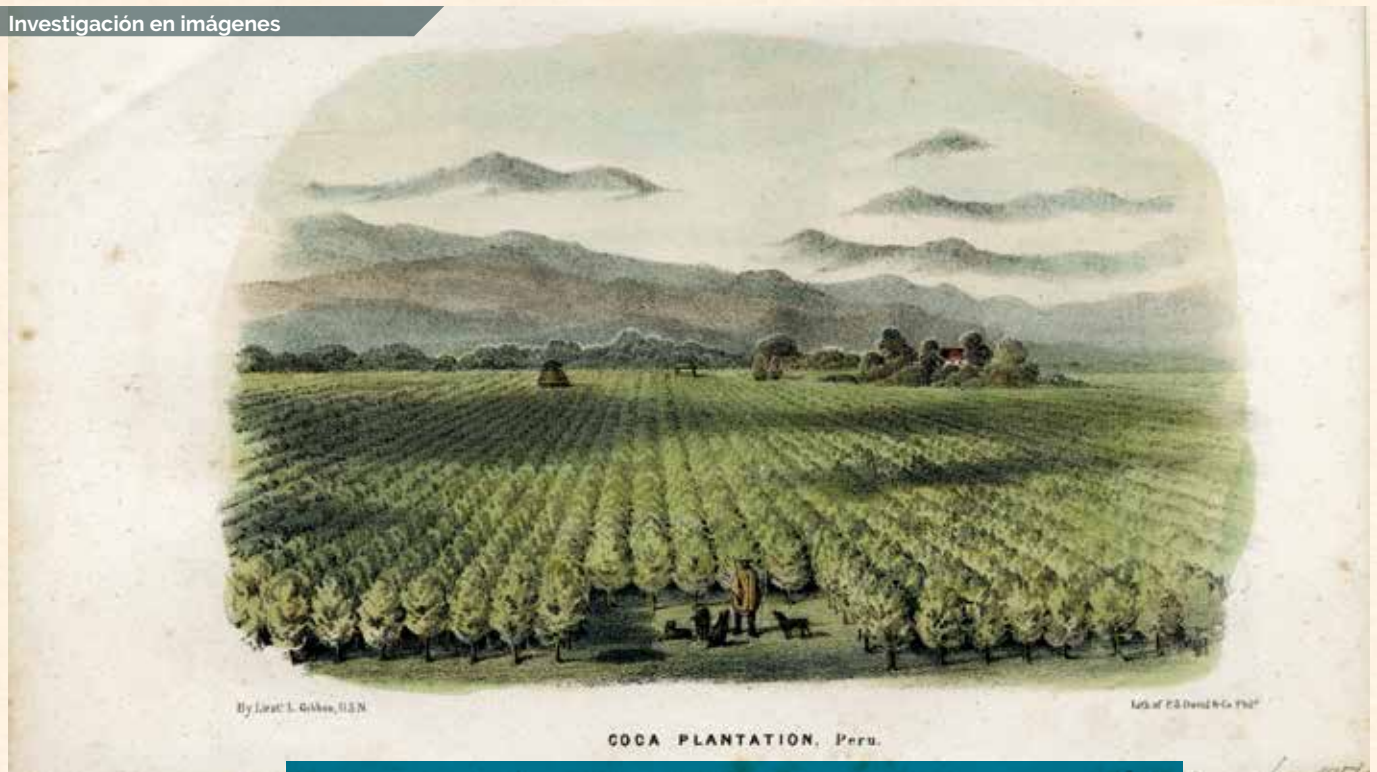
*Reisen eines Naturforschers im tropischen Amerika: fahrten in Columbien und Venezuela / Otto Burger. Leipzig: Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung M. B. H., 1923. 2 vol. Incluye grabados, fotografías y mapas.*

**Título en español:** *Viajes de un naturalista en la Suramérica tropical: periplos en Colombia y Venezuela.*

Otto Burger (1865-1945), viajero y naturalista alemán. En 1896 emprendió viaje a Colombia enviado por la Real Academia de Ciencias de Göttingen para investigar y recorrer los territorios del país entre la costa colombiana y el Orinoco. Burger entró por Barranquilla y salió por el Orinoco a través del río Meta.







*Coca plantation, Perú, 1854* / Grabado de P.S. Duval sobre el dibujo de L. Gibbon. Coloreado a mano.

Publicado en *Exploration of the Valley of the Amazon*, W.M. Lewis Herndon y Lardner Gibbon, Washington: Robert Armstrong, 1854. Vol. 2, p. 47. En el libro, el grabado está en blanco y negro.



*Terra Firma et Novum Regnum Granatense et Popayan [1638-1658]* / Johannes Janssonius. Johannes Janssonius (1588-1664), cartógrafo, editor y grabador holandés.

Para este mapa, Janssonius utilizó el plano publicado en 1625 por el cartógrafo de la Compañía Holandesa de Indias Orientales y de la Compañía Holandesa de Indias Occidentales Hessel Gerritz (1580-1632).

El mapa muestra el Nuevo Reino de Granada, los territorios de la Gobernación de Santa Marta, Veragua, Nueva Granada y Popayán; la Audiencia de Guatemala y Costa Rica. Se ilustran algunos lagos y permite la ubicación de las islas de: Aruba, Curacao, Coiba, la isla del Rey y las islas del Zebaco. Este plano evidencia el gran conocimiento que los holandeses tenían a principios del siglo XVII sobre el territorio español en América.

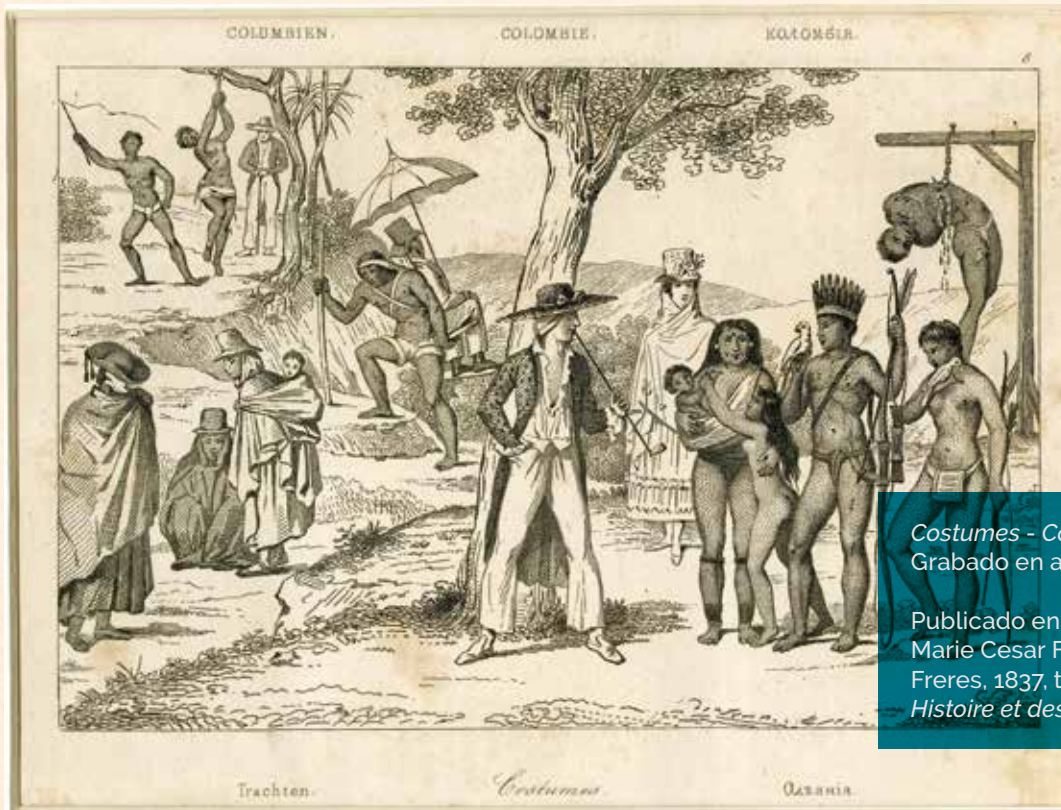




*Kartagena, een Stedeken in Zuidamerika, [1702] / Peter Schenk (1660-1718). Grabado en cobre y coloreado a mano.*

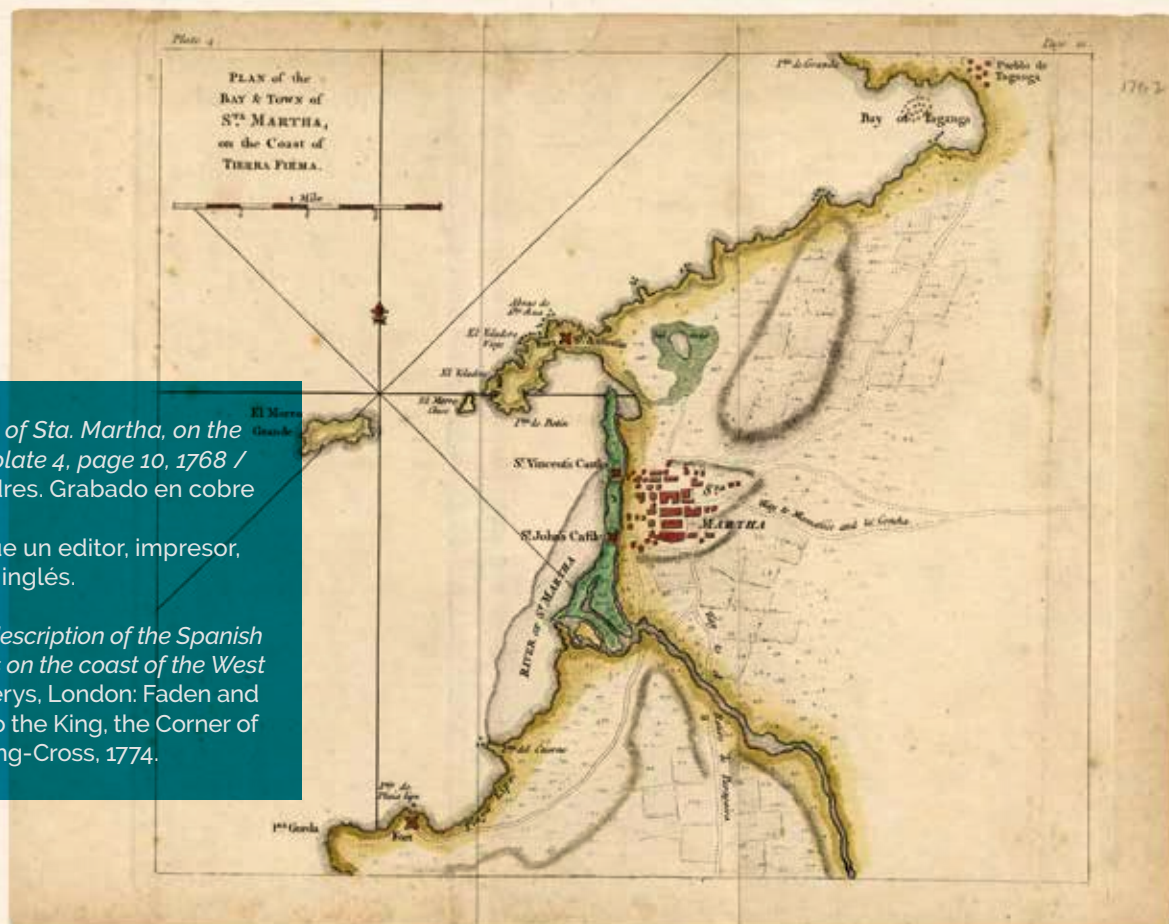
La vista apareció como plancha número 96 del libro *Hecatompolis, sive Totius orbis Terrarum Oppida Nobiliora Centum; exquisite collecta atque eleganter depicta* [...] publicado por Peter Schenk en Ámsterdam en 1702. Esta es una adaptación del grabado *Cartagena*, de Jacob van Meurs, originalmente publicado en Ámsterdam y en Londres en 1671.





Costumes - Colombie, 1837 / C. Famin, Paris. Grabado en acero.

Publicado en *Colombie et Guyanes*, de Stanislas Marie Cesar Famin (1799-1853), Paris: Firmin Didot Freres, 1837, texto que hace parte de *L'univers. Histoire et description de tous les peuples*.



Plan of the Bay & Town of Sta. Martha, on the Coast of Tierra Firma, plate 4, page 10, 1768 / Thomas Jefferys. Londres. Grabado en cobre y coloreado a mano. Jefferys (1719 - 1771) fue un editor, impresor, grabador y cartógrafo inglés.

Mapa publicado en *A description of the Spanish islands and settlements on the coast of the West Indies*, de Thomas Jefferys, London: Faden and Jefferys, Geographer to the King, the Corner of St. Martin's Lane, Charing-Cross, 1774.





*Perviae Avriferae Regionis Typus*, 1602 / Didaco Mendezio y grabado por Ortelius. Amberes, grabado en cobre y coloreado a mano.

Abraham Ortelius (1527-1598) fue un grabador y hombre de negocios holandés. Su obra más importante fue *Theatrum orbis terrarum*, publicada en Amberes en 1584, que tuvo cerca de 30 reimpressiones hasta 1612 y en diferentes idiomas, donde iban incorporando los últimos descubrimientos geográficos y científicos. Este mapa, publicado en el *Theatrum*, es considerado en la actualidad como el primer mapa impreso de los actuales territorios de Colombia, Ecuador, Panamá y Perú.





*Modo de viajar en las montañas de Quindío y Sonsón / Ramón Torres Méndez, 1851. De la serie Costumbre Neo-granadinas. Bogotá: Litografía de Martínez Hermanos, 1851. Coloreado a mano.*

Ramón Torres Méndez (1809-1885) fue uno de los más importantes pintores colombianos del siglo XIX. En 1849 publicó las primeras láminas de los Cuadros de Costumbres Granadinas en *El Museo*, periódico de Bogotá. En 1851 publicó mensualmente los dibujos sobre *Costumbres neogranadinas* en la Litografía de los hermanos Celestino y Jerónimo Martínez.



*Mandiocca, [1827-1835]* / Johan Moritz Rugendas.  
París: Litografía de Engelmann, y grabado de  
Alphonse Bichebois (1801-1851).

Publicada en *Malerische reise in Brasilien* por Moritz  
Rugendas. París: Herausgegeben von Engelmann &  
Cie, 1827-1835.

Johan Moritz Rugendas (1802-1858) fue un pintor y  
dibujante alemán, destacado por sus registros de  
paisajes y gentes de varios países latinoamericanos  
en la primera mitad del siglo XIX. Entre 1822 y 1845  
estuvo en Brasil, Haití, México, Chile y Perú.



MANDIOCA.

COLUMBIEN. COLOMBIE. KOLAOMIA.



Natürliche Brücken. — *Bras naturel.* Природные мосты —  
Icononzo. — *d'Icononzo.* Icononzo.

*Ponts naturels d'Icononzo* dessiné d'après une esquisse de  
Mr. de Humboldt, 1838 / Grabado en acero por Wilhelm  
Friedrich Gmelin.

Publicado por primera vez en *Vues des Cordillères et  
monumens des peuples indigènes de l'Amérique* por  
Alexander von Humboldt. París: Librairie Grecque Latine  
Allemande, 1816. París: De l'imprimerie de Langlois, 1816.  
Planche II, vol. 1, p. 62.

# CONTENIDO

## Secciones

Editorial

Patentes

Proyectos de investigación

Tema especial

Universidad de los Niños

Entrevistas

Perfiles

Egresados en la ciencia

Iniciativas emprendedoras

Semilleros

Universidad de tercera generación

Infraestructura

Publicaciones EAFIT

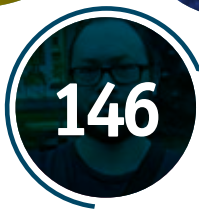
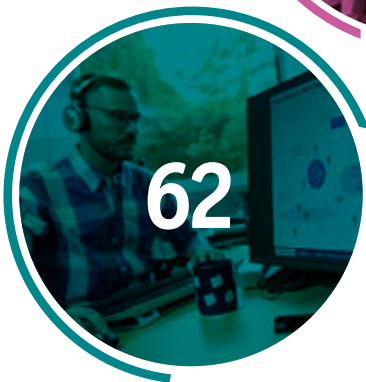
Grupos Colciencias

Premios y reconocimientos

## Artículos

- 16 EAFIT avanza en transferencia de conocimiento con patentes en Colombia, Japón, Estados Unidos y Europa
- 18 Patente estadounidense afianza a EAFIT en biotecnología
- 24 Solución milimétrica para salvar vidas
- 30 A recuperarse relajado, cómodo y seguro
- 34 Eafitenses inventan material para recubrir piezas industriales
- 38 Un invento local ayuda a restablecer la curvatura de la columna
- 42 Maui: iniciativa eafitense para mejorar la calidad del aire
- 48 *Cuando ellas deciden marcharse*
- 54 Presupuesto Participativo podría fortalecer la gobernanza en Medellín
- 58 Se busca nuevo antibiótico
- 62 La organización virtual cambia paradigmas en relacionamiento
- 68 Uno de los ecosistemas más amenazados del planeta
- 76 EAFIT innova en educación con la Fábrica de Aprendizaje
- 80 *Factoring*: una herramienta de liquidez para pymes
- 84 Hay una estampa eafitense en el abordaje de la moda
- 88 Reconocimiento normativo de las personas con discapacidad, un proceso lento
- 92 Con programación matemática puede proteger el medioambiente
- 96 El Estado interpretado desde el séptimo arte
- 100 Kratos: tres retos para aprender, investigar e innovar
- 106 Catorce grupos de investigación de EAFIT ascendieron en el escalafón de Colciencias
- 110 El videolarinoscopio, una creación de la alianza Simdesign
- 114 Una 'enamorada' de la física
- 118 EAFIT es pionera en biomonitorio magnético en Colombia
- 122 Un semillero desarrolla una planta que remueve el dióxido de carbono
- 126 Universidad de los Niños divulga inventario de mamíferos
- 130 Indagan para que el país aproveche mejor los acuerdos comerciales
- 134 Profesores universitarios pueden integrar nuevas estrategias pedagógicas
- 138 Un ejemplo del retorno de la inversión en investigación
- 143 Un reconocimiento a la labor educativa y de comunicación de la ciencia
- 146 Líder científico en Singapur
- 150 Publicaciones EAFIT





# EAFIT avanza en transferencia de conocimiento con patentes en Colombia, Japón, Estados Unidos y Europa

+

**Félix Londoño González**

Director de Investigación

El tema de las patentes ha sido recurrente en varias ediciones de esta publicación. De nuevo se retoma en este editorial, dado que 2017 fue un año particularmente fructífero en el número de registros obtenidos bajo esta forma de propiedad intelectual. Un total de 16 registros de patentes de invención, algo más del 45 por ciento del total de 35 patentes recibidas hasta 2017 desde que en 2005 la Universidad EAFIT obtuviera su primer registro.

De estas 16 patentes de invención, siete son resultado de investigaciones desarrolladas de manera conjunta con otras instituciones: Universidad de Antioquia, Metro de Medellín, Argos, Augura y Fundación Familia.

También se destaca que cuatro de las patentes corresponden a registros internacionales. De hecho, 2017 marca para la Institución el inicio de la obtención





+

de registros de patentes en otros países. En términos comparativos, EAFIT tiene la tasa nacional más alta al relacionar por institución el número de patentes (35) respecto al número de grupos de investigación (44).

Estos resultados evidencian que la Universidad ha logrado varios avances en este campo. Por ejemplo, en la capacidad de sus grupos de investigación para generar nuevo conocimiento mediante la modalidad de propiedad industrial, así como a través de las publicaciones; en la relación universidad-empresa-Estado con capacidad de generar propiedad intelectual en asocio con otras entidades, y en la capacidad administrativa y logística que se ha instalado en EAFIT para gestionar el conjunto de la propiedad intelectual que se deriva de sus investigaciones.

Así mismo, avances como la reglamentación establecida, actualizada en 2017, para asegurar los debidos procesos y trámites que lleven a feliz término la gestión de la misma. Reglamentación en la que, a tono con el interés de la Universidad por incrementar

su base de patentes, se deja clara la importancia de abstenerse de publicar los resultados de las investigaciones antes de asegurar la debida protección de la producción intelectual.

Una plétora de avances en la materia que permiten concluir, en términos coloquiales, que en EAFIT el andamiaje para producir resultados de propiedad industrial, como las patentes, ya está en funcionamiento.

El reto que sigue está en línea con el origen que tuvo esta modalidad de propiedad industrial cuando en el siglo XVII los británicos establecieron las *letras patentes*. Es decir, una vez formalizado el descubrimiento, con el debido registro de la patente, sigue el desafío de aprovechar los derechos que esta matrícula brinda durante un periodo limitado.

Dicho reto implica algún tipo de acuerdo universidad-empresa, por ejemplo, mediante las figuras de venta o de licencia con miras a comercializar ese nuevo conocimiento, resultado de una invención que también contribuye con el desarrollo económico y social del país.



Uno de los retos actuales es encontrar la manera de producir el bioinsumo en las cantidades requeridas por el sector bananero colombiano.

# Patente estadounidense afianza a EAFIT en biotecnología





Foto: Robinson Henao

Mónica María Vásquez Arroyave

Colaboradora

La Universidad EAFIT y la Asociación de Bananeros de Colombia (Augura) desarrollaron un proceso de producción de esporas de diferentes bacterias del género *Bacillus*. El uso de estas esporas está orientado a promover el crecimiento vegetal de cultivos de banano, maíz, tomate, entre otros.

Se trata del *Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género Bacillus - Bioestimulante*, que obtuvo patente de invención por parte de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos, notificada el pasado 22 de agosto. De 35 patentes con que cuenta la Universidad, esta es la cuarta patente obtenida en el exterior, en esta ocasión con Augura; la primera y la tercera, con Argos, y la segunda, con el Metro de Medellín. (Ver 'Primera patente europea para EAFIT').

Este método para aumentar la producción de biomasa y de esporas –estructuras bacterianas empleadas para desarrollar el bioestimulante– en cepas del género *Bacillus* tiene como finalidad producir estos microorganismos con un alto porcentaje de esporulación, es decir, el proceso desarrollado por EAFIT y Augura alcanza una alta densidad celular y un porcentaje de esporulación superior a 95 por ciento. El producto final se aplica a cultivos agrícolas para promover su desarrollo y crecimiento vegetal.

Este proyecto se gestó en 2007 como una iniciativa de la docente Valeska Villegas Escobar, quien en la actualidad hace parte del Departamento de Ciencias Biológicas de EAFIT –en ese entonces hacía parte del Departamento de Ingeniería de Procesos–, y del Centro de Investigaciones de Banano (Cenibano) de Augura.

En 2008, se sumaron las ingenieras de procesos de EAFIT Luisa Fernanda Posada Uribe y Sandra Mosquera López, quienes comenzaron a desarrollar el diseño del proceso productivo. Ese año también empezó una alianza con Augura para aislar microorganismos de la rizosfera –sección del suelo próxima a las raíces de las plantas– de plantas de banano y plátano. El propósito: crear un bioinsumo dirigido al sector bananero para fomentar la agricultura sostenible y brindar alternativas al uso de agroquímicos.

En 2009 se unió la bióloga María Ramírez, quien aisló los microorganismos potenciales, principio activo del producto; y en 2011 se sumó la bióloga Tatiana Cuéllar, quien evaluó su actividad en campo (Urabá y Santa Marta).

**La invención desarrollada por investigadores de la Universidad y Augura permite incrementar la producción de biomasa y de esporas de bacterias promotoras de crecimiento vegetal del género *Bacillus*, que son altamente potenciales como productos bioestimulantes en cultivos agrícolas.**

Esta iniciativa permitirá fortalecer el sector agroindustrial con miras a aumentar las capacidades económicas de áreas rurales del país en las que el desarrollo ha sido lento.

### Uso de esporas

Valeska Villegas Escobar, doctora en Biotecnología, explica que en años recientes ha surgido un creciente interés en el uso de microorganismos, a escala industrial, en diversas aplicaciones biotecnológicas. Las bacterias aeróbicas formadoras de endosporas –células especializadas no reproductivas–, por ejemplo algunas especies de *Bacillus* sp., han sido muy empleadas como probióticos, como vectores de vacunas vivas y como bioinsumos para la agricultura.

Específicamente, indica Valeska Villegas, la especie *B. subtilis* es considerada muy promisorio debido a su alta producción de metabolitos secundarios y la formación de esporas resistentes, entre otros aspectos. Estas esporas son empleadas como principio activo de la mayoría de los productos biotecnológicos, ya que posibilitan una larga vida de anaquel, es decir, en condiciones de almacenamiento sin deteriorarse para su comercialización.

Al respecto, Valeska Villegas, doctora en Biotecnología, destaca que esta investigación además ha permitido el desarrollo científico de las integrantes del equipo, no solo a nivel de maestría sino también de doctorado, ya que sus proyectos de grado estuvieron encaminados en esta temática.

Desde 2008 comenzó la alianza con Augura para aislar microorganismos nativos de bananos y desarrollar un bioinsumo: Luisa Fernanda Posada.

### El desarrollo

Este proyecto se basó en microorganismos del género *Bacillus* aislados de la rizosfera de plátano y banano. Los 827 microorganismos aislados obtenidos fueron evaluados respecto a su actividad de promoción de crecimiento vegetal en maíz (como planta modelo). Esto permitió encontrar 22 cepas potenciales o, como se les conoce técnicamente, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR).

Posteriormente, se inició el diseño del proceso productivo, la evaluación bioquímica de las cepas potenciales, la identificación taxonómica, el desarrollo de un medio de cultivo que lograra alta cantidad de biomasa y esporas, la optimización de los parámetros



de producción en biorreactor de 14 litros y posterior escalado a 80 litros.

Paralelo a esos procesos formularon el producto y lo evaluaron en diferentes especies vegetales, por ejemplo, banano, maíz, pimentón, tomate, crisantemo, entre otras.

Así es como las investigadoras obtuvieron un medio de cultivo denominado Sporulation *Bacillus* Medium (SBM), en el que se alcanza una alta producción de biomasa y esporas del microorganismo en corto tiempo, un proceso optimizado para producir el microorganismo en un biorreactor.

Todos estos procesos le permitieron al equipo de investigación obtener el producto bioestimulante que, con base en el *Bacillus subtilis* EA-CB0575, ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas de banano –al optimizar el desarrollo de sus raíces– y reduce el tiempo del ciclo productivo, explica Luisa Fernanda Posada, doctora en Biotecnología.

Posteriormente, hicieron ensayos en invernadero y en campo, con buenos resultados: en invernadero, encontraron que las esporas aumentan el peso y la altura de las plantas de banano y, en campo, estas reducen el tiempo de la cosecha e incrementan la altura de la planta.

La obtención de esta patente demuestra que la investigación realizada es novedosa y pionera: Danilo Sánchez.

El producto desarrollado tiene “como principio activo las esporas de *Bacillus*, que les brinda ventajas en resistencia a condiciones adversas y se convierte también en una ventaja desde el punto de vista logístico. El producto se aplica a las plantas o en semillas después de diluirse en agua. Cuando el microorganismo entra en contacto con las raíces de las plantas y encuentra las condiciones aptas se da su germinación desde esporas hasta células vegetativas. Estas últimas son las que actúan en la planta para promover su crecimiento y desarrollo”, asegura Luisa Fernanda Posada. (Ver '*Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género Bacillus - Bioestimulante*').

## Investigación pionera

Esta sumatoria de esfuerzos entre Augura y EAFIT, en la que jugaron un papel fundamental las capacidades de investigación y formación de la Universidad y el conocimiento y experiencia en el cultivo de Augura y su centro de investigaciones, permite usar hoy estos avances como potenciales promotores de crecimiento

## Primera patente europea para EAFIT

Con el *Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género Bacillus - Bioestimulante*, la Universidad EAFIT ajusta cuatro patentes de invención obtenidas en el exterior, de las 35 con que cuenta hasta la fecha.

La primera patente obtenida en el exterior, *Método y dispositivo para medir los cambios volumétricos en una sustancia*, la concedió la Oficina Japonesa de Patentes a EAFIT y a Cementos Argos, el 3 de febrero de 2017. Se usa en el sector constructor para medir la retracción de los fluidos de los materiales en los primeros minutos después de empezar la mezcla de cemento.

Además, el 30 de agosto de 2017 la Oficina Europea de Patentes también concedió patente a dicho invento, hecho que se convierte para la Institución en la primera patente que obtiene en el Viejo Continente y en la tercera en el exterior. Esta invención se destacó en la edición 170 de la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT - PERIODISMO CIENTÍFICO, con el título: *Japón otorga la primera patente internacional a Argos y EAFIT*.

La segunda patente en el exterior, *Sistema para detectar defectos en la redondez de las ruedas de un vehículo ferroviario*, la otorgó la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos a EAFIT y al Metro de Medellín, el 19 de mayo de 2017. Este desarrollo, que aporta a la seguridad de los usuarios del sistema metro, ya había recibido patente de invención el 29 de febrero de 2016 por parte de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. Una alianza fructífera entre el Metro y EAFIT que cuenta con cuatro patentes de invención en Colombia y una en los Estados Unidos.

to de plantas y agentes de control de enfermedades, como la Sigatoka negra del banano.

“La obtención de esta patente demuestra que la investigación realizada es novedosa y pionera. Pero, más allá de la patente, lo importante es la pertinencia de este tipo de estudios, pues la tendencia mundial es a disminuir el uso de agroquímicos en control de plagas y en fertilizantes en los sistemas productivos”, manifiesta Danilo Sánchez Torres, director de Cenibanano.

De otro lado, muchos de los proyectos asociados a esta iniciativa, cuenta la docente Valeska Villegas, fueron financiados por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), y contaron con los aportes científicos de Luz Edith Argel Roldán y John Jairo Mira Castillo, de Augura.

El resultado de este desarrollo tecnológico busca ser licenciado por un tercero que tenga la capacidad de elaborar y comercializar el producto en el

Musa AAA var. Valery



*Bacillus subtilis*  
EA-CB0575  
(Ramírez Correa, 2012)



## Proceso para incrementar la producción de biomasa y esporas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del género *Bacillus* - Bioestimulante

1. Aislamiento de rizobacterias del género *Bacillus* de la rizosfera de banano y plátano en fincas productoras en el Urabá antioqueño.
2. Cepas del género *Bacillus* aisladas, se conservan y almacenan en el cepario de EAFIT-Augura.
3. Se realizan pruebas bioquímicas –de antagonismo de fitopatógenos y en planta– a los microorganismos aislados (827 cepas).
4. Se seleccionan cepas con potencial promotor de crecimiento vegetal (PGPR) y se comienza el diseño del medio de cultivo para su producción en biorreactor. Este proceso incluye

la evaluación de alta cantidad de biomasa y de esporas del microorganismo.

5. Se escala el proceso de producción de matraz (instrumento de laboratorio) a biorreactor de 14 L (litros).
6. Se optimizan las condiciones de producción en este nivel de producción.
7. Se escala el proceso de producción desde 14 L hasta 80 L.
8. Se produce el bioinoculante (fertilizante biológico) con base en el microorganismo previamente cultivado.

**Nota:** además de *B. subtilis* EA-CB0575, la patente incluye otras cepas.

sector agrícola. Para lograrlo, en la actualidad Innovación EAFIT ha establecido contactos con empresas internacionales, que evalúan el producto y la tecnología en diferentes sistemas agrícolas.

De esta manera, en caso de resultados promisorios y una negociación exitosa con el licenciario, se podrían obtener regalías de las ventas, puntualiza Valeska Villegas, integrante del Grupo de investigación





## Investigadores

### Valeska Villegas Escobar

Ingeniera química, Universidad Pontificia Bolivariana; magíster en Biotecnología Vegetal, Imperial College London (Reino Unido), y doctora en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia. Es docente del Departamento de Ciencias Biológicas e integrante del Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) de la Universidad EAFIT.

### Luisa Fernanda Posada Uribe

Ingeniera de procesos de EAFIT; docente del Departamento de Ingeniería de Procesos, magíster en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia, y doctora en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Su tesis doctoral fue la Evaluación de la promoción de crecimiento y colonización rizosférica del *Bacillus subtilis* EA-CB0575 en *Musa* AAA. Es integrante del Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) de la Universidad EAFIT.

### Sandra Mosquera López

Ingeniera de procesos de EAFIT. Magíster en Biotecnología, Universidad Nacional (sede Medellín). Es candidata a PhD en Plant Pathology, en UC Davis (California, Estados Unidos), donde estudia gracias a una beca Fulbright. Área de interés: control biológico de enfermedades en plantas. Es integrante del Grupo de investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) de la Universidad EAFIT.

### Jaiver Danilo Sánchez Torres

Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en fisiología de cultivos, Universidad Nacional de Colombia. Es el director del Centro de Investigaciones del Banano (Cenibanano), de la Asociación de Bananeros de Colombia (Augura).

Foto: Robinson Henao

en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

El paso siguiente, afirma el inventor John Jairo Mira, sería encontrar la manera de producir el bioinsumo en el país, por ejemplo, a través de un tercero mediante licenciamiento de la tecnología.

Esta iniciativa, en asocio con Augura, fortalece el concepto de la relación entre universidad, empresa y Estado: Félix Londoño.

## Potencial comercial

Para EAFIT esta invención es importante porque, primero, en el ámbito internacional incursionar en una plaza de tradición tecnológica como los Estados Unidos es acceder a grandes mercados para mover este tipo de productos, señala Félix Humberto Londoño González, director de Investigación de la Universidad.

Segundo, "es una iniciativa en asocio con Augura, lo que fortalece el concepto de la relación entre

universidad, empresa y Estado. Algunas de estas investigaciones tuvieron financiación a través de Colciencias y, en la medida en que se obtienen estas patentes con empresas privadas, hay un potencial mucho mayor de lograr un aprovechamiento comercial de las mismas", indica el directivo.

Este logro materializa el ingreso de EAFIT en el campo biotecnológico, debido a que hasta ahora gran parte de las patentes obtenidas por la Institución han estado relacionadas con las ingenierías, acota Félix Londoño, para quien la agroindustria en Colombia debe alinearse con las tendencias internacionales y, además, desarrollar su potencial en las regiones más necesitadas de impulso económico para permitir el avance del posacuerdo.

Por último, el uso de este tipo de productos mantiene abiertas las puertas de los mercados europeo y estadounidense al sector bananero colombiano, debido a que iniciativas del mercado de la fruta como las certificaciones Rainforest y Global GAP buscan que el sector emplee alternativas que reduzcan el impacto de agroquímicos.

# Solución milimétrica para salvar vidas



El dispositivo patentado cuenta con un método para poner el *stent* o malla en forma cilíndrica en una posición determinada que favorezca el tratamiento de los aneurismas de manera personalizada. Se busca ocluir solamente el segmento del vaso sanguíneo que contiene la salida del aneurisma.



## Un dispositivo personalizado que reduciría los riesgos y tiempos quirúrgicos de los aneurismas cerebrales fue patentado por las universidades de Antioquia y EAFIT.

Foto: Robinson Henao

Beatriz Elena García Nova

Colaboradora

Se calcula que uno de cada 20 adultos en el mundo tiene un aneurisma cerebral, es decir, una dilatación de un vaso sanguíneo del cerebro. Cuando esa dilatación debilita la pared del vaso este podría crecer hasta reventarse, lo que causaría una hemorragia cerebral y, en el peor de los casos, la muerte.

En Medellín, 40.000 personas tendrían esta enfermedad y cada año se detectan máximo 1.000 casos. Esto significa que 39.000 personas no son diagnosticadas (ver 'Una patología que pasa desapercibida') y, para que lo fueran, se requeriría hacer resonancias magnéticas a toda la población, explica Carlos Mario Jiménez Yepes, neurocirujano endovascular y profesor de la Universidad de Antioquia, quien lleva 20 años dedicado a estudiar los aneurismas.

Se calcula que uno de cada 20 adultos en el mundo tiene un aneurisma cerebral.

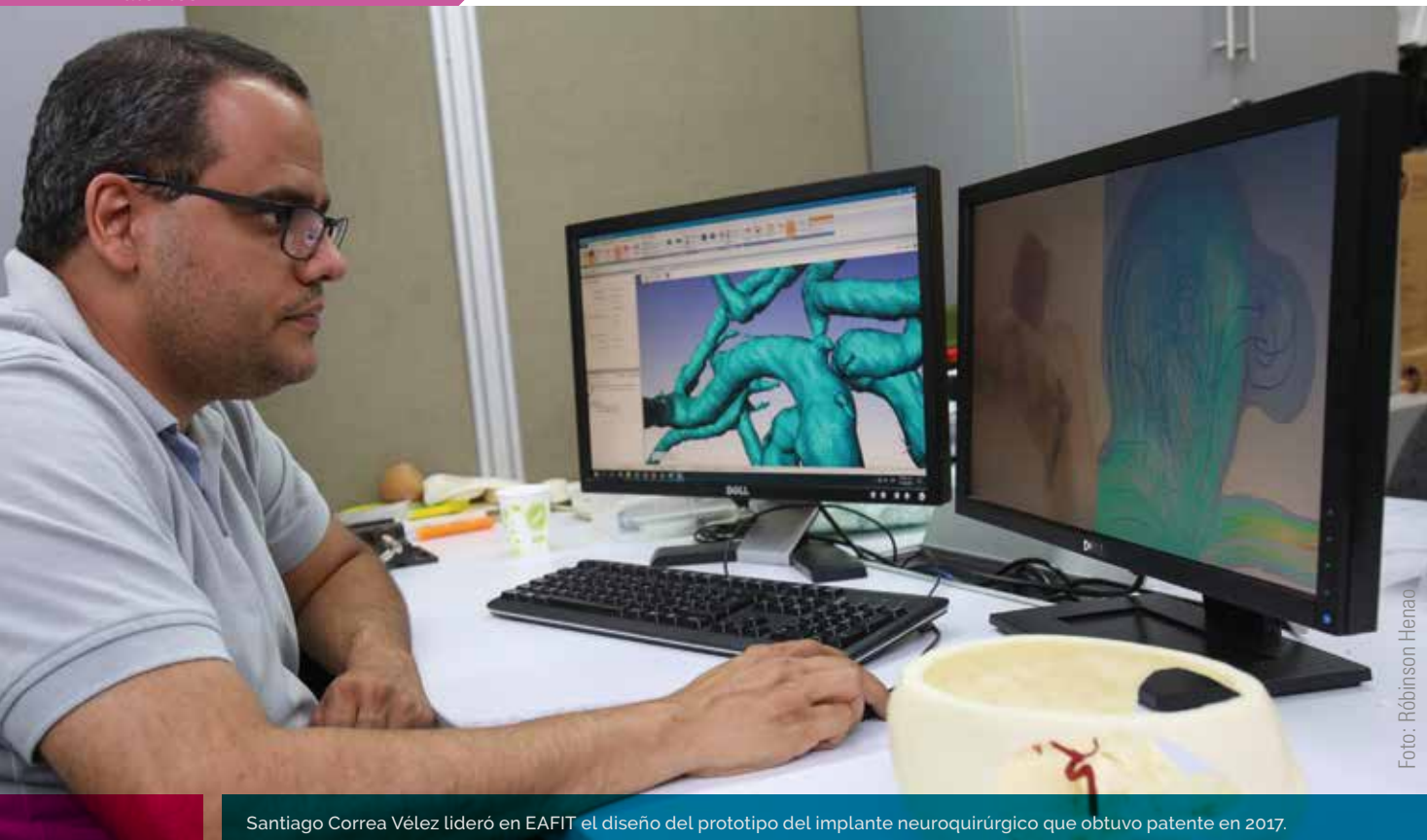
Para asistir la población que podría requerir tratamiento, en 2012 el Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) de las universidades EAFIT y CES, dirigido por Santiago Correa Vélez, junto con Carlos Mario Jiménez y otros investigadores de la Universidad de Antioquia decidieron articular esfuerzos para resolver este problema que implica conocimientos biológicos, clínicos y de mecánica de fluidos.

Como ningún paciente tiene un aneurisma igual al de otro, para ocluir el flujo de entrada de sangre a este los investigadores se propusieron diseñar un dispositivo personalizado en función de las características de cada individuo.

Tras cuatro años de investigación interinstitucional e interdisciplinaria, la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia le concedió el 8 de mayo de 2017 patente de invención al *Dispositivo restrictor de flujo en aneurismas cerebrales y conjunto posicionador-liberador del dispositivo*.

### Patentar para mejorar

Para Carlos Mario Jiménez el primer reto fue encontrar quién creyera en la posibilidad de desarrollar este



Santiago Correa Vélez lideró en EAFIT el diseño del prototipo del implante neuroquirúrgico que obtuvo patente en 2017.

Foto: Robinson Henao

avance en Colombia. Mientras hubo universidades que no consideraron viable el proyecto por su complejidad, en 2012 el GIB de EAFIT-CES sí lo creyó posible y decidió asociarse con la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.

**“Con el desarrollo de la neurología y las técnicas de imagen, cada vez los aneurismas se diagnostican más en la etapa previa a la ruptura”:**  
Carlos Mario Jiménez.

Por su parte, para Santiago Correa, quien además es profesor del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de EAFIT, el primer reto que tuvieron para diseñar el dispositivo fue entender cómo circula la sangre dentro de un aneurisma cerebral y qué tipos de barreras se pueden poner para impedir que el flujo siga afectando negativamente el vaso sanguíneo.

Gracias al trabajo interdisciplinario entendieron que cuando un aneurisma se rompe es necesario intervenir de inmediato con una craneotomía abierta o mediante el tratamiento más común desde hace un par de décadas: la reparación endovascular, en la que el médico puede practicar la cirugía desde el interior de un vaso sanguíneo, sin necesidad de abrir el cráneo.

Sin embargo, cuando el hallazgo es incidental, Carlos Mario Jiménez propone a sus pacientes tra-

bajar “sin pausa, pero sin prisa”, dado que son necesarios numerosos estudios para decidir si se debe intervenir o no, dependiendo de características como el tamaño del aneurisma. Estos normalmente miden de 5 a 10 milímetros, pero el riesgo aumenta con el tamaño.

Las características hemodinámicas o de la sangre de la persona también dan idea del riesgo, así como los antecedentes genéticos, por ejemplo, tiene más riesgo de reventarse un aneurisma de un fumador o de un hipertenso que no se cuida.

La recomendación del médico de la Universidad de Antioquia es “no quedarse con el primer concepto, ni con lo que se encuentra en Google. La mayoría de aneurismas nunca se rompen, es necesario tranquilizarse y ponerse en las manos de un neurocirujano experto”.

No obstante, hay muchas ocasiones en las que definitivamente se requiere intervenir y es entonces cuando comienzan a verse obstáculos como los altos costos de los dispositivos disponibles –manifiesta Carlos Mario Jiménez–, ya que los materiales no cuestan más de 50 o 100 dólares, pero el precio de los dispositivos en Colombia puede ser 30 veces más debido a la inversión en talento humano extranjero.

Para complementar, el galeno expone que “el sistema de salud no aguanta estos costos, las necesidades son infinitas y los recursos limitados. La cadena





Carlos Mario Jiménez Yepes lideró el aporte médico para obtener la patente *Dispositivo restrictor de flujo en aneurismas cerebrales y conjunto posicionador-liberador del dispositivo*.

de intermediación para comercializar en América Latina eleva los precios y el valor del conocimiento que ha sido invertido".

De ahí la importancia de desarrollar conocimiento propio, a lo que decidieron apostarle las universidades de Antioquia y EAFIT para lograr bajar costos, entre otras ventajas.

## A la medida

A diferencia de los dispositivos que ya existen para tratar pacientes con aneurismas, que son estandarizados, el que diseñaron las tres universidades es altamente personalizado para hacer el menor daño posible a la circulación de cada paciente.

Por ahora, lograr industrializar un proceso tan específico, aduce Santiago Correa, es un reto para poder comercializar el dispositivo en grandes volúmenes sin que se incrementen sus costos.

Para superar ese reto una de las ventajas del dispositivo es que no requiere utilizar el material metálico que se usa en la actualidad para ocluir el aneurisma, lo que reduce los tiempos quirúrgicos, la agresividad y los riesgos de ruptura del aneurisma durante el procedimiento, sintetiza Santiago Correa, doctor en Ingeniería Mecánica.

## Una patología que pasa desapercibida

Antes se creía que los aneurismas eran menos frecuentes, afirma el neurocirujano Carlos Mario Jiménez, pero con el tiempo se ha vuelto evidente que son lesiones prevalentes, más frecuentes de lo que se creía. No obstante, en gran parte de los casos esta patología pasa desapercibida, dado que no produce síntomas, a menos de que ocurra una ruptura del vaso sanguíneo.

Así como un cáncer comienza por lo menos 10 años antes de ser descubierto, explica el médico, de manera semejante un aneurisma se detecta cuando ocurre algún evento particular: como mareos o un golpe que deje doliendo la cabeza. Cuando el paciente consulta, el médico le ordena una tomografía o resonancia y así, por casualidad, al encontrar una dilatación en una arteria del cerebro se detecta el aneurisma.

"Con el desarrollo de la neurología y las técnicas de imagen, cada vez los aneurismas se diagnostican más en la etapa previa a la ruptura", pero fácilmente una persona puede pasar su vida sin darse cuenta de que tenía uno y morir por alguna otra causa, asegura Carlos Mario Jiménez.

## La patente en el tiempo

El Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) de las universidades EAFIT y CES hace equipo con la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia para realizar estudios científicos de flujo sanguíneo y comienzan a diseñar el prototipo del dispositivo.

Viaje del doctor Carlos Mario Jiménez, durante cinco meses, a la Universidad de Búfalo (Estados Unidos), centro de investigación pionero en el desarrollo de dispositivos para aneurismas.

2010

El neurocirujano Carlos Mario Jiménez, de la Universidad de Antioquia, vio la necesidad de un sistema para tratar aneurismas cerebrales, menos invasivo y más efectivo que los existentes.

2012

Fase de perfeccionamiento del diseño, creación de un prototipo y desarrollo de una prueba de concepto para el dispositivo. En el desarrollo intervinieron dos ingenieros de EAFIT, un ingeniero y un médico neurocirujano de la Universidad de Antioquia.

2013

2014

## Interdisciplinariedad e interinstitucionalidad

El apoyo de decanaturas, vicerrectorías, escuelas, facultades, estudiantes de posgrado y profesores de las universidades de Antioquia y EAFIT ha sido clave para el desarrollo de la innovación.

Los investigadores también acudieron a universidades estadounidenses como la de Búfalo y la George Mason en Washington para entender la importancia del análisis hemodinámico de paciente a paciente, las diferencias de cada lesión y así poder diseñar un dispositivo a la medida.

Como implementar un prototipo en el área biomédica es difícil y costoso, algo claro para los inventores es que la patente es un punto de partida que protege la propiedad intelectual para avanzar con mayor tranquilidad, pero el proceso sigue y es complejo.

De hecho, el proyecto tiene tres componentes: uno inerte, en el laboratorio de bioingeniería; una segunda etapa llamada preclínica, en la que trabajan en la actualidad para evaluar el funcionamiento del dispositivo en animales, con el debido rigor ético con el acompañamiento de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia.

Si funciona, iniciaría el tercer componente: un ensayo clínico para hacer la implantación en personas. Esto podría darse dentro de cuatro o cinco años, tiempo que comúnmente hay entre obtener una patente de un dispositivo biomédico y poder realizar su implantación.

El subdesarrollo es un estado mental, la ciencia no es del primer mundo, nos compete a todos: Carlos Mario Jiménez.

Con esto el neurocirujano Carlos Mario Jiménez no considera estar cambiando la historia de la ciencia y la neurocirugía, pero sí valora poder sentar un precedente de desarrollo de conocimiento en el país sin importar que sea de alta complejidad. Por eso afirma: "el subdesarrollo es un estado mental, la ciencia no es del primer mundo, nos compete a todos".

Santiago Correa, a partir de su experiencia como director del GIB, grupo con siete patentes hasta el momento, puntualiza que, además de la producción académica, harán un proceso de transferencia: vender o licenciar la patente a una compañía que pueda comercializarla. Eso significaría ingresos económicos que les permitirían seguir haciendo ciencia.



Inició el trámite para patentar el avance médico con el que buscan mejorar la calidad de vida de las personas con aneurisma cerebral.

2015

La Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia concede la patente *Dispositivo restrictor de flujo en aneurismas cerebrales y conjunto posicionador-liberador del dispositivo* a las universidades de Antioquia y EAFIT-CES.

Foto: Róbinson Henao

2016

Gestión de apoyo del Comité para el Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Antioquia (Codi) y del programa Patentes N de Ruta N.

2017

2018  
en adelante

Etapa preclínica. Si funciona establecerían alianzas con universidades y empresas biotecnológicas internacionales para realizar ensayos clínicos que impliquen el uso del dispositivo en pacientes.

## Investigadores

### Santiago Correa Vélez

Ingeniero mecánico, Universidad EAFIT; y PhD en Ingeniería Industrial Universidad Politécnica de Madrid. Es docente del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT, donde dirige el Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

### Carlos Mario Jiménez Yepes

Médico, especialista en Neurocirugía y magíster en Epidemiología, Universidad de Antioquia. Es profesor de la Universidad de Antioquia e integrante del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.



# A recuperarse relajado, cómodo y seguro

Investigadores de EAFIT desarrollaron una solución integral que hace evolucionar la tradicional cama hospitalaria. La invención es la patente 29 de 35 que hasta 2017 completó la Universidad.



Ángela Milena Amaya Moreno

Colaboradora

La palabra hospitalario proviene del latín *hospitālis*, relativo al hospital para enfermos y al cuidado del otro en momentos difíciles como enfermedades, convalecencias y recuperaciones clínicas, puesto que la comodidad, la armonía y la tranquilidad en un ambiente acogedor inciden favorablemente en la salud del ser humano.

Precisamente, transformar el lecho en el que los pacientes pasan la mayor parte del tiempo durante su hospitalización fue el objetivo del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid) de la Universidad EAFIT con el desarrollo de la *Cama adaptable para obtención de distintas posiciones*.

Esta invención es la patente número 29, de 35 con que cuenta EAFIT hasta el momento, otorgada





Foto: Robinson Henao

El 5 de julio de 2017, a través de la Resolución 39630, la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (SIC) le otorgó a EAFIT la patente número 29, de 35 con que cuenta la Institución hasta la fecha.

por la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia (SIC) a través de la Resolución 39630, del 5 de julio de 2017. Un reconocimiento que está vigente hasta agosto de 2034.

Esta invención puede interesar a hospitales, hogares geriátricos y a empresas del mercado local e internacional del sector metalmecánico.

Esta cama hospitalaria, a diferencia de las tradicionales, "cuenta con una base semiesférica tipo rótula que le permite girar en diferentes direcciones para garantizar las posiciones que el paciente necesita", explica Mauricio Aramburo Londoño, docente del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto.

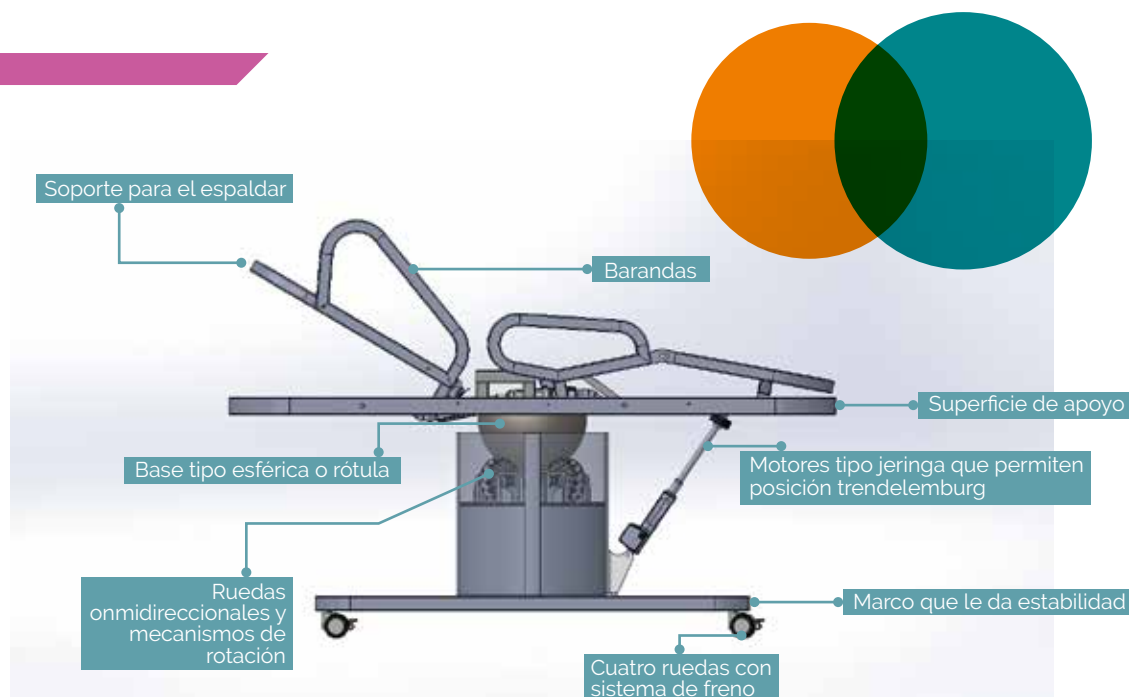
Esta innovación beneficia a los pacientes al permitirles varias posiciones de manera automática y cíclica. De esta manera, se contribuye a prever los

problemas asociados a la piel –como escaras o llagas–, ocasionados por permanecer largos periodos de tiempo en una misma posición, comenta el profesor Aramburo Londoño.

## ¿Cómo funciona la invención?

En 2013, en un balcón de la Universidad surgió la idea tras una sesión de dispersión entre los integrantes del Grid en el que se encuentran ingenieros de diseño, mecatrónicos y biomédicos.

"Teníamos una cama de la fase I del proyecto, pero decidimos darle continuidad y mejorarla e hicimos un proceso metódico de diseño: iterar, mirar en qué se falló y cómo lo podíamos mejorar. Al final se replanteó el diseño y para este evaluamos los costos de manu-



La Cama adaptable para obtención de distintas posiciones tiene un centro de monitoreo exclusivo que le permite al personal del área médica configurar diferentes perfiles según la patología de cada paciente.

factura, ensamble, desensamble, peso, complejidad, seguridad, estabilidad y mantenimiento”, manifiesta Alejandro Velásquez López, profesor del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de EAFIT.

Para desarrollar esta tecnología los integrantes del equipo se preguntaron cómo mejorar la cotidianidad del personal médico y establecer protocolos que les evitara lesiones y facilitara los movimientos a los pacientes. “Pensamos que lo más apropiado era la automatización regulada, lenta y segura de los pacientes”, recuerda Lisa María Jaramillo Estrada, integrante del Grid.

Esta tecnología innovadora puede usarse con cualquier colchón hospitalario e integra movimientos y posiciones automatizadas ya existentes en el sector. Funcionan por el principio de la base esférica –análogo al *roll-on* de un desodorante– y por unos motores o brazos que le dan estabilidad y garantizan la seguridad del soporte de la cama al moverse.

“La aplicación que monitorea la cama es escalable y actualizable”: David Velásquez.

Lo anterior posibilita ajustar la altura mínima y máxima de la cama, por ejemplo, para adoptar la posición del espaldar llamada *flower*, si la espalda está a 45 grados, usada en terapias respiratorias; *semiflower*, si está a 30 grados; *trendelemburg*, posición en donde las piernas quedan arriba y la cabeza abajo o viceversa, lo que mejora la circulación sanguínea.

Otro movimiento que tiene la solución es el de transferencia, el mismo que realiza una cuna al moverse, que facilita el desplazamiento del paciente

desde la cama a una camilla sin que el personal médico se esfuerce demasiado ni el paciente sufra. “Esta posición ayuda al personal médico a no tener accidentes con la transferencia del paciente”, comenta Luz Gladis Martínez Galeano, enfermera con más de 30 años de experiencia en el sector salud.

Este desarrollo no cuenta con el típico botón que opera la cama clínica tradicional para cambiarla de posición, por el contrario, puede ser manipulada por el paciente por medio de una aplicación amigable o página web desde cualquier dispositivo móvil.

También cuenta con un centro de monitoreo exclusivo que le permite al personal del área médica configurar diferentes perfiles según la patología del paciente y, en este sentido, limitar las funciones de movimiento de la cama para evitar riesgos y posibles lesiones.

De esta manera, esta innovación aplica la tendencia tecnológica de internet de las cosas para facilitar la interacción del paciente con la cama, asegura David Velásquez Rendón, integrante del Grid y docente del Departamento de Ingeniería de Sistemas.

## ¿Qué tuvo en cuenta el diseño?

Desde la ingeniería biomédica, disciplina encargada de velar y garantizar los estándares y exigencias protocolarias a los centros hospitalarios, se estudió la biomecánica del dispositivo médico.





Mauricio Aramburo Londoño, Alejandro Velásquez López y David Velásquez Rendón.

En este sentido, el diseño de la cama consideró cuál posición biológica es la adecuada para que el cuerpo humano descanse o se recupere, aduce Ana María Almonacid Suárez, ingeniera biomédica e integrante del equipo de investigación.

La cama está fabricada con metal –material convencional en el sector hospitalario–, tiene recubrimientos en madera para las barandas y polímeros para disminuir su peso. Materiales que permiten de manera periódica hacerle mantenimiento y limpieza, según los parámetros de asepsia exigidos en los ambientes hospitalarios.

**Este proyecto fue cofinanciado durante 18 meses por el programa InLab2Market de Ruta N.**

Además, en su diseño se tuvo en cuenta las normas de NTC-IEC 60601-1 de Icontec, sobre requisitos particulares de seguridad para las camas electromecánicas y ayudas técnicas para personas con discapacidad.

Por último, el prototipo listo se validó con 25 voluntarios, 9 mujeres y 15 hombres entre 19 y 30 años, proceso en el que personal del área de la salud evaluó aspectos como: la percepción de seguridad del paciente, los beneficios de usar la cama, la estética, la facilidad de controlarla mediante la interfaz y la facilidad en el traslado del paciente. Al final los voluntarios evaluaron con un buen promedio el producto desde su utilidad, estética, polifuncionalidad, facilidad de uso, dimensiones, comodidad, seguridad, entre otros.

Por su funcionalidad, esta innovación al modernizar el lecho hospitalario va en coherencia con la Misión de la Universidad EAFIT, que conversa con el progreso y bienestar social al brindar en esta oportunidad una solución a los hospitales al mejorar el confort y las condiciones de su mobiliario clínico.

## Investigadores

### Alejandro Velásquez López

Ingeniero mecánico, Universidad EAFIT; magíster en Mecatrónica, University of Applied Sciences Ravensburg-Weingarten (Alemania). Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT, donde coordina la especialización en Diseño Integrado de Sistemas Técnicos.

### Mauricio Aramburo Londoño

Ingeniero de Diseño de Producto y estudiante de la maestría en Ingeniería, Universidad EAFIT. Cofundador y jefe de producción de la *spin off* Inmotion Group. Docente de cátedra del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto e integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid).

### Ana María Almonacid Suárez

Ingeniera biomédica, Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA) – Universidad CES. Integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid).

### Lisa María Jaramillo Estrada

Ingeniera biomédica, Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA) – Universidad CES. Integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid).

### David Velásquez Rendón

Ingeniero mecatrónico, Universidad de Antioquia, y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Docente de cátedra del Departamento de Ingeniería de Sistemas e integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño (Grid).

Con titanio, níquel y nitrógeno

# Eafitenses inventan material para recubrir piezas industriales



Los experimentalistas Claudia Constanza Palacio Espinosa y Mauricio Arroyave Franco en el Laboratorio de Física Aplicada, donde se crea el nuevo material.



---

## Un equipo interdisciplinario de la Universidad desarrolló un material en forma de recubrimiento, con alta dureza, que lo hace resistente al desgaste. Por este invento, mediante Resolución 37510 de 2017, la Superintendencia de Industria y Comercio le otorgó a EAFIT la patente 26, de 35 con que contaba hasta finales de 2017.

Ana María Jaramillo Villegas

Colaboradora

Plásticos biodegradables, pinturas que descontaminan el aire, espumas metálicas e hilos resistentes como seda de araña son algunos de los nuevos materiales que trae el futuro cercano.

Estas innovaciones ya no se buscan al combinar elementos del mundo macroscópico (que se ven a simple vista), sino a través de la comprensión y la intervención de materiales en el nivel atómico y molecular. Esta ciencia, que implica conocimientos de ingeniería, química, física aplicada, cuántica y modelación matemática, está en todo su furor.

Y la Universidad EAFIT está a la vanguardia. En agosto de 2017 cuatro investigadores del Grupo de Investigación en Electromagnetismo Aplicado (Gema) del Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad EAFIT, que también hacen parte de la *spin off* intrauniversitaria Tecnoplasma, mediante Resolución 37510 de la Superintendencia de Industria y Comercio, obtuvieron una patente de invención para el nuevo *Material ternario de titanio, níquel y nitrógeno*, que se aplica como recubrimiento.

"Nos propusimos desarrollar materiales que no existieran y que permitieran a las piezas, por ejemplo, a las del sector metalmeccánico, comportarse mejor frente al desgaste", explica Mauricio Arroyave Franco, jefe del Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad y uno de los experimentalistas del equipo.

Los investigadores sabían que la línea en nuevos materiales para el recubrimiento era prometedor. Por ejemplo, todos los dispositivos electrónicos del sector telecomunicaciones presentes en la vida

cotidiana ya tienen incorporados películas para potenciar sus propiedades.

También en la industria aeroespacial, la metalmeccánica y la biomédica demandan nuevos compuestos. El Gema, por ejemplo, trabaja en el desarrollo de materiales biocompatibles para recubrir implantes craneales, de manera que facilite la asimilación por parte del cuerpo.

---

### Probar en el laboratorio

---

En el caso de esta patente –la 26 de 35 con que hasta la fecha cuenta la Institución– se buscaba que el desarrollo aportara dureza para extender la durabilidad de las piezas donde se aplicara. Una opción era apropiar algunos materiales ya existentes y darles este nuevo uso, pero el grupo se propuso elaborar algo que aún no existiera.

La tecnología de los recubrimientos por plasma está poco establecida en Colombia. El reto es que esta industria comience a desarrollarse.

El método tradicional para encontrar compuestos novedosos era el ensayo y error. Comprar insumos, ir al laboratorio, revolver, ensayar y descartar. Una y otra vez: echarle una gotica o dos y mirar cómo cambia el color y si hay nuevas propiedades. Hoy en día se hace diferente. Al laboratorio se llega a probar, no a buscar.

Jorge León David Caro, doctor en Físicoquímica Molecular y uno de los investigadores teóricos del



Foto: Robinson Henao

Molécula de nitruro de titanio-niquel, nuevo material patentado por EAFIT.

equipo, recuerda que un día de café Mauricio Arroyave le sugirió mirar con un software la combinación de tres elementos químicos para saber en teoría qué se podía obtener. Esto les abrió a los docentes la puerta hacia nuevas metodologías: hacer una búsqueda teórica previa, a través de la modelación, antes de realizar cualquier experimento.

El estudio a escala atómica y molecular permite predecir un rango de composiciones químicas en el que los materiales pueden exhibir determinadas propiedades.

## Diseño computacional

El clúster computacional con el que cuenta la Universidad EAFIT (Apolo) –explica Claudia Constanza Palacio Espinosa, la otra experimentalista del equipo y doctora en Ciencia de los Materiales– les permite ensayar las veces que requieran sin agregar costos al proyecto. Al simular, pueden identificar si hay un material prometedor y, luego sí, ir a la experimentación.

En este proyecto, por ejemplo, se redujo el tiempo de laboratorio a dos semanas. "Podría haber tomado seis meses si no fuera por la aplicación de los conocimientos teóricos en mecánica cuántica y simulaciones computacionales corridas en Apolo, aclara Mauricio.

El diseño computacional de materiales es un

método relativamente nuevo para hacer predicciones con simulaciones computacionales, basadas en teorías físicas, que permiten establecer aproximaciones de las propiedades físicas y químicas de los materiales, a escala de átomos y moléculas. Esto ahorra tiempo de laboratorio y aumenta la probabilidad de éxito en la síntesis de dichos materiales, a la vez que se puede enfocar mejor su uso en la industria.

Con métodos aleatorios, el programa propuso algunas combinaciones de los elementos y luego, con la teoría de la mecánica cuántica, se calcularon las estructuras más estables y que tuvieran mayor probabilidad de poder ser producidas experimentalmente.

También se calculó la dureza, en el contexto teórico, que era la variable que buscaban los experimentalistas. Además, la teoría no solo aportó datos respecto a la cantidad en que se debían combinar los elementos, sino también sobre otras variables del experimento.

## Interpretación a escala atómica

El reto estaba en cómo interpretar los resultados de la escala atómica en el mundo macro que es en el que vivimos en la cotidianidad. La simulación matemática modela en átomos, con pocas moléculas que interactúan. En el laboratorio, en cambio, es a otra escala. Es como asumir que un ladrillo se comportará igual que un edificio. Las afectaciones en los dos niveles son diferentes.

Por eso, Mario Elkin Vélez Ruiz, el otro investigador





Mario Vélez, Claudia Palacio, Jorge David y Mauricio Arroyave.

teórico del equipo y magíster en Física, recuerda que desde la teoría se dan criterios como insumos. Es decir, el estudio a escala atómica y molecular posibilita predecir un rango de composiciones químicas en el que los materiales pueden exhibir determinadas propiedades, pero es el laboratorio el que tiene la última palabra.

Para el caso del nuevo material las concordancias fueron muy afortunadas. Los teóricos predijeron la existencia de un material, poco reportado en la literatura y con un alto índice de dureza, y los experimentalistas lo hicieron existir por primera vez en los laboratorios del Instituto Coppe en Brasil, ya que para esa época en el país no existía la infraestructura de laboratorios para realizar los experimentos.

Posteriormente caracterizaron el material, es decir, midieron sus propiedades para corroborar los resultados que se habían predicho en las simulaciones, en relación con la composición química y la dureza.

Para lograr reproducir el compuesto en Colombia fue necesario adquirir un reactor de plasma tipo Magnetron Sputtering, que fue financiado por EAFIT y Colciencias como parte de un proyecto de investigación en el que también participaron los cuatro profesores. Este equipo está en el laboratorio de Física Aplicada del Centro de Laboratorios de la Universidad.

Dentro del reactor, los tres elementos precursores (titanio, níquel y nitrógeno), dos metales y un gas, se llevan a estado de plasma para hacer reaccionar los elementos entre sí y formar una película de algunos cientos de nanómetros de espesor en la superficie que se quiere recubrir.

Finalmente, este proceso que empezó “como una curiosidad científica” –en palabras de Claudia Palacio–, derivó en la patente. Por ahora sigue estandarizar los protocolos, generalizar la metodología para otros materiales y mirar cómo se comercializará el invento.

“Esta es un área de investigación que aún no tiene eco en la industria porque no se ha hecho la transferencia. La tecnología de los recubrimientos por plasma está poco establecida en Colombia. El reto es que esta industria comience a desarrollarse”.

## Investigadores

### Mauricio Arroyave Franco

Ingeniero electrónico y magíster en Física, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. En la actualidad es estudiante del doctorado en Ingeniería de Materiales, en la Universidad de Antioquia. Es el jefe del Departamento de Ciencias Físicas (Escuela de Ciencias) de la Universidad EAFIT, donde es integrante del Grupo de Investigación en Electromagnetismo Aplicado y miembro de la *spin off* Tecnoplasma.

### Claudia Constanza Palacio Espinosa

Ingeniera metalúrgica, Universidad Industrial de Santander; especialista en Diseño Mecánico, Universidad EAFIT; máster en Ciencia de los Materiales y doctora en Ciencia de los Materiales –con experticia y formación en síntesis y comportamiento mecánico de materiales metálicos y cerámicos–, de la Université de Limoges (Francia). Es integrante del Grupo de Investigación en Electromagnetismo Aplicado, profesora del Departamento de Ciencias Físicas (Escuela de Ciencias) e integrante de la *spin off* Tecnoplasma, de la Universidad EAFIT.

### Jorge León David Caro

Químico, Universidad de Antioquia, y PhD en Físicoquímica Molecular, Universidad Andrés Bello (Chile). Integrante del Grupo de Investigación en Electromagnetismo Aplicado, profesor del Departamento de Ciencias Físicas, de la Escuela de Ciencias de la Universidad EAFIT e integrante de la *spin off* Tecnoplasma.

### Mario Elkin Vélez Ruiz

Físico y magíster en Física, Universidad de Antioquia. Es investigador y profesor del Departamento de Ciencias Físicas, de la Escuela de Ciencias de la Universidad EAFIT e integrante de la *spin off* Tecnoplasma. Experto en mecánica cuántica, física del estado sólido y mecánica cuántica computacional.

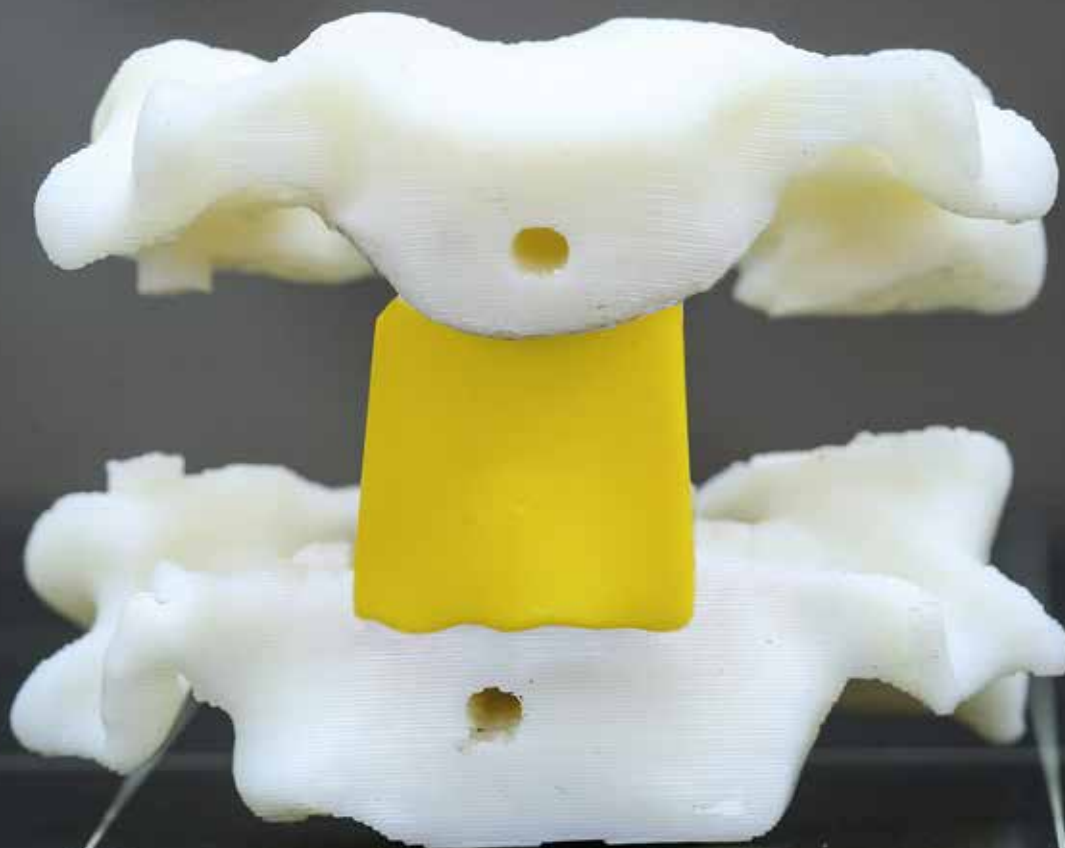


Foto: Robinson Henao

# Un invento local ayuda a restablecer la curvatura de la columna

Los pacientes con problemas de columna por trauma o enfermedades degenerativas ahora cuentan con una solución a la medida para recuperar o mantener su curvatura normal gracias al *Implante para remplazo vertebral*, la patente 28 de 35 con que contaba EAFIT hasta finales de 2017.

Ajuste del implante (en amarillo) en una impresión 3D del modelo de las vértebras.



Juan Ignacio García Ruíz

Colaborador

Hace 5 años el neurocirujano y profesor de la Universidad de Antioquia, Carlos Mario Jiménez Yepes, buscaba infructuosamente aliados para desarrollar un dispositivo neurovascular. Después de tocar muchas puertas, en una de esas abrió Santiago Correa Vélez, coordinador del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) de las universidades EAFIT y CES.

“Fue la persona que inicialmente me acogió, me escuchó y empezó una relación que ha sido fructífera”, recuerda el doctor Carlos Mario Jiménez. Y eso lo confirman las dos patentes que les ha otorgado la Superintendencia de Industria y Comercio: *Dispositivo restrictor de flujo en aneurismas cerebrales y conjunto posicionador-liberador del dispositivo*, concedida el 8 de mayo de 2017 (ver página 24 de esta edición), e *Implante para remplazo vertebral*.

Esta última es la patente 28, de 35 con que cuenta la Universidad EAFIT hasta la fecha, concedida mediante Resolución número 47595 del 3 de agosto de 2017. Además, es un resultado tangible del trabajo del GIB, que desde 2007 desarrolla técnicas de reconstrucción a partir de imágenes médicas así como dispositivos para el remplazo de huesos en cara y cráneo.

## Ingeniería para sanar

Dichas piezas para remplazar huesos, que se ponen dentro del cuerpo, se conocen como endoprótesis y el interés por trabajar en estas nació de la “necesidad de diseñar prótesis a la medida en pacientes con deformidades severas. Esas prótesis normalmente había que traerlas del exterior y a precios exagerados, existiendo aquí la tecnología a la mano” para diseñarlas y fabricarlas, explica José Domínguez Mejía, cirujano maxilofacial, docente de la Universidad CES e integrante del GIB.

El neurocirujano Carlos Mario Jiménez, por ejemplo, atiende en su consulta a pacientes que enfrentan la pérdida de una o más vértebras por cáncer

avanzado, accidente o infección. Para mantener la separación entre las vértebras lo más cercana a la forma natural, y para evitar una compresión en la columna que cause un gran dolor, se debe remplazar la vértebra perdida con un implante.

Las opciones que hay en el mercado ofrecen unas medidas estándar que no responden a la fisiometría colombiana, sino a la europea o estadounidense, cuyas dimensiones de columna son distintas en términos de estatura, forma y espesor.

En este contexto, y con base en su práctica clínica, el neurocirujano de la Universidad de Antioquia detectó que sería muy beneficioso para los pacientes un implante de vértebra hecho a la medida. El objetivo: no solo mantener la altura de la columna, sino recuperar su curvatura natural, algo que los implantes existentes no brindan.

El desarrollo del protocolo de diseño y fabricación del dispositivo tomó tres años de investigación.

“Lo que más duele en los problemas de columna, especialmente en trauma o en enfermedades degenerativas, es que se pierde la curvatura normal y la persona empieza a hacer un gran esfuerzo por recuperarla con sus músculos y ligamentos”, puntualiza el doctor Carlos Mario Jiménez.

¿Cómo diseñar un implante que mantenga la curvatura de la columna? A responder este interrogante le apuntó Santiago Correa Vélez, quien además es profesor del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT.

El eafitense partió de que hay medidas anatómicas promedio y durante el proceso investigativo, con el ángulo de Cobb –que sirve para diagnosticar la escoliosis (curvatura hacia los lados de la columna vertebral)–, se idearon ecuaciones que indican las dimensiones y forma del implante para que brinde la separación y curvatura óptimas. “Esa es la novedad y lo que se patentó”, manifiesta el profesor Santiago Correa.

Esto no significa que a todos los pacientes se les llevará a la curvatura natural o promedio de la columna, ya que si la deformación inicial es muy grande, se someterían a una tensión física que afectaría a la persona.



Impresión 3D del Implante para remplazo vertebral.

Foto: Robinson Henao

## Siete patentes reflejan la excelencia del GIB

El *Implante para remplazo vertebral* es la séptima patente del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) de las universidades EAFIT y CES. Los costos del proceso de patentamiento fueron financiados por el programa de Patentes N de Ruta N. El implante lo comercializará la *spin off* Customlife, cuyo portafolio de productos incluye los desarrollos previos del grupo en solitario o, también la *spin off* Smartbone, que incluye los desarrollos en asocio con la Universidad CES.

## ¿Cómo lo lograron?

Lo primero que hizo el grupo interdisciplinario e interinstitucional fue establecer un protocolo que definiera cuáles son las imágenes médicas adecuadas para construir una buena modelación de la columna del paciente en tres dimensiones.

Juan Felipe Isaza Saldarriaga, profesor del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto e investigador del GIB, recalca que esa modelación tiene unas consideraciones especiales en cuanto a manufactura. Debe tenerse en cuenta cómo se va a

fabricar la pieza, qué material se usará y su eficiencia en costo y tiempo.

Una vez completado el diseño, se hace una impresión 3D del dispositivo y de la columna del paciente para comprobar el ajuste entre estos. Con el prototipo los especialistas pueden ver detalles que no capta el computador, acota Juan Felipe Isaza. Una vez el médico da el visto bueno a la pieza, se fabrica el implante en el material definitivo.

El material en que se elabora debe ser muy resistente (pero moldeable), no debe causar daño a las vértebras adyacentes y debe ser biológicamente inerte para evitar la aparición de agentes infecciosos.

Gracias a la experiencia del GIB en el desarrollo de endoprótesis, definir el material fue relativamente sencillo. "El poliétertercetona, conocido como Peek, es el biomaterial con mejores prestaciones no solo para este tipo de implantes en columna, sino en muchas partes del cuerpo", señala el profesor Juan Felipe Isaza.

Lo que sigue es el uso de los implantes en pacientes, luego de elegir los casos en que estos sean la mejor opción para sus condiciones.

Sus propiedades mecánicas son similares a las del hueso y es poco propenso a desarrollar una biopelícula que sea nicho para bacterias e infecciones. Además, no genera destellos en las radiografías o tomografías como los implantes hechos de metal, lo que permite hacer un mejor seguimiento de la zona operada.



El implante se asemeja a un cilindro cuyo centro pueda ser rellenado con hueso del mismo paciente, de un banco de tejidos o con proteínas inductoras de crecimiento óseo. El propósito es inducir la aparición de hueso nuevo que se integre naturalmente con las vértebras adyacentes.

**Las opciones que hay en el mercado tienen medidas estándar que no responden a la fisiometría colombiana.**

Este proceso de diseño y fabricación asegura que los implantes son específicos para cada paciente y sus necesidades. Además, permite que la placa de fijación a las vértebras adyacentes se modifique y se preensamble según las necesidades de cada caso, lo que reduce la posibilidad de complicaciones en la operación y el tiempo del procedimiento.

## Hacia el futuro

El desarrollo del protocolo de diseño y fabricación tomó tres años de investigación, ensayos y ajustes. Gracias a este logro, en la actualidad, una vez lleguen las imágenes médicas y se tenga el visto bueno del médico para el diseño del implante, solo toma una semana fabricar el dispositivo en el Taller de Máquinas Herramienta de EAFIT.

Lo que sigue es el uso de los implantes en pacientes, luego de elegir los casos en que estos sean la mejor opción para sus condiciones. El neurocirujano Carlos Mario Jiménez enfatiza en que "hay que recopilar muy bien la información de la evolución de esos pacientes y mirar qué perfeccionamientos hay que hacerle al dispositivo".

También deben evaluar que los tiempos de cirugía y estancia hospitalaria se reduzcan, que el dolor del paciente disminuya y que los controles radiológicos muestren una mejora de la curvatura de la columna y de la integración del implante a esta.

A manera de conclusión ante los buenos resultados obtenidos por los científicos colombianos, el doctor Carlos Mario Jiménez acota: "En Colombia y en Latinoamérica en general, tenemos el prejuicio de que lo que hagamos no puede ser muy complejo porque no existen los medios y creemos que el conocimiento complejo técnico en bioingeniería, y en todo lo relacionado con la salud, tiene que venir de afuera".

De ahí la importancia de abordar estos retos. El solo hecho de intentar resolverlos permite aprender mucho y los frutos de ese aprendizaje se verán

eventualmente en nuevas investigaciones y beneficios para la sociedad en general, como lo demuestra esta patente.

En este sentido, EAFIT ha creído firmemente en la capacidad de sus investigadores y en la importancia de la interdisciplinariedad para generar nuevo conocimiento e innovación con un alcance más allá de su campus.

## Investigadores



Santiago Correa Vélez y Juan Felipe Isaza Saldarriaga, coordinador e integrante del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

### Santiago Correa Vélez

Ingeniero mecánico, Universidad EAFIT; y PhD en Ingeniería Industrial Universidad Politécnica de Madrid. Es docente del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT, donde dirige el Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

### Juan Felipe Isaza Saldarriaga

Ingeniero mecánico y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Es docente del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto e integrante del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

### Carlos Mario Jiménez Yepes

Médico, especialista en Neurocirugía y magíster en Epidemiología, Universidad de Antioquia. Es profesor de la Universidad de Antioquia e integrante del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

### José Serafín Domínguez Mejía

Odontólogo, especialista en Ciencias Básicas Biomédicas y especialista en Odontología, Universidad de Antioquia. Integrante del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

# Maui: iniciativa eafitense para mejorar la calidad del aire

Foto: Paulo Cepeda

Teniendo en cuenta que los contaminantes del Valle de Aburrá siguen su curso a través de la atmósfera, lo primero que se necesita es resolver el problema local y entender el daño ecosistémico hacia donde fluyen las corrientes en el país.

**Medellín Air qQuality Initiative (Maui), proyecto interdisciplinario e internacional liderado por la Universidad EAFIT, busca comprender el transporte atmosférico de contaminantes en el Valle de Aburrá mediante modelado matemático. En septiembre de 2017 reunió un panel de expertos mundiales en el Taller de contaminación atmosférica y sus impactos en la salud humana, la agricultura y los ecosistemas naturales: una perspectiva de modelado matemático.**





Foto: Robinson Henao

**Beatriz Elena García Nova**

Colaboradora

## Soluciones científicas

Cuando el investigador José Fernando Duque Trujillo observa una planta a través del microscopio electrónico y detecta partículas metálicas de 1.4 micras no solo evidencia el grave problema de contaminación del aire del Valle de Aburrá, sino que le preocupa que la composición de estas incluyan arsénico, azufre, zinc y plomo.

Dichas partículas se desprenden de la combustión de los motores, de las llantas o de las carrocerías y, al respirarlas, pueden adherirse fácilmente a un glóbulo rojo –que mide 10 micras de ancho por 2.5 micras de alto– y llegar a cualquier célula del cuerpo, explica José Duque, doctor en Ciencias de la Tierra y jefe del pregrado en Geología de la Universidad EAFIT.

Partículas tan pequeñas como las descritas han protagonizado grandes crisis ambientales recientemente en el Valle de Aburrá, periodos en los que es fácil evidenciar cómo las emisiones de sus 10 municipios –Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas– circulan y causan daños en la salud humana, la economía, la movilidad y el medio ambiente.

A eso se suma que las montañas del Valle de Aburrá no actúan como contenedoras de este problema, ya que los contaminantes siguen su curso a través de la atmósfera y se depositan en lugares como bosques del Chocó o regiones agrícolas del país.

Para plantear soluciones con argumentos científicos, Lucía Quintero Montoya, del Grupo de Investigación en Modelado Matemático de EAFIT, se unió con los profesores José Fernando Duque, del Grupo de Investigación en Geología Ambiental e Ingeniería Sísmica; Nicolás Pinel Peláez, coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación de EAFIT, y Ángela María Rendón Pérez, del Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia.

Esta unión interdisciplinaria para ayudar a mejorar la calidad del aire llevó en 2016 a Lucía Quintero, directora del doctorado en Ingeniería Matemática en EAFIT, a establecer una alianza entre la Escuela de Ciencias de EAFIT y la Universidad Tecnológica de Delft (TU Delft) y TNO, en Países Bajos, para realizar un proyecto de investigación en el que participan, entre otros, dos estudiantes de doctorado que tendrán doble grado con estas instituciones.

Aunque el proyecto se planteó para cuatro años, uno de los propósitos es comunicar cada adelanto. Por eso, en 2017 empezaron por publicar y presentar avances en eventos académicos en Brasil y, además, el equipo decidió que su proyecto se convirtiera en Medellín Air Quality Initiative (Maui).

Gracias a Maui y al apoyo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia y la Escuela de Ciencias de EAFIT, del 25 al 27 de septiembre de 2017 realizaron el Taller de contaminación atmosférica y sus impactos



Foto: Paulo Cepeda

Para modelar la dinámica del Valle de Aburrá se basan en dos modelos matemáticos internacionales: WRF modelin air quality research, del Weather Research and Forecasting (Estados Unidos), y Lotos-Euros model in air quality research de TNO (Holanda).

en la salud humana, la agricultura y los ecosistemas naturales: una perspectiva de modelado matemático.

El evento reunió a biólogos, geólogos, matemáticos, economistas, investigadores internacionales, tomadores de decisión de entidades como el AMVA, representantes de la consultora Deloitte y profesores de las universidades de Antioquia, EIA, CES y EAFIT, quienes alertaron sobre los impactos en el ámbito regional y presentaron la rigurosidad técnica con la que trabajan.

## Modelos para la solución

Teniendo en cuenta que los contaminantes del Valle de Aburrá siguen su curso a través de la atmósfera, lo primero que se necesita es resolver el problema local y entender el daño ecosistémico hacia donde

fluyen las corrientes en el país. A esto le apunta Ángela Rendón, doctora en Ingeniería Ambiental, quien busca comprender en el área metropolitana cómo los vientos fluyen y mueven los contaminantes hasta transportarlos hacia otros lugares.

La pregunta crucial para ella es cómo esto afecta los ecosistemas a escala regional que, precisamente, es el interés de Nicolás Pinel, doctor en Microbiología, quien se encarga de analizar el impacto de la contaminación en cultivos como el café, el banano o la caña de azúcar, importantes en la economía de Colombia.

Para poder predecir cómo fluctuarán las emisiones y cómo se comportará la atmósfera en determinados momentos del día y del año, el equipo de investigadores recurre al modelado matemático para representar, describir y predecir escenarios, hacer diagnósticos y plantear las mejores soluciones para el problema de la calidad del aire.

Por eso, manifiesta la profesora Quintero, para



modelar la dinámica del Valle de Aburrá se basan en dos modelos matemáticos internacionales: WRF model in air quality research, del Weather Research and Forecasting (Estados Unidos), y Lotos-Euros model in air quality research de TNO (Holanda).

Con técnicas de estimación y reducción de incertidumbre ambos modelos han funcionado muy bien en esas latitudes para representar, por ejemplo, incendios forestales, análisis de transporte atmosférico, calidad de aire o comportamientos atmosféricos en volcanes. Ahora se busca aplicarlos en el Valle de Aburrá donde los principios físicos y las leyes químicas se comportan diferente. Comprender qué pasa en este contexto daría luces para tomar decisiones frente a los contaminantes atmosféricos y sus impactos.

Una ventaja es que se trata de un fenómeno observable y las matemáticas brindan herramientas para cuantificarlo. Sin embargo, no es fácil describir el fenómeno con un modelo de gran escala. "Se requiere un esfuerzo que implica identificar las fuentes de incertidumbre asociadas a ese modelo, estudiarlas y reducirlas", puntualiza Lucía Quintero, doctora en Ingeniería de Sistemas de Control.

## Encuentro de corrientes

Para fortalecer las capacidades en la implementación del modelo Lotos-Euros en el Valle de Aburrá, el equipo cuenta con la colaboración del investigador Martijn Schaap, del Instituto de Meteorología de la Universidad Freie (Alemania) y quien dirige TNO Built Environment and Geosciences (Países Bajos).

Para implementar el modelo WRF cuentan con la ayuda del investigador colombiano John F. Mejía, del Desert Research Institute, de la Universidad de Nevada (Estados Unidos). Aunque él ha utilizado el WRF para diagnosticar y predecir el impacto de incendios forestales en los Estados Unidos, considera que este sistema es escalable y transferible. De hecho, es usado por más de 15.000 usuarios en el mundo entre universidades, centros de investigación, servicios meteorológicos y climáticos, incluidos el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (Siata), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y la Fuerza Aérea Colombiana.

# Trayectos retadores

Los investigadores que participaron en el Taller de contaminación atmosférica y sus impactos en la salud humana, la agricultura y los ecosistemas naturales: una perspectiva de modelado matemático, realizado en 2017 en EAFIT, concuerdan en dos tipos de retos en relación con la contaminación de la atmósfera: de un lado hablan de las dificultades técnicas para representar los fenómenos desde el modelado matemático y, por otra parte, los inquieta lograr aportes para el cambio de comportamiento de las personas. Estas son sus consideraciones:



**"Mi mayor preocupación es que la forma como nos estamos desarrollando en el mundo no es sostenible":** Jan Willem Erisman, profesor de ciencias de la Tierra y la vida en la Universidad Libre de Amsterdam (Países Bajos). Para él lo más difícil es asegurar un comportamiento equilibrado de la gente con el sistema que les provee sus necesidades. Aunque es vegetariano, usa transporte público y tiene energía sostenible en la casa, es consciente de la complejidad del problema y se cuestiona ante situaciones como que él mismo provoca una gran huella de nitrógeno porque viaja en aviones por el mundo para compartir sus mensajes.



**“Es difícil transmitir de manera responsable y clara los resultados, además sin generar pánico, para lograr acciones que reduzcan la contaminación y para no seguir llevando al interior del cuerpo las partículas emitidas de tan diversas formas”:** José Duque, jefe del pregrado en Geología de EAFIT. Para él, solo a partir del trabajo conjunto se podrán generar buenos datos que puedan entrar en los modelos y, posteriormente, los resultados ayuden a generar políticas públicas.



**“Si queremos impulsar la producción agrícola, pero a la vez, de manera inadvertida, impedimos que se materialice esa productividad, vamos en círculos”:** Nicolás Pinel, coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación de EAFIT. Él se concentra en lo complejo que resulta, para la conservación de la biodiversidad y la productividad agrícola, el hecho de que los contaminantes que se generan localmente también causan daño en las zonas regionales aledañas. Esto debido a que van a la atmósfera, reaccionan y se convierten en otros contaminantes que, se estima, causan caídas en la productividad agrícola de hasta 16 por ciento en algunos cultivos en el ámbito mundial.

**“En el desafío de hacer a los ciudadanos partícipes de la solución son fundamentales la academia y los tomadores de decisiones”:** Ángela Rendón, del Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia. Para ella otro desafío es lograr que un modelo de meteorología y un modelo de química representen bien los procesos en un valle tan estrecho y densamente poblado como el de Aburrá. Por eso, afirma que están usando modelos que involucran gran cantidad de información y se ha mejorado en toma de datos, pero estos son de diferentes fuentes y resolución, y de cortos periodos de tiempo.



**“Se trata de modelos de una cantidad enorme de variables: vientos, velocidades, horizontales, verticales, tangenciales, la química del ozono, del azufre, del nitrógeno, es algo tan grande que sobrecoge la capacidad de la metodología matemática para acercarlo”:** Lucía Quintero, del Grupo de Investigación en Modelado Matemático de EAFIT. Ella considera que la asimilación de datos o el 'arte' de lograr que el modelo se acerque a la realidad, vía modificación de sus parámetros internos, representa un gran reto.





**“El componente más importante para adaptar los modelos al caso del valle consiste en la adecuada caracterización físico-química de las fuentes de emisiones, así como su variabilidad temporal y estacional”:** John F. Mejía, del Desert Research Institute, de la Universidad de Nevada (Estados Unidos). Él asegura que en el Valle de Aburrá las emisiones son principalmente vehiculares e industriales.



**“Las particularidades del Valle de Aburrá son un reto y una oportunidad para aprender de quienes hacen meteorología aquí”:** Martijn Schaap, director del TNO Built Environment and Geosciences (Países Bajos). Él afirma que Colombia puede aprender de lo que pasa en los Estados Unidos y en Europa, donde hay tecnología que se podría usar y adaptar a la cultura y modo de vida colombianos. Schaap recomienda poner las emisiones como alta prioridad e instalar pronto el sistema de modelado para poder testear, comparar y analizar.

## Investigadores

### Lucía Quintero Montoya

Ingeniera de control, Universidad Nacional de Colombia; ingeniera electrónica, Universidad San Francisco de Quito (Ecuador), y doctora en Ingeniería de Sistemas de Control, Universidad Nacional de San Juan (Argentina). En la Universidad EAFIT es docente investigadora de la Escuela de Ciencias, directora del Grupo de Investigación en Modelado Matemático y directora del doctorado en Ingeniería Matemática.

### Nicolás Pinel Peláez

Microbiólogo e inmunólogo, Universidad de Miami. Doctor en Microbiología, Universidad de Washington. Ocupó una posición posdoctoral en el Instituto de Biología de Sistemas en Seattle, Washington. Es coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación, y del semillero de Estudio de Ecología de Plantas y Suelos (Samfund), de la Universidad EAFIT. Es integrante del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

### José Fernando Duque Trujillo

Geólogo, Universidad EAFIT, y magíster y doctor en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es jefe del pregrado en Geología de la Universidad EAFIT, docente del Departamento de Ciencias de la Tierra, integrante del Grupo de Investigación en Geología ambiental e ingeniería sísmica y coordinador del semillero de investigación de Magnetismo Ambiental.

### Ángela María Rendón Pérez

Ingeniera civil y magíster en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia. Doctora en Ingeniería Ambiental. Es profesora de la Facultad de Ingeniería e integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia.

# Quando ellas deciden marcharse

Pese al dolor, la frustración y los desajustes derivados de la decisión que viven las mujeres al separarse –que por fortuna son transitorios–, ellas no ven esto como una pérdida insuperable. Por el contrario, aprecian muchas más ganancias, revela una investigación.

**Bibiana Andrea Moná Giraldo**

Periodista del Área de Información y Prensa de EAFIT

Diana\* sabía que separarse no era una decisión sencilla, más aún cuando se tiene un buen hombre como pareja. Pese a que hace algunos años se comenzó a sentir inconforme con la relación, no era capaz de tomar la decisión de separarse. Entonces inició un proceso terapéutico para abordar la situación y, de manera paralela, empezó a leer algunos libros sobre mujeres como *El albergue de las mujeres tristes*, de Marcela Serrano, y *En contra del destino*, de Amy Tan.

A diferencia de la mayoría de estudios sobre el tema, este prioriza la mirada de la mujer que toma la decisión de separarse.

Eran historias de amor y desamor, de mujeres autónomas, de mujeres que intentan buscar caminos propios para dar sentido a su existencia. Y, aunque estas historias le ayudaban a pensar en cuál era el sentido de su vida, las mujeres que las protagonizaban eran producto de la imaginación de las autoras o



Foto: Shutterstock

La investigación pretende estimar el significado que le atribuyen cinco mujeres a su separación conyugal, después de dos años de tomada la decisión, en términos de pérdidas y ganancias, teniendo presente que todas son madres, profesionales y trabajadoras.

eran mujeres lejanas a ella, de otros países y culturas. Nada que ver con su realidad.

Pero, finalmente, la decisión fue tomada. Ella se fue, decidió y se dio una oportunidad. Y, una vez en el proceso de separación, un amigo le recomendó el libro *Cuando ellas deciden marcharse*, producto de una investigación de Luz Angélica Delgado Polanco, Johnny Javier Orejuela Gómez y Patricia Lasso Toro, tres psicólogos que contaron con el aval de la Universidad de San Buenaventura de Cali para publicar este texto, que expone los casos de cinco mujeres que decidieron relatar, en clave de pérdidas y ganancias, su historia de separación conyugal dos años después de que esto ocurriera.

Ellas confiaron su intimidad sentimental a estos psicólogos investigadores que, con rigor y método, pudieron determinar que para estas mujeres la separación solo fue una pérdida transitoria, ya que, a través del tiempo, la consideraron como una gran ganancia que les permitió salir adelante con sus proyectos personales, laborales y profesionales, sin afectarse económicamente, sin traumatizar a sus hijos y sin afectar a su núcleo familiar.

En el estudio revisaron el estado del arte sobre el tema, enfocado en la decisión cuando viene de parte las mujeres. "Nos dimos cuenta de que la literatura era muy escasa y que la mayoría de las investigaciones estaban enmarcadas en el ámbito jurídico o se referían a la típica mujer que se separa porque fue abandonada y, poco o nada, de cuando son ellas las que toman la decisión de marcharse", comenta Johnny Orejuela, jefe del pregrado en Psicología de la Universidad EAFIT.

El libro lo editó la Editorial Bonaventuriana, de la Universidad San Buenaventura en Cali.

Para realizar el estudio, los investigadores abordaron, a través de entrevistas en profundidad, a cinco mujeres de Cali que compartían características como ser profesionales, trabajadoras y madres. Estos factores hacen que la decisión de separarse, en todos los casos, se asemeje.

"Las mujeres que trabajan y que tienen un nivel de cualificación profesional, poseen otros elementos que les permiten tomar esa determinación. Además,





Foto: Shutterstock

La influencia de la familia, la sociedad y los mismos miedos derivados de lo incierto que puede ser el tema económico o el pensar que la decisión puede generar traumas en los hijos son determinantes al inicio de la crisis. No obstante, con el tiempo y desde la perspectiva femenina, las ganancias son mayores que las pérdidas.

queríamos ver que no había traumatismo en los niños, a pesar de que las madres hayan sido dueñas de la sentencia", explica Johnny Orejuela, doctor en Psicología Social.

Esto no descalifica el que una mujer que no sea profesional o trabajadora no pueda enfrentar esa decisión o que una que fue abandonada no vivencie con el tiempo efectos positivos. No obstante, este estudio se centra en resolver la pregunta de cómo una mujer –con las características antes mencionadas– interpreta la separación dos años después del suceso y si esa decisión sí la perjudicó tanto como generalmente se cree.

**"Las necesidades en las relaciones de pareja han cambiado. Por eso, es importante entender que, aunque hay mucho miedo de tomar la decisión y dolor, al final esas pérdidas desaparecen":**  
Angélica Delgado.

De hecho, esta investigación cualitativa descriptiva –de carácter interpretativo y transversal, que se abordó a manera de un estudio de caso desde el paradigma de la complejidad con una mirada epistemológica–, intenta superar la visión parcializada que solo considera una perspectiva: la negativa, y que deja de lado el tema de las ganancias, situación que el trabajo procuró evidenciar.

Además, para determinar sus orígenes familiares y la incidencia de esto en la decisión, la investigación hizo a las cinco mujeres un genograma, un diseño gráfico de la estructura familiar (como el árbol genealógico). Con este insumo se comparó el de

cada una de las cinco mujeres para ver qué había en común entre ellas y, adicionalmente, se realizó un análisis de la conformación de cada familia en tres generaciones.

Así, al igual que las cinco mujeres objeto de estudio, Diana admite que leer el libro le dio esperanzas y considera que la decisión, además de las pérdidas –que es en lo primero que se piensa–, también da ganancias. (Ver 'Pérdidas transitorias, ganancias permanentes').

"Me reconfortaba pensar que hay más asuntos positivos en este proceso que no se ven en el momento de la separación, sino conforme pasa el tiempo, a pesar de que existe una gran influencia de la familia, del contexto social y cultural en la manera en que se entiende esta situación. Esto hace que la decisión de separarse se pueda valorar de manera positiva", asegura Diana.

## La mujer contemporánea

En el contexto actual, en el que las mujeres gozan de mayor autonomía personal y material como consecuencia de una nueva conciencia emancipatoria y en el que demandan renegociar su papel dentro de la familia, la mirada de Patricia Lasso, docente de la Facultad de Psicología de la Universidad de San Buenaventura de Cali, abre la posibilidad de analizar estos fenómenos de separación desde la perspectiva contemporánea, en la que las dinámicas de relación de pareja –que antes obedecían a un asunto meramente biológico– ya están en la actualidad permeadas por factores socioculturales.

"Hoy por hoy, esa relación de patriarcado está dando giros y eso se visibiliza en nuevas formas de concebir qué es ser mujer y en que esa mujer contemporánea toma decisiones cruciales sobre su relación, en que tiene necesidades distintas y que, por ende, las relaciones entran en dinámicas de negociación diferentes. También permite mirar la nueva masculinidad, cómo se asumen los hombres ahora en el hogar y eso en el país no se ha estudiado", afirma la psicóloga Patricia Lasso.

Precisamente, el estudio se destaca porque aborda el significado que la mujer contemporánea le da a tomar la decisión de separarse como consecuencia de una nueva conciencia de autonomía. Un contexto en el que demanda renegociar sus roles dentro de la familia, debido a que se ha incorporado al mercado laboral asalariado y a la educación superior.



Con el tiempo, la mayor ganancia está en el plano personal, pues después de la separación estas mujeres gozan de mayor bienestar derivado de la posibilidad de poder sacar adelante sus proyectos individuales.

Sin embargo, aunque goza de mayor autonomía personal y material, no deja de experimentar la presión por querer cumplir como madre y esposa, sin que esto implique tener que renunciar a sus proyectos individuales.

El estudio es un insumo para trabajadores sociales, sociólogos, abogados, médicos familiares, psicólogos sistémicos y terapeutas de parejas.

Es que separarse no deja de generar en estas mujeres frustración, dolor o confusión, pero más allá de estos efectos emocionales, la decisión suscita con el tiempo un profundo alivio porque la separación, contrario a lo que se piensa culturalmente, no responde a falta de amor, asegura Angélica Delgado, magíster en Intervención Social con énfasis en familia.

Al respecto, explica esta terapeuta de pareja, es una determinación "que puede volverse inaplazable cuando la relación de pareja constriñe, por ejemplo, el desarrollo personal. Es así como no percibir valor ni apoyo al proyecto profesional y académico, la falta de satisfacción y conexión sexual, entre otras causas, fueron razones apremiantes para que este grupo de mujeres tomaran dicha decisión".

De hecho, indica esta docente de la Universidad de San Buenaventura de Cali, el proceso de separación comienza años atrás –el divorcio psicológico– porque es algo que se viene pensando y que se materializa solo cuando se comunica.

Una realidad que, debido al alto número de mujeres que consulta por este asunto, llevó a esta psicóloga a abrir este horizonte investigativo que resuelve, en cierta medida, esta necesidad terapéutica.

## El libro

Producto de esta investigación es el libro *Cuando ellas deciden marcharse*, que muestra la cotidianidad de estas cinco mujeres y cumple con unos parámetros académicos que son un aporte valioso como parte del estado del arte de este tipo de investigación.

Un texto que a Diana, sin duda, le ayudó a reafirmarse en su decisión: "Leer la historia de estas mujeres, además de sentirme identificada con ellas, me dio fortaleza para seguir firme en mi decisión de separarme, pues este proceso es muy doloroso a pesar de que sea uno quien decide dar ese paso y por momentos pareciera más fácil devolverse".

\*Nombre cambiado para proteger la privacidad de la persona.



# Pérdidas transitorias, ganancias permanentes

Entre los hallazgos de la investigación *Separación conyugal decida por parte de las mujeres*, de donde se desprende el libro *Cuando ellas deciden marcharse*, se destaca:

- Las mujeres de este estudio no ven la separación como una pérdida insuperable. Aunque de mane-

ra temporal se viven desajustes económicos, desconexión de los lazos con la familia de su expareja y la crítica recibida en el seno de su propia familia, ellas reconocen que con el tiempo son capaces de aceptar la distancia como sana, reposicionarse en un lugar de mayor autonomía respecto a la propia familia y sacar a sus hijos adelante.



- El hombre [los esposos de las mujeres del estudio] no logra entender cuál es la nueva configuración de la mujer que no se ubica solamente en el lugar de ama de casa, mamá o de un objeto sexual, sino que es un sujeto sexual activo, donde ella quiere que las cosas pasen en la vida íntima de cierta manera. Ahí es donde la monotonía es un factor determinante, pues las personas hoy buscan experiencias emocionales intensas.
- A propósito de los hombres, los investigadores consideran que esto hace parte de un nuevo reto que tienen y es el de mirar la otra cara de la moneda e indagar cómo esta decisión afecta la masculinidad de quien pasa por dicha situación.
- Cuando la decisión se comunica se da la resistencia de allegados a la pareja y de la misma familia. Por ejemplo, algunas amigas adoptan una de dos posiciones: "Por qué ella se pudo separar si se quejaba de lo mismo que me quejo yo", o "esta mujer está loca al querer acabar ese hogar, pues él es un buen tipo".
- Otra figura importante en este momento de crisis es la mamá de la esposa que piensa separarse. Para esa madre es inadmisibles esta decisión porque: o es una mujer tradicional aferrada a sus costumbres y piensa que se debe aguantar hasta el final, pues para ella la vinculación del amor romántico no está en función de la sexualidad, sino del bienestar y comodidad que genera la relación y la familia; o sus sentimientos de madre protectora le dicen que debe proteger a su hija de ese dolor de la separación debido a que ella ya lo ha experimentado también.
- En esa cadena de relaciones entran a juzgar los amigos más cercanos, quienes a veces no apoyan la decisión por temor a que sus esposas se empoderen con la misma, y a estas esposas no les conviene, de cierta manera, que esta amiga se convierta en soltera porque la ven como una amenaza.
- Con el tiempo, la mayor ganancia está en el plano personal, pues después de la separación estas mujeres gozan de mayor bienestar derivado de la posibilidad de poder sacar adelante sus proyectos individuales, tanto en el plano laboral como

en el profesional, sin que eso represente necesariamente deterioro de la relación con sus hijos, quienes comprenden que la situación es natural y que su mamá es una persona de admirar.

- De hecho, en la actualidad, los niños ven esta situación como normal porque en su colegio no son los únicos que provienen de hogares monoparentales o de familias ensambladas, que son aquellas reconstituidas una vez se ha dado un divorcio. Ellos, a pesar del prejuicio, son capaces de lidiar con la situación.
- Se pudo determinar que, años después, ellas no estaban mal económicamente y hasta pudieron reconstruir su vida amorosa, incluso, varias de las mujeres entrevistadas en la actualidad son amigas de sus exparejas, con quienes sostienen una relación tranquila.

## Investigadores

### Luz Angélica Delgado Polanco

Psicóloga, Universidad de San Buenaventura (Cali); especialista en Intervención con Familias y Parejas, y magíster en Intervención Social, Universidad del Valle. Es terapeuta y docente de la Facultad de Psicología de la Universidad de San Buenaventura (Cali).

### Johnny Javier Orejuela Gómez

Psicólogo y magíster en Sociología, Universidad del Valle; especialista en Psicología Clínica, Universidad San Buenaventura (Cali); y doctor en Psicología Social, Universidad de São Paulo (Brasil). Es profesor y jefe del pregrado en Psicología de la Universidad EAFIT.

### Patricia Lasso Toro

Psicóloga, Pontificia Universidad Javeriana (Cali), y magíster en Educación: Desarrollo Humano, Universidad de San Buenaventura (Cali), donde es docente investigadora de la Facultad de Psicología.

+

# Presupuesto Participativo podría fortalecer la gobernanza en Medellín

**Este instrumento de planificación anual ha sido estudiado por dos docentes de EAFIT desde 2012. Ahora los controles a la iniciativa abren nuevos horizontes al semillero de investigación en Gobierno y Políticas Públicas.**

**Juan Fernando Rojas Trujillo**

Colaborador

Corren tiempos en que la corrupción es tema habitual en redes sociales, en que desde distintas orillas se llama a la transparencia y buen uso de los recursos públicos, en que se reclama una mayor participación ciudadana en la gestión y vigilancia de esos dineros. En consonancia, la labor investigativa de dos profesoras y cuatro estudiantes de EAFIT arroja luces para una iniciativa de Medellín poco estudiada desde la academia, desde el punto de vista de los controles y la gobernanza.

Desde 2012, la politóloga María Fernanda Ramírez Brouchoud y la abogada María Helena Franco Vargas, docentes del Departamento de Gobierno y

Ciencias Políticas, se propusieron caracterizar la eficacia, la eficiencia y la gobernanza del proceso de decisión del gasto público en educación superior mediante presupuesto participativo (PP) en las comunas 1 (Popular), 11 (Laureles-Estadio) y 14 (El Poblado).

Este programa municipal se institucionalizó en la capital antioqueña desde 2007. Facilita que los habitantes de cada una de las 16 comunas y cinco corregimientos de Medellín prioricen unos recursos que no podrán ser menores al 5 por ciento del presupuesto anual de inversión de la Alcaldía. En ese sentido, en la última década se destinaron a PP un total de 1,62 billones de pesos y en el proyecto de presupuesto para 2018 están previstos 204,303 millones de pesos (ver 'Evolución de recursos asignados a Presupuesto Participativo').



Foto: Shutterstock

Si al principio las becas por PP eran solo para personas de estratos 1, 2 y 3, en los últimos años hubo un progreso en la focalización de quienes pueden acceder a estas debido al cambio normativo para ampliar el alcance a familias de más altos ingresos.

## Algunas evidencias

Más allá del impacto de las becas o los recursos destinados, las investigadoras se enfocaron en las particularidades del proceso de decisión respecto a dar continuidad a la educación de los bachilleres. Una opción para descentralizar las finanzas públicas locales que ha tenido alta relevancia para los habitantes de las tres comunas, pese a sus diferencias socioeconómicas.

+

**"Vemos una discordancia entre lo formal y lo real en la ejecución del PP, unas brechas de implementación": María Fernanda Ramírez.**

Luego de una revisión documental, entrevistas a 25 actores claves del proceso de decisión y la elaboración de una matriz analítica para clasificar la información, María Fernanda Ramírez y María Helena Franco hallaron que hay fallas en la gobernanza, entendida esta como una forma de gestión que busca pluralidad en las decisiones públicas, entre funciona-

rios de la Administración Municipal y los ciudadanos, donde no se evidencia una clara corresponsabilidad.

Dichas relaciones de gobernanza coexisten con viejas prácticas de la política (clientelismo) y con mecanismos de coerción e intimidación por parte de grupos al margen de la ley que opacan el proceso. Las investigadoras también constataron que en la asignación de recursos hay vacíos en la cantidad y calidad de la información para que llegue a toda la población de manera simétrica.

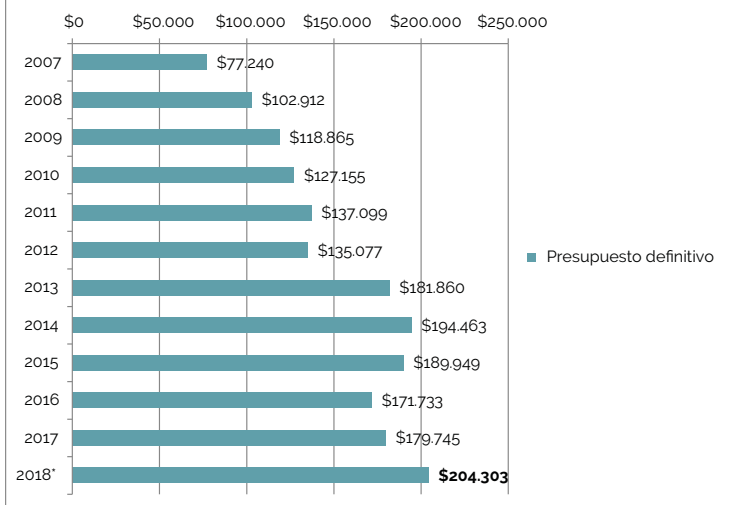
"Vemos que el discurso oficial responde a tendencias internacionales de construcción de gobernanza, pero en la práctica es aún incipiente. A pesar de la voluntad política y el esfuerzo institucional, prima más la base de una cultura política local que responde a prácticas tradicionales", explica María Fernanda Ramírez, integrante del Grupo de Investigación Sociedad, política e historias conectadas.

Por su parte, María Helena Franco, quien también pertenece al mismo grupo, destaca que si al principio las becas por PP eran solo para personas de estratos 1, 2 y 3, en los últimos años hubo un progreso en la focalización de quienes pueden acceder a estas



## Evolución de recursos asignados a Presupuesto Participativo

### \$1,82 billones destinados a PP desde 2007



Fuente: Investigadoras, con datos de la Alcaldía de Medellín.

por PP debido al cambio normativo para ampliar el alcance a familias de más altos ingresos.

Sin embargo, anota la abogada, "hay cierta apatía ciudadana para participar en procesos oficiales de asignación de presupuesto (...) los liderazgos comunitarios no se renuevan y son pocos, por lo que deja dudas la representatividad de las diversas realidades de cada comuna".

**"Hay una apatía de la ciudadanía a participar, que se combina con la persistencia de relaciones clientelistas que inciden en los resultados": María Helena Franco.**

Estos hallazgos toman relevancia cuando el análisis de la Encuesta de Percepción Ciudadana del programa Medellín Cómo Vamos, del que hace parte EAFIT, arrojó en 2016 que 82 por ciento de los consul-

1,62 billones de pesos se destinaron a Presupuesto Participativo entre 2007 y 2017.

tados afirmaron conocer el PP, pero solo 50 por ciento se mostró satisfecho con los resultados del programa.

"En la medida en que la estrategia de PP está pensada como un instrumento para favorecer la participación ciudadana formal en la solución de los problemas comunitarios, la baja satisfacción con sus resultados es un llamado de atención para su modificación", concluyó el informe presentado en marzo de 2017.

No en vano, la Administración Municipal expidió en mayo de 2017 una nueva reglamentación del PP (Acuerdo 28 y Decreto 697), que estimula la participación de los habitantes de cada comuna y corregimiento, liga la priorización de recursos a los Planes de Desarrollo Local y da herramientas normativas para aumentar el control en la ejecución de recursos.

## Investigar los controles

La línea de investigación de las profesoras María Fernanda Ramírez y María Helena Franco ha dado pie a ponencias en congresos internacionales y a trabajos de grado de la maestría en Gobierno y Políticas Públicas. Además, la línea ha tenido continuidad desde el semillero de investigación en Gobierno y Políticas Públicas, creado en diciembre de 2016, con un proyecto inicial sobre los controles al PP en Medellín entre 2007 y 2017, en el que participan cuatro estudiantes de los pregrados de Ciencias Políticas, Derecho y Economía, y las dos docentes.

El proyecto comenzó a ejecutarse en febrero de 2017 con una revisión normativa sobre los controles a



Foto: Shutterstock

Las investigadoras eafitenses caracterizaron el proceso de decisión del gasto público en educación superior mediante presupuesto participativo en las comunas 1, 11 y 14.

los recursos públicos y luego se centró en conseguir información oficial y entrevistas. Dicha iniciativa se enfocó en tres tipos de controles formales para la ejecución del programa: social, que comprende veedurías ciudadanas, Personería de Medellín y el Observatorio de Políticas Públicas; político, desde el Concejo de Medellín, y fiscal, desde la Contraloría de Medellín.

**"La revisión documental y normativa nos ha servido para enfocarnos en controles ciudadanos, políticos y fiscales al PP": María Antonia Chinkousky.**

Entre los resultados preliminares se advierte que no se dispone de un sistema unificado de datos que entregue información sobre rubros, ejecución y proyectos, que abarca el programa de PP.

"Encontramos que hay información que no coincide entre secretarías de la Alcaldía y que muchas veces está fragmentada. Esto muestra falta de coordinación en el seguimiento. Desde afuera de la Administración se ve un desinterés por parte de la ciudadanía de conformar veedurías o que pidan rendición de cuentas a los representantes ante PP", acota María Antonia Chinkousky Giraldo, coordinadora del semillero y estudiante simultánea de Ciencias Políticas y Economía.

## Falta de cultura política

Acorde con el estudio previo, la investigación actual sobre controles al PP también evidencia falta de cultura política, un insumo necesario para que la ciudadanía comprenda que para transformar las condiciones de las comunidades y los territorios locales es necesario participar en iniciativas como esta.

"Llama la atención que al PP le hayan asigna-

do 1,62 billones de pesos en 10 años. Un hecho que, siendo tan importante desde la gestión de los recursos públicos, no cuenta con la visibilidad y divulgación suficiente, ni tampoco la ciudadanía se apropia para ejercer controles", puntualiza María Fernanda Ramírez, doctora en Teoría Política, Teoría Democrática y Administración Pública.

Por otra parte, se destaca la alta receptividad desde la Secretaría de Participación Ciudadana, responsable del PP, sobre los aportes que puede generar la investigación para mejorar los controles al programa, manifiesta María Helena Franco.

Por último, el conocimiento adquirido con la investigación abre la puerta a más inquietudes sobre los controles al PP, reconoce la estudiante María Antonia Chinkousky. Por eso, en 2018 el semillero quiere indagar en cada uno de los controles por separado, buscar estudios de caso por comuna y escudriñar en los controles informales que se dan en los territorios y en cómo es su dinámica e influencia en las decisiones.

"Pienso que al PP no se la ha dado la relevancia que debería tener por parte de la ciudadanía en algunas comunas. A medida que más habitantes reconozcan todo lo que se puede hacer con esos recursos, habrá más interés en ejercer un control ciudadano", concluye la coordinadora del semillero.

## Investigadoras

### María Fernanda Ramírez Brouchoud

Politóloga, Universidad de Buenos Aires (Argentina); especialista en Planificación y Administración del Desarrollo Regional, Universidad de los Andes, y doctora en Teoría Política, Teoría Democrática y Administración Pública, Universidad Autónoma de Madrid (España). Es docente del Departamento de Gobierno y Ciencias Políticas e integrante del Grupo de Investigación: Sociedad, Política e Historias Conectadas, de la Universidad EAFIT.

### María Helena Franco Vargas

Abogada, Universidad de Medellín; especialista en Economía, Universidad de los Andes, y magister en Derecho y Economía, Universidad de Buenos Aires (Argentina). Es docente del Departamento de Gobierno y Ciencias Políticas e integrante del Grupo de Investigación: Sociedad, Política e Historias Conectadas, de la Universidad EAFIT.

### María Antonia Chinkousky Giraldo

Estudiante de los pregrados en Ciencias Políticas y Economía de la Universidad EAFIT. Es la coordinadora del semillero de investigación en Gobierno y Políticas Públicas.



Foto: Robinson Henao

Cultivo *in vitro* de la bacteria patógena *Ralstonia solanacearum* (creciendo sobre toda la placa) y la bacteria *Bacillus* sp. (fragmentos redondos, creciendo en tres puntos). En la placa de la derecha, la cual tiene el inductor, se observan zonas "limpias" alrededor de *Bacillus* donde *Ralstonia* no crece.

# Se busca nuevo antibiótico

Para la OMS es urgente encontrar nuevos tratamientos para combatir el creciente problema mundial de la resistencia a los antibióticos. El Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) está incursionando en este reto.



La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó en febrero de 2017 las 12 familias de bacterias más peligrosas para la salud humana, un llamado que busca guiar investigaciones y desarrollos que permitan encontrar nuevos compuestos.

Pese al llamado, no todos los sectores están interesados en invertir. Como lo recalca Jesús Rodríguez Baño, coordinador de la Red Española de Investigación en Patología Infecciosa, en entrevista con el diario *El País* de España: "Hay poco interés por parte de la industria farmacéutica en el desarrollo de nuevos antibióticos porque los retornos son pequeños. Los antibióticos son medicamentos con los que el paciente se cura y su uso es siempre temporal".

+

Desde la perspectiva de las preguntas y metodologías planteadas el país tiene "ciencia de talla mundial": Laura Sierra.

En este escenario, el sector académico es el llamado a comprometerse en esta búsqueda. Desde la Universidad EAFIT, el Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) trabaja en identificar un antibiótico que es promisorio desde varias perspectivas: funcionaría para diferentes tipos de bacterias, la sustancia se produciría de manera no tradicional y con potencial de ser novedosa, y tendría importancia en varias industrias, por ejemplo, agrícola, farmacéutica y de cuidado personal, dependiendo de las especies de patógenos que se busquen controlar.

## El fenómeno que observó Valeska

Durante 2010, la investigadora Valeska Villegas Escobar estaba haciendo su tesis doctoral sobre la identificación y caracterización de compuestos activos contra patógenos de plantas de banano como el Moko, enfermedad producida por la bacteria *Ralstonia*. Durante uno de sus experimentos observó un fenómeno que merecía ser estudiado con mayor detalle.

Cuando tenía un cultivo de *Ralstonia* y en ese mismo medio ponía diferentes cepas de *Bacillus* –bacterias bien conocidas, pero inocuas–, no se generaba ninguna inhibición del patógeno. No obstante, si a ese mismo cultivo le agregaba una nueva sustancia (llamada inductor), algo inesperado sucedía: alrededor de *Bacillus* morían todas las bacterias de *Ralstonia*.

La importancia del hallazgo de la profesora Valeska Villegas se puede dimensionar al contrastarlo con la manera en que el científico británico Alexander Fleming, mientras trabajaba en su laboratorio observó cómo un hongo, que por error crecía en uno de sus cultivos, producía la muerte de las bacterias. Así el médico microbiólogo descubrió en 1928 la penicilina, uno de los hitos más importantes en la historia de la medicina y por lo que obtuvo el Premio Nobel en Fisiología o Medicina en 1945.

En dicho contexto, para la investigadora eafitense el fenómeno era contundente: ahí se generaba un compuesto antibiótico con una actividad muy fuerte. La sustancia (el inductor) estimulaba algo dentro de *Bacillus* que mataba a *Ralstonia*. Este fenómeno fue objeto de una solicitud de patente PCT en diciembre de 2016, en la que se describe el proceso de inducción de actividad antimicrobiana en bacterias aeróbicas formadoras de endospora (especialmente *Bacillus* sp.).

## El desafío de Laura

Descubrir cuál era la "sustancia responsable" de dicha actividad sería reto de otra tesis doctoral. Laura Sierra Zapata es la estudiante de doctorado en Ingeniería de EAFIT que hace cuatro años decidió descubrir cuál era "la sustancia responsable" de la actividad antibiótica.

La pregunta parecía sencilla, pero implicaba un conocimiento profundo de la biología de la bacteria. ¿Cómo comprender qué estaba pasando allí?, ¿sería que el inductor entraba a la célula de *Bacillus*?, ¿sería que *Bacillus* producía "la sustancia responsable" en todas sus etapas de crecimiento?, ¿sería que mataba solo a un tipo de bacterias?, ¿sería que dependía de la cantidad del inductor?, y un largo etcétera.

Y es que Laura Sierra en su tesis doctoral *Bacillus* sp. strains and Their Inducible in vitro Antagonism Against *R. solanacearum*: a Biochemical and Genomic Study –dirigida por la profesora Valeska Villegas–, formuló hipótesis y diseñó experimentos para dar respuesta a cada una de las preguntas, proceso característico del método científico clásico.

*Bacillus* es una bacteria que se ha adaptado a diferentes hábitats de la Tierra. Es una fuente de antibióticos para la industria y los científicos la conocen muy bien. Sin embargo, la mayoría de las veces se ha estudiado en una caja de Petri –un instrumento, de cristal o de plástico, utilizado en laboratorio principalmente para el cultivo de bacterias, mohos y otros microorganismos–, con los mismos medios de cultivo y produciendo lo mismo.

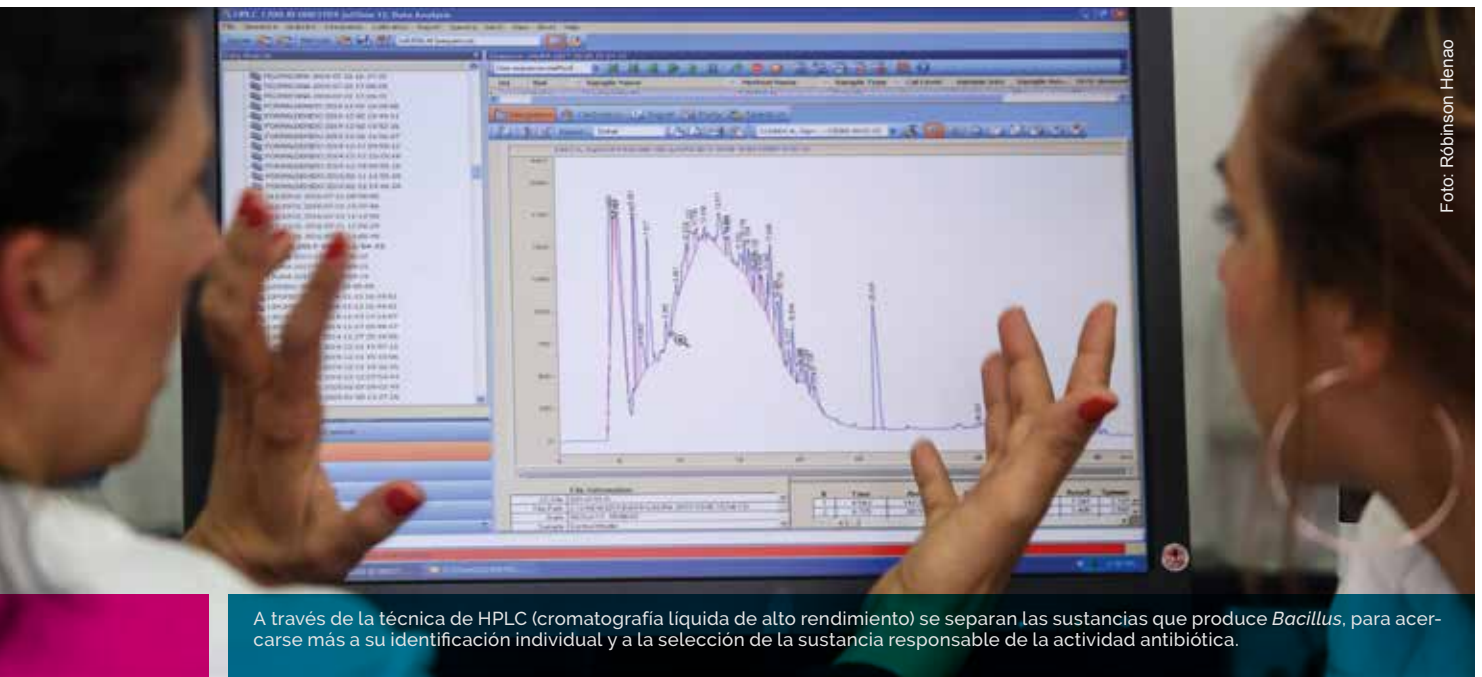


Foto: Robinson Henao

A través de la técnica de HPLC (cromatografía líquida de alto rendimiento) se separan las sustancias que produce *Bacillus*, para acercarse más a su identificación individual y a la selección de la sustancia responsable de la actividad antibiótica.

### “La ciencia en el mundo es colaborativa”

“Para uno avanzar en problemas complejos necesita equipos más sofisticados que aquí [en Colombia] no hay”, afirma Laura Sierra. Teniendo esta convicción, buscó los laboratorios más punteros en las técnicas que ella necesitaba mediante tres pasantías en los Estados Unidos que realizó como investigadora visitante en: Harvard Medical School, University of California (Berkeley) y University of Massachusetts Dartmouth.

De esta experiencia en el exterior resalta que desde la perspectiva de las preguntas y metodologías planteadas el país tiene “ciencia de talla mundial”, pero desde los recursos todavía falta mucho camino por recorrer.

“La diferencia es la disponibilidad de insumos. Por ejemplo, si se necesita un reactivo especializado, allá llega en dos días y aquí en tres meses. Allá haces en un mes lo que aquí en seis. El avance es diez veces mayor”, concluye Laura Sierra.

\*Mediavilla, D. (7 de agosto de 2016). “Las farmacéuticas tienen poco interés en desarrollar nuevos antibióticos”. *El País*. Recuperado de <https://elpais.com>

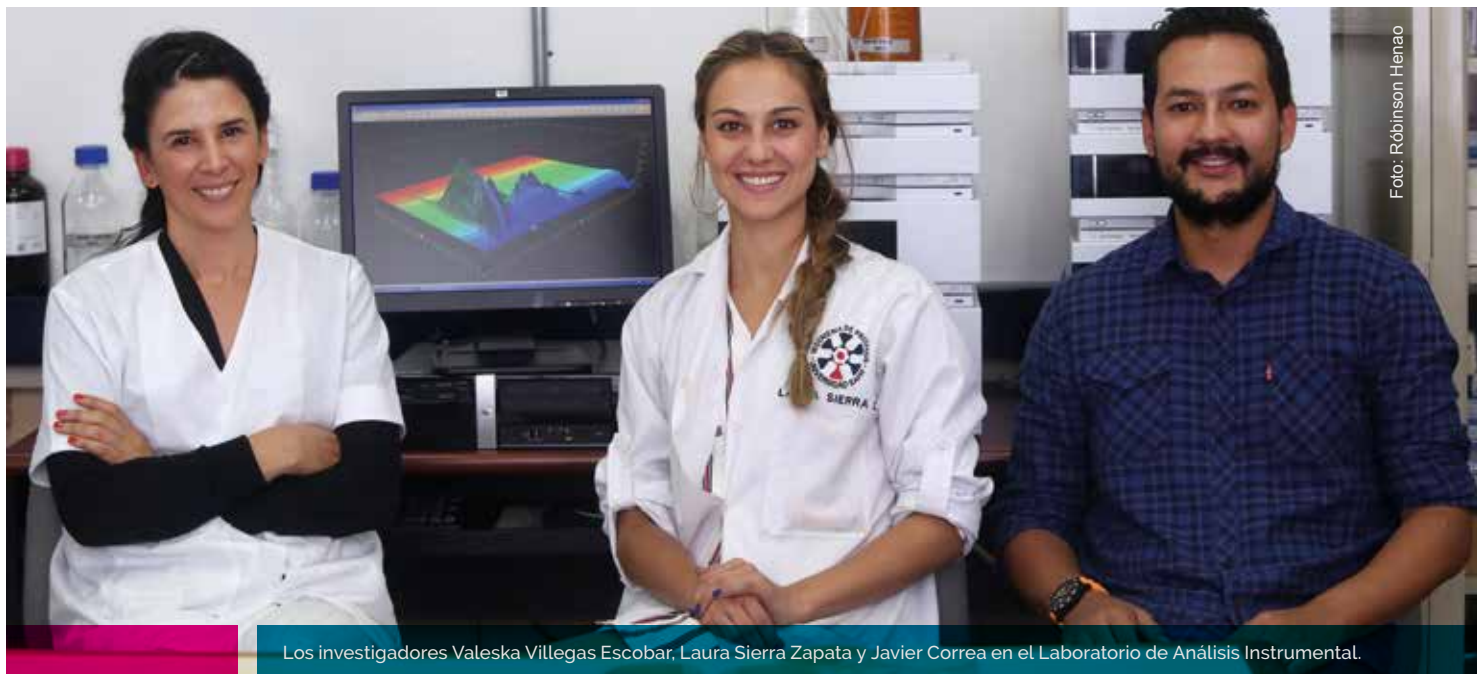
Y en el mundo de los antibióticos la probabilidad de encontrar algo nuevo haciendo lo mismo es muy baja. Los compuestos con los que se cuenta en la actualidad se han obtenido a través de métodos tradicionales donde los medios de cultivo son generalmente los mismos.

Lo novedoso en esta metodología era que al adicionar algo nuevo al medio, en este caso el inductor, se activaban posiblemente otros genes que normalmente estaban apagados. Es decir, *Bacillus*, una de las bacterias más conocidas del mundo, podía producir posiblemente algo nuevo.

*Bacillus*, una bacteria que se ha adaptado a diferentes hábitats de la Tierra, es una fuente de antibióticos para la industria y los científicos la conocen muy bien.

Ante la complejidad del problema los investigadores decidieron utilizar metodologías de nueva generación. No solo se acercaron desde las técnicas de la química y la microbiología más tradicionales, sino que incorporaron pruebas genéticas de vanguardia. De cada una de las aproximaciones se fueron eliminando sustancias candidatas. Pasaron así de un universo de miles de moléculas a una decena de estas. Y ahora están cerca de identificar la molécula responsable de la acción antibiótica.

Particularmente, en las técnicas genéticas y de nueva generación invitaron a Javier Correa Álvarez,



Los investigadores Valeska Villegas Escobar, Laura Sierra Zapata y Javier Correa en el Laboratorio de Análisis Instrumental.

profesor de EAFIT y doctor en Genética y Biología Molecular. Para este investigador su prioridad era conocer y comprender el mecanismo genético por el que *Bacillus* produciría una molécula nueva al momento de ser inducido artificialmente.

En la aproximación genética se partía de la premisa de que *Bacillus*, en presencia del inductor, encendería genes que en el tratamiento sin inductor permanecían dormidos, y así en la comparación entre los tratamientos encontrarían "la sustancia responsable". Porque, como él lo explica, "aunque todas las células heredan de su progenitora la misma información genética, es el ambiente el que modula lo que se va a expresar y lo que no".

Pero como los problemas científicos no siempre se resuelven al ritmo de las becas de Colciencias, Laura Sierra debe terminar su doctorado por asuntos administrativos y "la sustancia responsable" sigue sin nombre propio. Sin embargo, como ella misma lo recalca, quiere "seguir hasta llegar al fondo del problema".

"Tenemos luces de qué es, pero todavía no lo podemos decir con certeza", afirma Valeska Villegas. Para poderlo asegurar debe ser posible purificar completamente el compuesto y que retenga la actividad antibiótica.

Producir el compuesto para su comercialización será otra historia. En la actualidad, los medicamentos se generan de maneras muy diversas y cada aproximación requiere investigación e inversión. Se pueden modificar bacterias para que produzcan el compuesto –como el caso de la insulina que se co-

mercializa hoy en día–, construir el compuesto desde cero en un laboratorio tradicional de química o modificar moléculas existentes.

## Investigadores

### Laura Sierra Zapata

Ingeniera de procesos, Universidad EAFIT; máster en Microbiología y Parasitología, Investigación y Desarrollo, Universidad Complutense de Madrid (España). Es candidata a doctora en Ingeniería de EAFIT, donde es integrante del Grupo de Investigación de Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

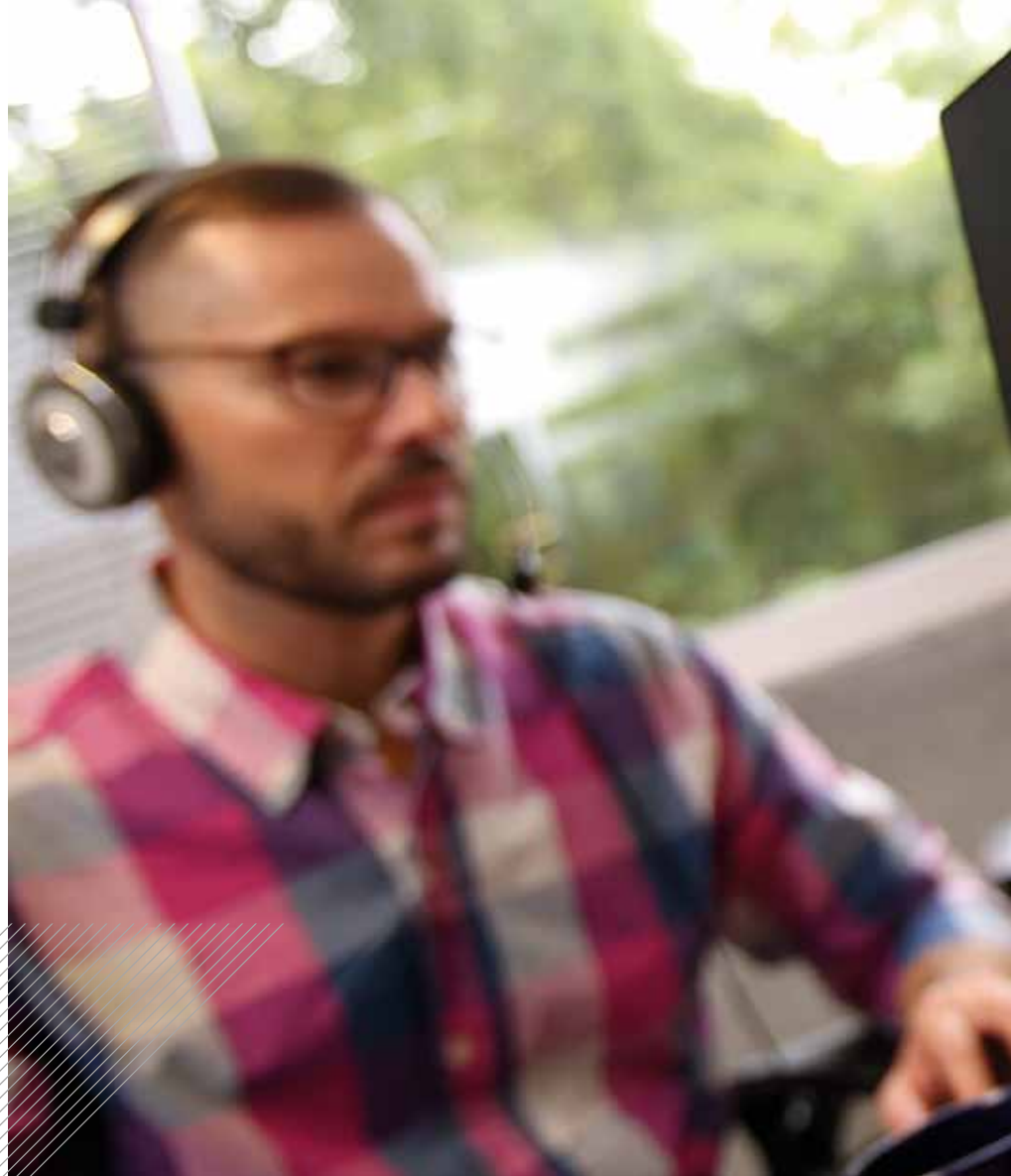
### Valeska Villegas Escobar

Ingeniera química, Universidad Pontificia Bolivariana; máster en Biotecnología Vegetal, Imperial College London (Reino Unido), y doctora en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia. Es docente del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad EAFIT, donde es integrante del Grupo de Investigación de Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

### Javier Correa Álvarez

Biólogo y máster en Biología, Universidad de Antioquia. Doctor en Genética y Biología Molecular, Universidad Estatal de Campinas (Unicamp), Sao Paulo, Brasil. Es docente del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad EAFIT, donde es integrante del Grupo de Investigación de Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop) y donde coordina el semillero de investigación en Biología Computacional de EAFIT.





# + La organización virtual cambia paradigmas en relacionamiento

Cada día son más las empresas que se atreven a funcionar única y exclusivamente *online*, sin sede física y con empleados que trabajan desde sus casas. Este nuevo tipo de compañías tiene una cultura organizacional *sui generis* que analizó un investigador eafitense.

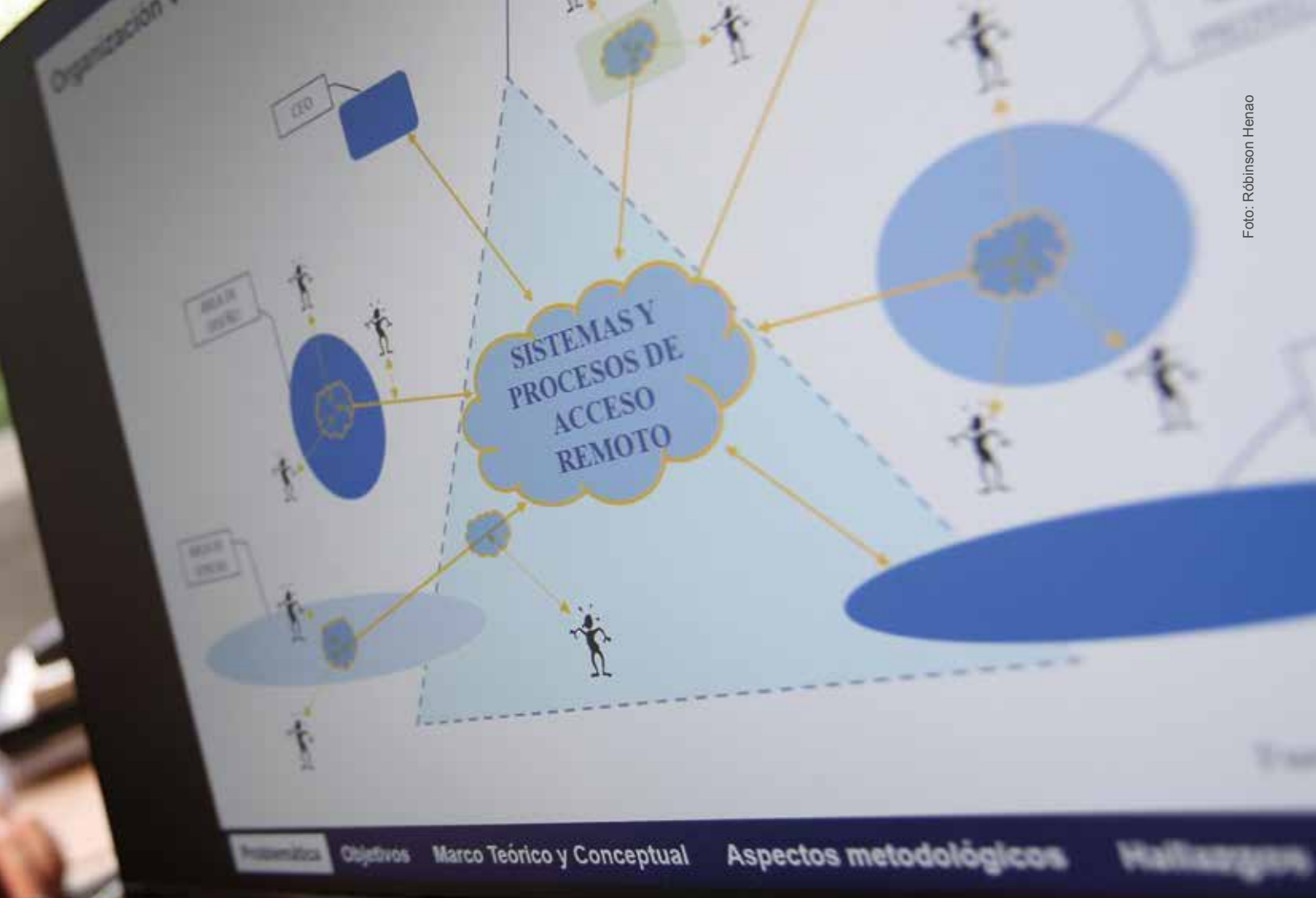


Foto: Robinson Henao

El profesor Mariano Gentilin explica que hay factores como la globalización, el mayor dinamismo de los mercados y el contexto y, principalmente, el desarrollo de las TIC, dentro de las que se destaca internet, que impactan en la manera en que las empresas se organizan y funcionan.

**Margarita Zuluaga Esquivel**

Colaboradora

Al cierre de 2017 cerca de 120.000 colombianos trabajaban desde sus casas, según cifras del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). Durante dicho año empresas como Comfama, Nutresa, Pacific Rubiales, Cámara de Comercio de Bogotá, Argos y Grupo Mundial, entre otras, posibilitaron a sus empleados aplicar como teletrabajadores en alguna de sus modalidades: teletrabajo autónomo, suplementario o móvil, de acuerdo con la labor que cumplan en las empresas.

La sinergia entre el MinTIC y el Ministerio del Trabajo colombianos ha permitido que teletrabajar sea una realidad, lo que significa ahorro en desplazamientos de los empleados, más tiempo de calidad para realizar las labores encomendadas, pero también más posibilidades de compartir con la familia.

En dicho contexto, cómo es esa nueva cultura organizacional de las compañías que tienen un buen número de personas por fuera de su sede. ¿Cómo se relacionan? ¿Aumenta la productividad?

En ese contexto el profesor e investigador Mariano Gentilin de la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT, desarrolló su tesis doctoral *Cultura organizacional en las organizaciones virtuales. El caso de educatemia*. Con esta obtuvo doble titulación como PhD en Estudios Organizacionales de la Universidad Autónoma Metropolitana de México y PhD en Administración de EAFIT. (Ver: 'Los hallazgos', y una mención de honor por parte de la Universidad EAFIT).

El reto para el eafitense fue mayor porque eligió una compañía ciento por ciento virtual, donde varios de sus empleados no se han visto presencialmente en toda su vida y están dispersos en varias ciudades de Iberoamérica: Educatemia ([www.educatemia.com](http://www.educatemia.com)) una organización que nació como una editorial virtual o *digital publisher*. El fundador es Juan Martitegui (@juanmartitegui), un emprendedor que pasó rápidamente de crear a Educatemia –inicialmente conocida como MindValley Hispano– para continuar con otros desarrollos virtuales como VirtualiaNet ([www.virtualianet.com](http://www.virtualianet.com)), que funciona como academia *online*.



Foto: Robinson Henao

Con su tesis doctoral *Cultura organizacional en las organizaciones virtuales. El caso de educatemia*, Mariano Gentilin obtuvo doble titulación como PhD en Estudios Organizacionales de la Universidad Autónoma Metropolitana de México y PhD en Administración de EAFIT, y una mención de honor por parte de la Universidad EAFIT.

El interés del profesor Mariano Gentilin en este tipo de organizaciones virtuales proviene de la novedad que representan dentro de la vasta diversidad de organizaciones que hay y porque "aún existe mucha ambigüedad e indeterminación acerca de qué son, cómo se organizan y cómo funcionan".

+

El estilo de gestión orientado a la autogestión y el autoliderazgo debe cimentarse en pilares como: confianza, compromiso, comunicación y generación de valor.

El caso Educatemia es novedoso como tema de estudio, debido a que funciona completamente virtual, desde el mismo proceso para reclutar a los futuros empleados donde las entrevistas son virtuales. El investigador eafitense destaca la diversidad cultural de sus integrantes y la forma en que funcionan y desarrollan las actividades diarias –operaciones, negociaciones, interacciones, comunicaciones y reuniones de manera virtual a través de internet–, "con una facturación por encima del promedio de empresas que no superan los 20 empleados y una tasa de crecimiento de más de 20 por ciento anual".

## Categorización de las organizaciones virtuales

Uno de los aportes de la investigación del profesor Mariano Gentilin es la conceptualización y clasificación de tipos de organizaciones virtuales:

**Organizaciones con Grados de Virtualidad (OGV):** un ejemplo son los *call centers*, organizaciones tradicionales que utilizan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para llevar a cabo sus operaciones.

**Organización Virtual Interorganizacional (OVI):** se genera una nueva forma organizacional, pero conformada por otras organizaciones y, generalmente, con carácter temporal. La OVI hace uso de las TIC, y especialmente de internet, para realizar su operatoria principal, pero una vez alcanzado el objetivo para el que se formó, se disuelve.

**Organizaciones Virtuales Absolutas (OVA):** en este caso, las TIC son elementos vitales para su funcionamiento porque posibilitan coordinar las partes dispersas geográficamente. Tienen un alto grado de virtualidad en todas sus dimensiones de dispersión: temporal, espacial, cultural y organizacional. Además,



tienen estructuras descentralizadas, planas y profesionalizadas. No tienen fronteras claras y están conformadas por personas que no están ubicadas en el mismo espacio físico, localidad o país.

+

La cultura organizacional de cualquier organización depende de los estilos de liderazgo, misión y visión, historia, hechos significativos de cada compañía, valores, creencias, prácticas, así como de la construcción de sentido colectiva que realizan sus integrantes.

Delimitadas las categorías de organizaciones virtuales, el investigador Mariano Gentilin aclara que la cultura organizacional de cualquier organización depende de aspectos como estilos de liderazgo, misión y visión, historia, hechos significativos de cada compañía, valores, creencias, prácticas, así como de la construcción de sentido colectiva que realizan sus integrantes, por lo que no se puede afirmar que "existe una cultura organizacional que sea general a todas las organizaciones virtuales".

---

## Todo en "auto"

---

En su investigación, el profesor Gentilin descubrió que el prefijo auto (por sí mismo) es importante en la cultura de las organizaciones virtuales, ya que la imposibilidad de ver a las personas presencialmente requiere que "se otorguen ciertos grados de autonomía que, en términos organizacionales, se traducen en conceptos como la autogestión y el autoliderazgo", explica.

Según datos del portal Workshifting ([www.workshifting.com](http://www.workshifting.com)), especializado en investigaciones sobre teletrabajo, el 76 por ciento de los teletrabajadores está más dispuesto a dedicar tiempo extra en el trabajo cuando lo hacen desde su casa, el 86 por ciento dice que son más productivos cuando tienen la oficina en su casa, el 78 por ciento de los directivos piensan que los horarios flexibles ayudan a retener y motivar a los miembros importantes del personal y los empleadores obtienen entre un 10 y 20 por ciento más de productividad cuando los trabajadores producen desde sus casas.

Todo eso lo corrobora la investigación al asegurar que cuando las personas tienen más libertad para hacer las cosas y no hay una supervisión directa, debe corresponderse con un mayor empoderamiento en la toma de decisiones y autocontrol. Una mayor confianza entre jefes y empleados también repercute en autonomía y productividad.

El investigador eafitense también señala que este estilo de gestión orientado a la autogestión y el autoliderazgo debe cimentarse en pilares como la confianza, el compromiso, la comunicación y la generación de valor.

La confianza posibilita otorgar grados de libertad reales, el compromiso genera identificación con las actividades y autocontrol, la comunicación es esencial para garantizar la coordinación entre las partes y el conocimiento acerca de la identidad estratégica y las metas organizacionales, y la generación de valor repercute en efectividad, es decir, en productividad enfocada a la visión de la organización. Estos pilares, concluye Mariano Gentilin, van creando un marco de relaciones en las organizaciones virtuales.

+

# Esquema, metodología y hallazgos

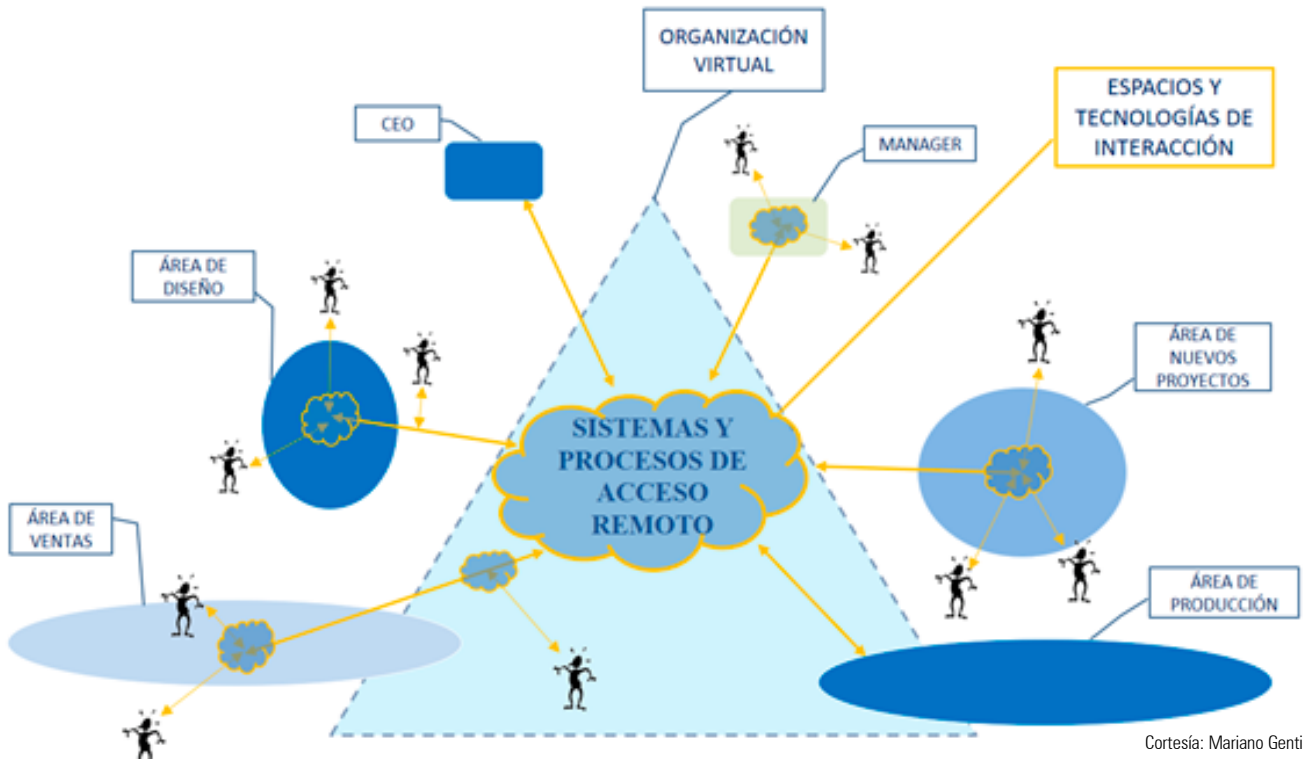
Entre los aportes de la tesis doctoral del profesor Mariano Gentilin se destacan tres aspectos: la creación de un esquema de análisis de cultura organizacional, la metodología utilizada y los aportes de los hallazgos para comprender las organizaciones virtuales.

**Esquema de análisis de cultura organizacional:** permite entender la diversidad que existe en la cultura de cualquier tipo de organización, sea presencial o virtual. El hecho de concebir la cultura como una relación dialéctica entre dos culturas (deseada y vivenciada) siempre en pugna, posibilita tener una comprensión más profunda del entramado cultural. En esta disputa los líderes de manera natural intentan imponer sus propios parámetros culturales, mientras los subalternos buscan ampliar y/o mantener sus grados de libertad. Como resultado, la cultura estará caracterizada por ciertos grados de diversidad y ambigüedad, pues naturalmente existirán desvíos producto del proceso de construcción de sentido a través del cual las personas le asignan significado a la vida organizacional.

**Metodología:** se utilizó la netnografía aplicada de manera *online* con técnicas comprensivas como las entrevistas a profundidad *online*, la observación no participante *online* y el *blog and buzz mining*. La información obtenida se analizó mediante una triangulación de fuentes y herramientas, lo que posibilitó una mirada comprensiva del estudio de caso desde una modalidad virtual.

**Hallazgos:** tanto en la descripción de la cultura de Educatemia como en la caracterización de la cultura organizacional virtual se resaltan los cambios de paradigma a través de los que se deben concebir a las organizaciones cuando están mediadas por algún grado de virtualidad. Los esquemas tradicionales de gestión, basados en la supervisión directa y el control del comportamiento, así como los mecanismos presenciales para generar confianza y compromiso, ya no aplican en las relaciones virtuales. Cada vez más la comunicación, la coordinación y la autonomía, entre otros, adquieren un papel protagónico en estas nuevas formas organizacionales.

## Organización Virtual Absoluta (OVA)



### Investigador

**Mariano Gentilin**

Licenciado en Administración, Universidad Nacional de La Plata (Argentina). Magíster en Estudios Organizacionales, Universidad Autónoma Metropolitana de México. PhD en Estudios Organizacionales, Universidad Autónoma Metropolitana de México, y PhD en Administración, Universidad EAFIT. En la actualidad es profesor-investigador de tiempo completo del Departamento de Organización y Gerencia de la Universidad EAFIT, donde lidera el Grupo de Investigación en Administración y Organizaciones (GIAO); además es el coordinador académico del área de Organizaciones, y coordina el semillero de investigación en Administración y Organizaciones (SIAO).



2018, tercer Año Internacional  
de los Arrecifes de Coral

# Uno de los ecosistemas más amenazados del planeta

En Colombia, además de blanqueamiento, los corales sufren impactos por sedimentos, infraestructura, contaminación y sobrepesca. Varadero (Cartagena) es un caso excepcional de resiliencia, pero hay un proyecto para dragarlo. 2018 es el Año Internacional de estos ecosistemas, un llamado para evitar su deterioro.

La Gran Barrera de Coral australiana –con una extensión de cerca de 2.600 kilómetros de longitud alberga 400 tipos de corales– se ha visto afectada por el calentamiento global, ya que estas especies son muy sensibles a los cambios de temperatura del océano. Esto ocasiona un aumento en la intensidad, frecuencia y extensión del fenómeno del blanqueo del coral, una afección que puede destruir sistemas enteros de arrecifes coralinos.

**Olga Cecilia Guerrero Rodríguez**

Colaboradora

La desaparición de muchos de los arrecifes coralinos del mundo pareciera ser un hecho irreversible, pues –advierte la Organización de Naciones Unidas (ONU)– el 70 por ciento de estos ecosistemas está amenazado: el 20 por ciento ya está destruido sin esperanza de recuperación, el 24 por ciento corre riesgo inminente de colapso y el 26 por ciento está en riesgo por afectaciones a largo plazo.

**“Si desaparecen los corales es como si se perdieran los árboles de la Tierra”: Valeria Pizarro.**

Desde el punto de vista económico y social, según la ONU, ya se habla de impactos por pérdidas masivas de arrecifes, especialmente en áreas costeras, porque 3.100 millones de personas que conforman el 40 por ciento de la población mundial vive a menos de 100 kilómetros del océano.

La Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes de Coral (ICRI, por sus siglas en inglés) definió 2018 el Año Internacional de los Arrecifes de Coral, como una medida para llamar la atención y actuar de manera ur-

gente, pues consideran que estos son los ecosistemas más amenazados del planeta. (Ver ‘¿Qué es un arrecife?’ y ‘¿Por qué los arrecifes son indispensables?’).

La importancia de los arrecifes y de los océanos es de tal magnitud que el numeral 14 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) señala: “Conservar y utilizar de manera sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible”.

En dicho contexto, la ONU se propone hacia 2020 gestionar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marinos y costeros, reducir la contaminación marina, conservar al menos el 10 por ciento de las zonas costeras y marinas, prohibir algunas subvenciones a la pesca y abordar la acidificación de los océanos con mayor cooperación científica.

## Arrecifes del Caribe, los más afectados

Es en el Caribe donde están los arrecifes con mayor riesgo del mundo. Una realidad que se remonta a la década del 70 desde que empezaron a surgir situaciones adversas para estos ecosistemas.





Foto: Shutterstock

Los erizos negros se alimentan de las algas que cubren el fondo marino, lo que ayuda a que las larvas de los corales puedan establecerse y desarrollarse. Sin embargo, la disminución de estos animales impactó el funcionamiento ecológico de los arrecifes que ahora son dominados por algas.

## ¿Qué es un arrecife?

- Es una estructura física, un ecosistema altamente productivo, que se construye a través de los siglos.
- Cada animal dentro de la colonia es conocido como pólipo.
- Dentro de estos pólipos hay plantas o algas unicelulares aún más pequeñas llamadas zooxantelas.
- Los corales filtran alimento del agua, pero dependen de sus zooxantelas, que sintetizan azúcares, algunos de los cuales ingieren los pólipos.
- Para crecer, reproducirse y construir sus esqueletos calcáreos (carbonato de calcio) necesitan luz solar.

Fuente: Arrecifes del Caribe en peligro.

Una de esas situaciones tuvo que ver con la sobrepesca mundial de peces herbívoros que consumían las algas que compiten por espacio con los corales. Por eso, al aumentar la presión sobre los peces que controlaban las algas, "los arrecifes comenzaron a cambiar de una dominancia de corales a una dominancia de algas", explica Elvira Alvarado Chacón, bióloga marina que ha dedicado su vida profesional a investigar sobre los corales del Caribe colombiano.

Esta profesora de la Universidad Jorge Tadeo Lozano –quien ha aportado en los planes de manejo y conservación del Parque Nacional Natural Corales del Rosario–, indica además que en 1984 se presentó una alarma de disminución de especies de coral debido al calentamiento de las aguas, que hacía que estos ecosistemas se blanquearan. (Ver 'Blanqueamiento de los corales').

Por otra parte, una enfermedad llamada 'banda blanca' (aún presente) atacó a los corales dominantes cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cuerno de venado (*Acropora cervicornis*). Dicha afectación, al destruir el tejido de estos corales caribeños, incidió en la disminución de la parte superficial de los arrecifes.

Ambas especies viven en aguas poco profundas, cerca de la superficie, y ayudan a proteger las costas de las corrientes oceánicas, las olas y las tormentas. Además, al ser dos de los principales corales constructores de arrecifes, su pérdida es una amenaza para el medioambiente y la biodiversidad.

Un panorama que debe prender las alarmas si se tiene en cuenta que, de las 21 enfermedades descritas para corales, 18 están en el Caribe y han producido mortandades masivas, asegura Valeria Pizarro Novoa, directora de la Fundación para la Investigación y Conservación Biológica Marina (Ecomares).

Esta doctora en Biología de la Universidad de Newcastle (Reino Unido) comenta que también han aparecido otras enfermedades que han atacado a organismos como el erizo negro, abundante hasta



los 80 cuando un virus mató al 90 por ciento de estos animales, que se alimentan de las algas que se adhieren a las rocas y al fondo del mar.

Teniendo en cuenta que el erizo negro evita que las algas cubran el fondo marino –lo que ayuda a que las larvas de los corales puedan establecerse y desarrollarse–, su disminución impactó el funcionamiento ecológico de los arrecifes que ahora son dominados por algas.

+

**El 70 por ciento de los arrecifes coralinos en el mundo está amenazado: ONU.**

Otro factor de gran impacto sobre los arrecifes coralinos del Caribe es el desarrollo costero basado en infraestructura, que conlleva construcción hotelera, uso de playas, levantamiento de espolones y muelles. A esto se suma el cambio de las corrientes marinas y de la temperatura, así como los sedimentos y nutrientes debido a los aportes de las aguas continentales y a los materiales que arrastra la erosión costera y que son transportados hasta los ambientes coralinos.

Al respecto, la directora de Ecomares afirma que los arrecifes coralinos al estar en zonas costeras, cercanas a poblaciones humanas, son los primeros en padecer los contaminantes como aguas negras, grises, industriales o hidrocarburos de barcos, que llegan directamente a las aguas litorales. (Ver 'Arrecifes amenazados en el Caribe').

"Hemos pasado de unos arrecifes que tenían una 'cobertura coralina viva' en más de 50 por ciento, a menos de 16 por ciento. Si desaparecen los corales es como si se perdieran los árboles de la Tierra", afirma la bióloga Valeria Pizarro.

En este sentido, el Central Caribbean Marine Institute (CCMI) indica que los cambios que se están presentando harán que los arrecifes del futuro sean muy diferentes en estructura y composición a los actuales.

## Diagnóstico nacional

Colombia es un enclave de biodiversidad en la tierra y en el mar, es un experimento natural que surge por la separación de dos mares por el istmo de Panamá, comenta Juan Armando Sánchez Muñoz, director del Laboratorio de Biología Molecular Marina (Biommar) de la Universidad de los Andes.

Para el biólogo uniandino, mientras "el Pacífico es un mar enriquecido por los fenómenos oceanográficos de aguas frías 'surgencias' –proceso oceanográfico que consiste en el desplazamiento ascendente de masas de agua fría y a niveles profundos hacia la

## ¿Por qué los arrecifes son indispensables?

- Proporcionan un hábitat esencial para peces.
- Ofrecen apoyo a especies amenazadas y en peligro.
- Albergan mamíferos marinos y protegen tortugas.
- Son fuente de alimento para millones de habitantes en el mundo.
- Proveen ingresos y empleo a través del turismo marino.
- Son suministro de compuestos para productos farmacéuticos.
- Protegen contra huracanes, olas y tormentas.

Fuente: Arrecifes del Caribe en peligro.

superficie del océano–, el Caribe es un mar tropical con bajos nutrientes, propicio para la formación de arrecifes coralinos".

No son las únicas diferencias, los arrecifes del borde costero tienen interferencia de sedimentos que vienen del continente –siliciclásticos: no carbonáceos a base de sílice– y de los oceánicos como los de San Andrés que son calcáreos (formados por carbonato de calcio). Un experimento que pocos países tienen, afirma el investigador Juan Armando Sánchez.

De esta manera, el Caribe colombiano representa el 90 por ciento del área arrecifal nacional. De dicha cifra, el 70 por ciento está en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y sus islas cayos, y el 30 por ciento restante en la zona costera, desde Bahía Portete hasta el golfo de Urabá. Las demás formaciones están en el Pacífico.

No en vano, en 2000 la Unesco declaró al archipiélago como Reserva de la Biósfera Seaflower, integrada por los atolones de Quitasueño, Serrana y Roncador, con una extensión de 37.522 kilómetros cuadrados, además de bancos profundos que no alcanzaron a emerger; el atolón de Old Providence, Santa Catalina y Julio bank, con 12.716 kilómetros cuadrados; y los atolones de San Andrés, Bolívar, Albuquerque y otros bancos, con 14.780 kilómetros cuadrados.

Por tanto, Seaflower "es una zona de importante biodiversidad y endemismo marino, ya que solo allí se han reportado 407 especies de peces respecto a las 600 que se estima hay en todo el Caribe. El 13 por ciento de estas se encuentra en amenaza", según el

## Arrecifes amenazados en el Caribe



Fuente: Arrecifes en peligro del Caribe / Laurretta Burke, Jonathan Maidens.

estudio sobre *Aproximación a la valoración económica y ambiental del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina Reserva de Biósfera de Seaflower*, de la Comisión Colombiana del Océano.

A la vez, se han identificado 57 especies de Coral, de las cuales el 99 por ciento se encuentra en la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

A la sobrepesca y al cambio climático que impactan los cayos, se suman "las áreas de enfermedades encontradas en 2003 que mataron el 90 por ciento de los corales y que, cuando volvimos en 2016, no se habían recuperado. No todos están así, hay unos más saludables, pero si se ve que hay enfermedades y blanqueamiento, estresores que los siguen afectando", indica la investigadora Valeria Pizarro.

### Arrecifes costeros

Respecto al Caribe continental, que va de La Guajira a Urabá, las mayores extensiones arrecifales están en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, donde "se registra un deterioro alto de los arrecifes, ya que hay reducción de la cobertura de corales vivos y eventos de mortandad masiva de corales, erizos y abanicos de mar. Además, hay arrecifes sobrepescados, ya no se ven tiburones, pargos grandes o meros", alerta Valeria Pizarro.

El diagnóstico actual para Elvira Alvarado es que los Corales del Rosario y San Bernardo están afectados debido a los sedimentos, los del golfo de Morroquillo por derrames de Petróleo y los de La Guajira por el polvillo y la contaminación del carbón.

Esta bióloga marina considera que el Parque Tayrona es una zona que hay que cuidar mucho porque presenta signos importantes de recuperación de especies que se habían acabado en los años 80 como el coral cuerno de venado y el cuerno de alce, en la actualidad en riesgo crítico de extinción.

Ella afirma que cuando empezó a bucear en 1978 había dominancia de estas dos especies, pero ahora se ven como cascajo coralino, es decir, esqueletos en el fondo marino: "Lo fuerte es ver la mortalidad al ir a un sitio que fue abundante en sus especies y encontrar otras colonias sobre cementerios de coral. Y, sobre estos, algas que no tienen peces que se las coman, solo algunos corales. También es triste ver el blanqueamiento y no poder hacer nada. Eso es angustiante".

Destaca que lo bueno es que hay organismos resistentes y hay esperanza con algunas especies que pueden ser termorresistentes y adaptarse al calentamiento de las aguas, fenómeno cada vez más frecuente y con mayor duración.

Por eso, los investigadores realizan trabajos de restauración y de creación de guarderías en Providencia, Islas del Rosario, Santa Marta, entre otros lugares. Se trata de tomar un coral y fragmentarlo para que cada trozo crezca –como ocurre con una planta– y cuando aumenta su tamaño se lleva al arrecife para sembrarlo o fijarlo en estratos duros. Un fragmento tarda ocho meses para alcanzar un tamaño de 11 centímetros.

### Varadero, un caso excepcional

Uno de los arrecifes más conservados es Varadero, y se encuentra en las afueras de la bahía de Cartagena. Fue descubierto en 2013 y ha llamado la atención de los científicos porque la bahía de Cartagena presenta un alto índice de sedimentos (seis millones de toneladas por año) que arrastra el río Magdalena a través del canal del Dique.

A pesar de esto, Valeria Pizarro indica que "presenta condiciones óptimas y se encuentra muy bien en términos de cobertura viva de coral. Se está estudiando y puede ser una de las claves para saber qué pasa con los arrecifes del Caribe y para restaurar áreas cercanas".

Sin embargo, existe un debate nacional porque se tramita un proyecto privado-oficial para abrir



Foto: Shutterstock

El coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) vive en aguas poco profundas, cerca de la superficie, y ayuda a proteger las costas de las corrientes oceánicas, las olas y las tormentas.

un segundo canal de ingreso al puerto, para lo que proponen dragar sobre el arrecife. Ya hay acciones legales y se esperan decisiones por parte de las autoridades ambientales al respecto.

+

De las 21 enfermedades descritas para corales, 18 están en el Caribe y han producido mortandades masivas: Valeria Pizarro.

Para lograrlo, desarrollaron un modelo de análisis de 380 puntos conectados a una red de computadores que analizaba 4.000 fotografías, utilizando un satélite de la Nasa. De esta manera, encontraron que en los últimos 15 años las islas nunca tuvieron aguas cristalinas.

Con los resultados lograron que la zona entrara en un proyecto para la restauración de todas las planicies inundables del canal del Dique.

## Sedimentos matan los corales

Juan Darío Restrepo Ángel, director del doctorado de Ciencias de la Tierra de la Universidad EAFIT, pudo comprobar que, a medida que se incrementaba el volumen de sedimentos, disminuían los corales vivos en áreas como el Parque Nacional Natural Corales del Rosario.

Como los corales son sensibles a la transparencia de las aguas, la salinidad, la temperatura y la cantidad de nutrientes en el agua, los sedimentos caen sobre los corales y terminan ahogándolos.

Para conocer el impacto de los sedimentos, las universidades EAFIT y de Texas reconstruyeron la historia de las concentraciones sedimentarias y de turbidez del agua marina en Islas del Rosario, en los últimos 15 años.

## Metales pesados en los arrecifes

Otro de los aportes científicos por parte de EAFIT para conocer el estado de la calidad ambiental de las aguas y los sedimentos de la bahía de Cartagena, y el nivel toxicológico de la pesca artesanal es a través del proyecto Basin Sea Interactions with Communities (Basic).

"Encontramos que el mercurio no era el único problema en la bahía y las zonas costeras, y que los arrecifes en Islas del Rosario ya tienen niveles medibles de mercurio, plomo, estaño, arsénico y cromo, que probablemente vienen por el canal del Dique o por Bocachica y la bahía de Cartagena", explica Juan Darío Restrepo, director científico del proyecto.

A esto se suma que durante las condiciones de lluvia, las aguas de la bahía se afectan por conta-



minantes microbiológicos como coliformes fecales y enterococos, con concentraciones por encima de los estándares nacionales e internacionales. Esto se debe a que las aguas residuales domésticas de la zona no tienen alcantarillado tratado.

**El Caribe es un mar tropical con bajos nutrientes, propicio para la formación de arrecifes coralinos: Juan Armando Sánchez.**

Según Basic, los sedimentos representan un riesgo potencial para los organismos marinos como peces y para las poblaciones que los consumen.

"Estos resultados muestran que existen riesgos para la salud humana y que estos pueden incrementarse si se tiene en cuenta que las comunidades locales consumen pescado prácticamente todos los días e, incluso, varias veces al día", concluye el estudio.

Basic se socializó en junio de 2017 y en la actualidad le corresponde tomar decisiones a las autoridades como la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique) y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

## Comunidades del Pacífico

Respecto al Pacífico colombiano, los investigadores coinciden en que este no tiene arrecifes, sino comunidades coralinas que se encuentran, específicamente, en Utría, al norte de esta y en áreas pequeñas de la isla de Malpelo. En el Parque Nacional Natural Gorgona está el mayor desarrollo arrecifal.

Dichas formaciones coralinas "tienen menos estresores o impactos porque no hay grandes ciudades como las del Caribe. Y, aunque Buenaventura y Tumaco tienen problemas ambientales, frente a sus costas no hay arrecifes coralinos", puntualiza Valeria Pizarro.

Por su parte, Elvira Alvarado señala que "allá los ecosistemas están en buen estado. No es que no hayan sufrido deterioro, pero como es un parque han estado bien protegidos y los estresores antropogénicos son relativamente bajos. Han sufrido a partir del cambio global por aumento de temperatura, por un par de eventos del Niño en los 80 y 90 que generaron blanqueamiento con mortalidad de extensas áreas de corales, pero estos tienen una capacidad de recuperación rápida".

Varadero, ubicado en las afueras de la bahía de Cartagena, es uno de los arrecifes más conservados. Fue descubierto en 2013 y ha llamado la atención de los científicos porque, pese a que esta bahía presenta un alto índice de sedimentos, "se encuentra muy bien en términos de cobertura viva de coral. Se está estudiando y puede ser una de las claves para saber qué pasa con los arrecifes del Caribe y para restaurar áreas cercanas", indica Valeria Pizarro, directora Ecomares.

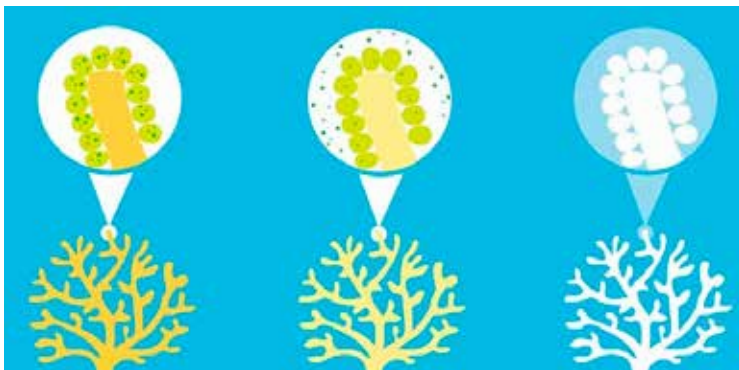
## Ecología molecular en corales

Justamente en áreas del Pacífico colombiano, así como en diversos lugares del mar Caribe, el Laboratorio de Biología Molecular Marina (Biommar) de Unian-des, dirigido por el profesor Juan Armando Sánchez, trabaja en estudios de ecología molecular en corales.

Específicamente, investigan la interacción de co-rales y de algas llamadas zooxantelas –que son las que les dan el color– para saber cómo son las rela-ciones y cuántas bacterias y microorganismos tienen.

Además, hacen seguimiento a un coral que lle-ga hasta los 100 metros de profundidad, por lo que se han especializado en investigación mesofótica, es decir, la 'zona del crepúsculo' donde la luz solar es de menos del uno por ciento. Esto implica que los bió-logos deben hacer inmersiones hasta de 120 metros, utilizando equipos especializados que suministran aire hasta por 12 horas continuas.

## Blanqueamiento de los corales



Fuente: Corales del Caribe en peligro – Gráfico: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

Es la pérdida del color natural del coral que, de tonos verde y pardo, se convierte en blanco brillante.

Ocurre por la expulsión de las algas llamadas zooxantelas, que son simbióticas o viven en los corales y les dan el color.

Debido a las altas temperaturas del agua se genera estrés, y las zooxante-las, que le dan el color al coral lo abandonan y dejan blanco el esqueleto.

El blanqueamiento se produce también por cambios de salinidad, luz ex-cesiva, toxinas e infecciones microbianas, pero la causa más común es el incremento de la temperatura superficial del mar.

El Laboratorio Biommar estudia también a pe-ces herbívoros como el loro (*Sparisoma Viride*), que no solo consume las algas zooxantelas que habitan los corales, sino que podría ser su dispersor. Estos animales serían el equivalente a los dispersores de semillas en tierra.

## Investigadores consultados

### Juan Darío Restrepo Ángel

Biólogo marino, Universidad Jorge Tadeo Lozano; PhD en Oceanografía, Universidad de Carolina del Sur (Estados Unidos). Es profesor investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad EAFIT, donde dirige el doctorado en Ciencias de la Tierra y es integrante del Grupo de Investigación Área de Ciencias del Mar. Es Miembro Correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

### Elvira Alvarado Chacón

Bióloga marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano; doctora en Ciencias – Biología, Universidad del Valle. Tiene amplia experiencia en investigación sobre técnicas de reproduc-ción, planes de manejo y conservación de corales. En la actualidad se desempeña como investigadora, consultora independiente y profesora de biología marina en la Univer-sidad Jorge Tadeo Lozano.

### Valeria Pizarro Novoa

Bióloga, Universidad de los Andes; magíster en Ciencias – Biología, Universidad Nacional de Colombia (sede San An-drés), y PhD en Biología, Universidad de Newcastle (Reino Unido). Estudia y trabaja en ecosistemas marino costeros, específicamente se especializa en biología y ecología de corales y arrecifes coralinos. Lidera el movimiento #Sal-vemos Varadero.

### Juan Armando Sánchez Muñoz

Biólogo marino, Universidad Jorge Tadeo Lozano; magíster en Ciencias – Biología, Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá); magíster en Ecología y PhD en Ciencias Biológicas, Universidad Estatal de Nueva York (en Búfalo, Estados Unidos). Ha ocupado posiciones posdoctorales en el Instituto Nacional de Investigación Marina y Atmosférica de Nueva Zelanda y en el Instituto Smithsonian (Wash-ington, Estados Unidos). Es profesor titular y director del Laboratorio de Biología Molecular Marina (Biommar) de la Universidad de los Andes.

Para afrontar la Cuarta  
Revolución Industrial

# EAFIT innova en educación con la Fábrica de Aprendizaje

Más que un laboratorio de prácticas tradicionales, la Fábrica de Aprendizaje es un espacio para que los estudiantes obtengan experiencia laboral mientras están en la Universidad. Es su primer contacto con la industria y un escenario similar al que les espera como futuros profesionales.

**Margarita Zuluaga Esquivel**

Colaboradora

En el espacio que antes compartían dos aulas tradicionales del Bloque 14 la Universidad EAFIT inauguró el 27 de septiembre de 2017 la Fábrica de Aprendizaje, que integra la academia con la industria en un escenario universitario.

A simple vista es un espacio con maquinaria, herramientas, tableros, computadores y puestos de trabajo colaborativos y flexibles, que asemejan una fábrica, pero este lugar toma vida con la aparición de los estudiantes que asumen un pa-

pel reflexivo, analítico y creativo en su proceso de aprendizaje experiencial.

Esta nueva estructura de enseñanza-aprendizaje es una réplica idealizada de la cadena de valor de la industria donde el aprendizaje es experiencial y sirve para fines educativos, investigativos y formativos en áreas como: fabricación, eficiencia energética, procesos de operaciones de servicio, entre otras.

De esta manera, ante los retos de la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial –una nueva manera de organizar los procesos y medios de producción, que tiende a su automatización total–, EAFIT se pone en sintonía con la construcción de este espa-

Foto: Robinson Heriao







El profesor Álvaro Guarín Grisales es el promotor de la Fábrica de Aprendizaje de EAFIT, única en el país, y que él mismo ha dado a conocer en Alemania, España y Argentina.

cio que le apunta a la innovación educativa en tres variables: ciclos de vida cortos, alta calidad y costos adecuados regulados por sistemas de comunicación que transforman empresas convencionales en empresas inteligentes.

## Sueño hecho realidad

Todo lo que se observa en esos 116 metros cuadrados que componen la Fábrica de Aprendizaje es el sueño cumplido de Álvaro Guarín Grisales, docente

## Resultados en el corto plazo

Esta propuesta innovadora, que le apunta a formar ingenieros de calidad y mucho más cercanos a la realidad del sector productivo, ha dado los siguientes resultados concretos en poco tiempo:

- Diseño y construcción de la Fábrica de Aprendizaje (Bloque 14-305).
- Desarrollo de prácticas experienciales en la Universidad EAFIT.
- Implementación de nuevas estrategias pedagógicas basada en los cuatro estilos de aprendizaje: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptos abstractos y experimentación activa.

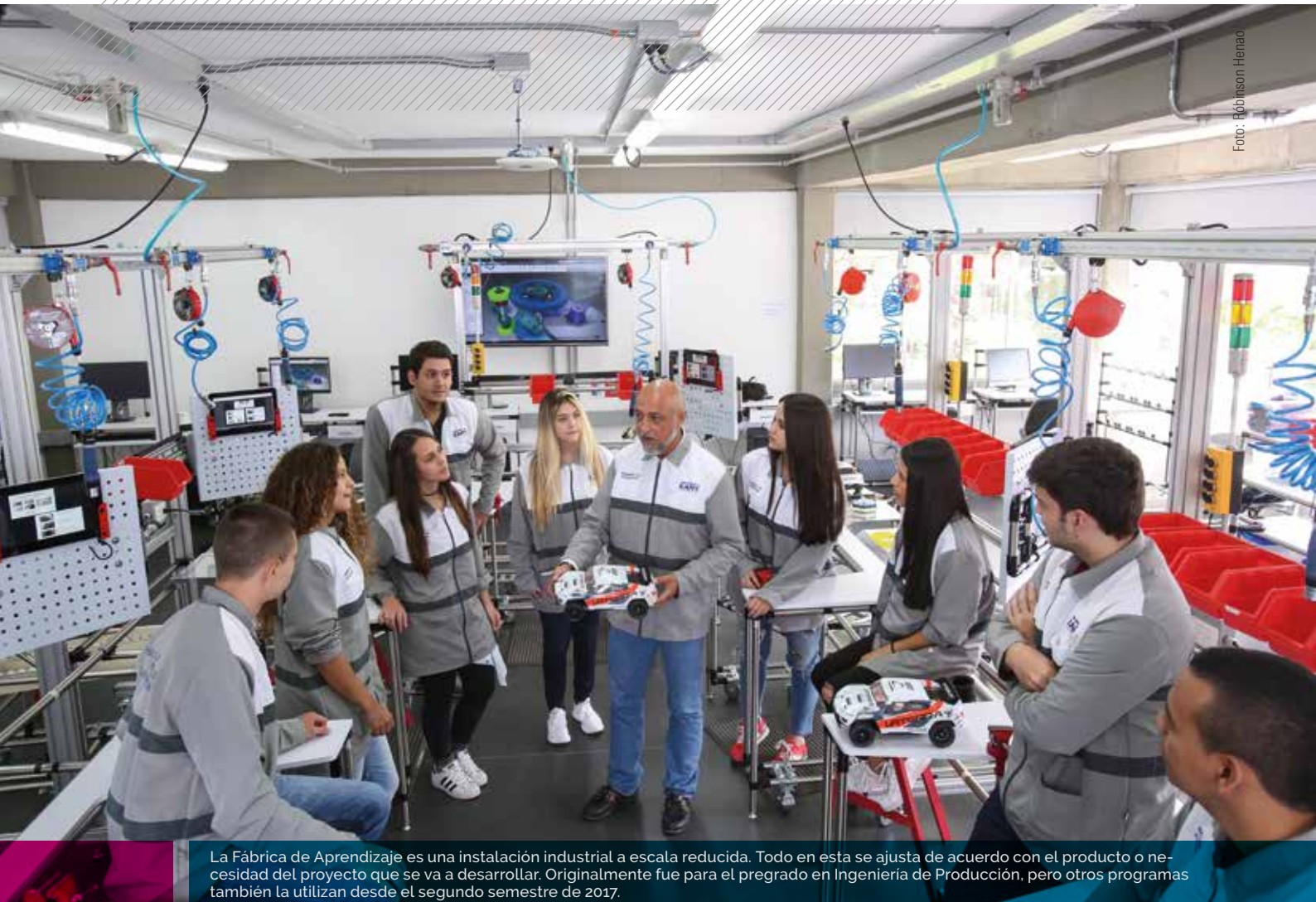


Foto: Robinson Heriaco

La Fábrica de Aprendizaje es una instalación industrial a escala reducida. Todo en esta se ajusta de acuerdo con el producto o necesidad del proyecto que se va a desarrollar. Originalmente fue para el pregrado en Ingeniería de Producción, pero otros programas también la utilizan desde el segundo semestre de 2017.

del Departamento de Ingeniería de Producción, quien venía planeando la Fábrica de Aprendizaje desde hace tres años.

**“En la Fábrica de Aprendizaje el estudiante es el ente activo del proceso, desde lo conceptual hasta la generación de conocimiento por la práctica experiencial”.**

El sueño comenzó por la necesidad de articular los currículos académicos mediante proyectos integradores y, tras evaluar alternativas de integración, la Fábrica de Aprendizaje dio respuesta a esta necesidad para articular capacidades académicas con problemas industriales reales, recuerda el profesor Álvaro Guarín. En ese momento, las primeras ideas

de lo que debía ser la Fábrica quedaron esbozadas a mano alzada en un papel que el profesor guarda para documentar el proceso.

Lo concreto era que se quería una planta industrial dentro de la Universidad para que los estudiantes pudieran realizar un proceso de aprendizaje activo y no tuvieran que desplazarse, pero también para evitar la dependencia con las autorizaciones de las empresas y de los ingenieros que facilitan las visitas de los estudiantes en práctica. Por eso, una ventaja es que la Fábrica está disponible para el estudiante el tiempo que la requiera.

La Fábrica de Aprendizaje es un concepto novedoso, pero no es reciente porque algunas universidades de los Estados Unidos lo vienen trabajando desde 1995. En Europa, las Fábricas de Aprendizaje fueron adoptadas como iniciativa oficial para la educación



de los ingenieros y, en Colombia, la primera en implementarse es la que está en el Bloque 14 de EAFIT.

Para el montaje de esta Fábrica de Aprendizaje, el profesor Álvaro Guarín, doctor en Diseño y Fabricación en Ingeniería Mecánica, cumplió con la definición que existe para este tipo de espacios, pues son consideradas "réplicas idealizadas de secciones de la cadena de valor de la industria, donde el aprendizaje tiene lugar en forma experiencial".

En palabras de Laura Marín Barrera, monitora de la Fábrica de Aprendizaje y estudiante de último semestre de Ingeniería de Producción de EAFIT, este lugar les permite a los estudiantes obtener experiencia laboral dentro de la Universidad. De esta manera, los conocimientos teóricos cobran sentido al poder vivir la rutina dentro de un espacio de este tipo.

## Aprender haciendo

Al llegar al aula el estudiante trae una teoría previa, que en los primeros minutos es refrescada por el profesor mediante la graficación del problema. Luego se forman los equipos de siete personas generalmente, quienes hacen parte de la primera corrida (línea de ensamble).

La Fábrica de Aprendizaje está en sintonía con los retos de la Cuarta Revolución Industrial, como una nueva manera de organizar los procesos y medios de producción.

Con las instrucciones que da el profesor se debe ensamblar un objeto. El primer acercamiento es el rompecabezas en acrílico, pero lo podrían hacer con cualquier material u objeto, por ejemplo, juguetes o electrodomésticos. En la Fábrica todo es versátil. Lo último que se ha imaginado el profesor Álvaro Guarín es proveer de agua a la Fábrica para hacer prácticas enfocadas en el sector alimenticio.

Estos ejercicios se utilizan en la práctica de Indicadores de Gestión, en la que los estudiantes revisan si la línea está balanceada, si los tiempos productivos son altos, si existen los cuellos de botella, entre otros aspectos. "En esos momentos en la Fábrica es cuando el estudiante se enfrenta de manera real a

situaciones que solo viviría estando en el sector productivo. Allí puede asumir el papel de jefe de calidad o de gerente", asegura Laura Marín, quien no pudo disfrutar la Fábrica de Aprendizaje como estudiante, pero ahora lo hace como monitora.

En estos nuevos estilos de aprendizaje, como el que ofrece esta divertida aula-instalación industrial, los papeles se invierten y el profesor deja de ser el centro de la clase para darle papel protagónico al alumno. "El estudiante es el ente activo del proceso, desde la parte conceptual hasta el desarrollo de su propio conocimiento", precisa el doctor en Diseño y Fabricación en Ingeniería Mecánica.

Se dice que el aprendizaje tradicional deja un 70 por ciento de conocimiento guardado en los "discos duros" de los estudiantes. Mientras más experiencial es la recepción de la información, más datos quedarán registrados. Ese es el valor real de la Fábrica.

Lo último que se le ha ocurrido a Álvaro Guarín, quien además es el coordinador del Grupo de Investigación en Tecnologías para la Producción, es certificar las "horas de vuelo" que el estudiante pasa en la Fábrica, al estilo de los pilotos de avión. En otras palabras, un estudiante podrá certificar las horas que pasa en la Fábrica, con el sello de EAFIT y muy pronto también serán certificadas por el sector industrial, debido a contactos en los que avanza el docente, quien le apuesta fuerte a las relaciones universidad-empresa.

## El creador de la Fábrica de Aprendizaje

Álvaro Guarín Grisales

Ingeniero mecánico, Universidad de Antioquia, y doctor en Diseño y Fabricación en Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica de Valencia (España). Es docente del Departamento de Ingeniería de Producción, de la Universidad EAFIT, donde es el coordinador del Grupo de Investigación en Tecnologías para la Producción y de la especialización en Rediseño de Productos.



# *Factoring:* una herramienta de liquidez para pymes



Foto: Shutterstock

Una de las ventajas del *factoring* es que no genera endeudamiento financiero y la tasa de interés cobrada en la operación es diferenciada, ya que se considera la capacidad de pago del pagador, explica la profesora Judith Vergara.





## La investigación *Determinantes del uso del factoring: evidencia empírica Factoring Bancolombia* es la primera de su tipo en Colombia que va más allá de la teoría al revisar este tema, con datos reales, para dar pistas sobre los factores que llevan a las empresas a usar este producto financiero.

Margarita Zuluaga Esquivel

Colaboradora

Las razones que llevan a un emprendedor a comenzar su proyecto empresarial son claras desde el momento cero de la iniciativa: ejecutar sus propias ideas, incrementar sus ingresos, aprovechar las tendencias del mercado, perseguir un sueño... Podría haber mil y un motivos para ser empresario.

Si la empresa es una pyme de los sectores comercio o manufactura puede presentarse un escenario que asusta a cualquier emprendedor: acumular facturas por cobrar y quedar ilíquido para pagar nómina o comprar materia prima. Lo tradicional sería acudir a un crédito con la banca, pero endeudarse para recuperar la liquidez financiera no es lo más óptimo.

“El estudio también ofrece posibilidades para que las compañías de *factoring* busquen profundizar en los otros sectores que no se vieron tan influenciados, pero tienen un alto potencial como son las microempresas”.

Todo este tema fue motivo de interés de dos investigadoras de la Universidad EAFIT: Judith Cecilia Vergara Garavito, profesora del Departamento de Finanzas, y Diana Carolina Guasca Chavez, magíster en Administración Financiera, para quienes resultó interesante revisar de manera particular una herramienta de financiamiento para las empresas antes mencionadas.

¿Si no es atractivo el crédito tradicional, qué otro recurso elegir cuando se requiere dinero con urgencia? El *factoring* fue la respuesta y la pregunta de investigación fue concreta en el sentido de cuáles son los factores que llevan a las empresas a optar por dicho recurso como fuente de financiación.

Para entender con facilidad qué es el *factoring*, la profesora Judith Vergara lo define como “un mecanismo de financiación mediante el que una empresa vende a un tercero (Factor) sus cuentas por cobrar, obteniendo liquidez a cambio de un precio que se paga sobre el valor global de dicha factura”.

En la práctica es un préstamo a corto plazo en el que la garantía es una factura de bajísimo riesgo.

### Europa vio nacer el modelo

Parte de la investigación se dedicó a buscar la evolución del *factoring* en el plano internacional. Europa es el que más historia tiene, pues “a finales del siglo XVIII los productores ingleses, en especial de textiles que tenían problemas al exportar, crearon una figura para solucionar problemas de iliquidez recurriendo a factores, quienes eran personas que prestaban servicios en los lugares de destino de mercancías y realizaban adelantos sobre la exportación”, dilucida la investigación.

Europa tomó la delantera desde hace tres siglos mientras que en Latinoamérica el crecimiento del uso de esta herramienta fue bastante débil y básicamente por la escasa regulación sobre el tema. Mientras en Chile las operaciones de factoraje representan el 13 por ciento del PIB, en Colombia apenas tuvo su auge en 2008 con el surgimiento de la Ley 1231 o de Facturas.

La profesora Judith Vergara explica que desde “la reglamentación de la Ley 1231 de 2008, el *factoring* ha venido tomando fuerza en Colombia y la aprobación de esa norma introdujo cambios favorables al régimen de facturas colombiano, lo que potencializa su mejor uso por parte de las pequeñas y medianas empresas”.



Foto: Shutterstock

El *factoring* no solo sirve para manejar el endeudamiento, sino que también puede utilizarse para crear alianzas, recalca la investigadora Diana Guasca.

Los cambios favorables que menciona la investigadora se refieren a que la norma permitió que se simplificaran los requisitos para que las facturas sean consideradas títulos valores, lo que valida su negociación.

En el panorama latinoamericano, de los 20 países que conforman la región solo 47,61 por ciento realiza operaciones de factoraje y la razón es la normatividad implementada, tal como sucede en Colombia.

## El negocio nacional

La investigación señala que solo 12 por ciento de las empresas de *factoring* se encuentran en Latinoamérica y, de ese porcentaje, hay 27 establecidas y vigila-

das por la Superintendencia Financiera de Colombia. De ese grupo la que más participación tiene en el mercado es Factoring Bancolombia que, a propósito, facilitó la información para realizar el estudio de las dos investigadoras de EAFIT.

En la práctica, el *factoring* es un préstamo a corto plazo en el que la garantía es una factura de bajísimo riesgo.

Los datos suministrados por Factoring Bancolombia son el gran valor de esta investigación porque "al realizar una revisión bibliográfica de los determinantes del *factoring*, se encuentra que son inexistentes los trabajos que muestran evidencia empírica para establecer los determinantes que conllevan su uso, especialmente en economías emergentes como las latinoamericanas".





Foto: Shutterstock

Solo 12 por ciento de las empresas de *factoring* se encuentran en Latinoamérica –señalan las investigadoras Judith Vergara y Diana Guasca– y, de ese porcentaje, hay 27 establecidas y vigiladas por la Superintendencia Financiera de Colombia. De ese grupo la que más participación tiene en el mercado es Factoring Bancolombia.

En otras palabras, la mayoría de trabajos sobre el tema presenta enfoques teóricos porque no hay fácil acceso a las bases de datos de los usuarios de *factoring*, contrario a lo que se presenta en este trabajo por la información suministrada por Factoring Bancolombia.

La investigación se basó en características de las empresas como sector, tamaño, tipo de sociedad, si existe una relación entre el uso del *factoring* con el nivel de endeudamiento, el nivel de ventas y el Ebitda\*. De una base de datos de 26.400 empresas se tomaron 568 que usan la figura del *factoring* con Bancolombia.

anónima y limitada, ya que los emprendedores son informales y no pueden acceder a esta figura por no contar con la suficiente formalidad.

Por último, los resultados del estudio permitirán que las compañías que ofrecen *factoring* en Colombia busquen profundizar en otros sectores que aún no han sido influenciados por esta herramienta.

Fuente: \*Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization (Ebitda), que traduce: ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones.

La Ley 1231 permitió que se simplificaran los requisitos para que las facturas sean consideradas títulos valores, lo que valida su negociación.

Del grupo de empresas estudiado la mayoría pertenece al sector comercio (grandes superficies) seguido por el de manufactura de insumos (farmacéutico).

Luego de plantear algunas hipótesis como que el *factoring* se usa en sectores donde la rotación de las cuentas por cobrar es mayor, se centra en compañías formalmente constituidas o toma más fuerza en las empresas de tamaño mediano con facturación creciente, las investigadoras llegaron a unas conclusiones.

Entre lo que concluyeron sobresale que “el *factoring* está apoyado en el sector, tipo de sociedad y tamaño, además de basarse en indicadores financieros que soportan la voluntad de buscar el factoraje”, señala Diana Guasca.

Para esta investigadora, estos hallazgos se constituyen en evidencia empírica para decir que el *factoring* es usado más por compañías de sociedad

## Investigadoras

### Judith Cecilia Vergara Garavito

Ingeniera financiera, Universidad de Medellín, y magíster en Administración de Negocios, Universidad EAFIT. Candidata a doctora en Administración Estratégica de Empresas, Pontificia Universidad Católica del Perú. Profesora del Departamento de Finanzas de EAFIT e integrante del Grupo de Investigación Finanzas y Banca (Gifyb). Áreas de interés: Finanzas corporativas, Valoración de empresas, Generación de valor y Finanzas conductuales.

### Diana Carolina Guasca Chávez

Magíster en Finanzas, Universidad EAFIT. En la actualidad es asistente comercial en Factoring Bancolombia S.A. C.F.



Foto: Robinson Henao

La línea de investigación Mercadeo y Moda pretende entregar productos que estén acordes con la Misión de EAFIT de contribuir al progreso científico del país.

# Hay una estampa eafitense en el abordaje de la moda

## Con un abordaje académico y científico, la Universidad EAFIT también da sus puntadas investigativas en el campo de la moda.

**Alejandro Gómez Valencia**

Periodista del Área de Información y Prensa EAFIT

Lo que está más a la vista de una pirámide es su punta. Sus bases, su historia, sus secretos están a una profundidad a la que se accede con indagación. De esa manera asumen su objeto de estudio los docentes eafitenses que integran la línea de investigación Mercadeo y moda. Los desfiles, las modelos, lo que se ve en la sección de farándula del noticiero es la punta de la pirámide.

Cómo se estructura la moda, las relaciones que crea el consumidor con esta, las claves que la hacen vital para la economía, su expansión, sus leyes, sus dinámicas y tantos aspectos relevantes están en la profundidad del análisis en sus investigaciones desarrolladas desde la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT.

+

**Toda investigación, sea en moda o en ingeniería, debe estar acorde con el método científico.**

Hablar de la relevancia del sector moda en el campo económico, en el social y en el cultural –no solo en Medellín, sino en Colombia y el mundo– es redundar. Basta un ejemplo para tener claro por qué este tema requiere investigaciones científicas: Amancio Ortega, cuatro veces el hombre más rico del mundo en el ranquin de la revista *Forbes*, ha construido un imperio valorado en 104.719 millones de euros, cifra equivalente a la deuda externa de Colombia. Lo ha logrado a partir de un taller textil que abrió en 1963, en la actualidad conocido como Indetex y que tiene cerca de 7.000 tiendas en todo el mundo bajo marcas como Zara, Massimo Dutti, Pull & Bear, Bershka y Stradivarius.

En Medellín, por el contexto local, ese sector textil-moda que mueve tantos números y estructuras ha sido estudiado desde varias perspectivas. Ana María Ortega Álvarez, docente de la Escuela de Administración, menciona que mientras algunas instituciones de educación superior abordan el tema desde la comunicación, el diseño y la producción, EAFIT se ubica en un espacio que faltaba por explorar y en el que estampa su sello: el mercadeo.

Desde ese punto de vista, los estudios de la Universidad giran en torno a la relación de los ado-

lescentes con la moda, la preferencia por comprar vestuario en Estados Unidos y la actitud de la gente frente a productos que expresan características similares a su personalidad.

### Hallazgos destacados

*Value segmentation of adolescents: a performance of appearance* es una de las investigaciones realizadas recientemente por Lina María Ceballos Ochoa y Mauricio Bejarano Botero, profesores del Departamento de Mercadeo de EAFIT.

El trabajo, publicado en mayo de 2017 en *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* – revista científica norteamericana dedicada al sector de la moda–, es un estudio etnográfico en Medellín para entender la relación de los adolescentes y la moda al identificar los valores que guían su comportamiento.

Los investigadores Lina Ceballos y Mauricio Bejarano hicieron un acompañamiento participativo con 16 adolescentes entre 13 y 18 años, en el que encontraron que valores como ser bien respetado, el sentido de pertenencia, la emoción, la diversión y el disfrute de la vida son los principales rasgos identificados entre los consumidores jóvenes de moda en la ciudad.

Otro de los hallazgos fue identificar que entre los jóvenes de Medellín existen cuatro grupos o estilos de vida, segmentación por valores en lenguaje del mercaderista de moda: Trending, Undercover, Luxury Pink y Free style, cada uno con sus propias características a la hora de vestir, sentir, relacionarse y consumir la moda.

### El concepto de congruencia

Otra investigación es en la que Lina Ceballos, PhD en Estudios de Consumidor, Vestuario y Retail con énfasis en Comportamiento del Consumidor, indagó por el efecto en los consumidores del concepto de congruencia, es decir, la actitud de las personas para comprar productos que expresan características similares a su personalidad y que conectan estéticamente más fácil que otros muy diferentes.





Foto: Robinson Henao

La línea ha publicado investigaciones como: *Value segmentation of adolescents: a performance of appearance; The effect of concept congruence on preference for culturally diverse apparel products; y Colombian consumers outshopping of apparel in the U.S.*

Este trabajo lo realizó la eafitense durante sus estudios de doctorado en la Universidad de Carolina del Norte, Greensboro (Estados Unidos), y la publicó en coautoría con su profesora Seoha Min.

En el estudio se le pidió a un grupo de personas, a través de la plataforma Amazon, evaluar varios diseños de acuerdo con 15 pares de adjetivos, por ejemplo, delicado-rudo, dominante-sumiso, racional-emocional o formal-informal. Luego les solicitaron que adjudicaran esos mismos adjetivos de acuerdo con su personalidad, para aplicar la teoría posteriormente. Una de las conclusiones a las que llegaron es que cuando hay una alta congruencia también hay una intención de compra más positiva del producto.

## Compras de vestuario en el exterior

La más reciente investigación de Lina Ceballos, en coautoría con Ana María Ortega y con Byoungho Jin, una de sus profesoras de doctorado, abordó el fenómeno de outshopping, que se refiere a las compras que los consumidores hacen por fuera de

su localidad. Específicamente, se enfocó en el caso de los colombianos que incluyen hacer compras de vestuario entre sus actividades de viaje a los Estados Unidos.

En el estudio identificaron, gracias a una recolección de datos a través de cuestionarios, que las actitudes de compra en los viajes a ese país norteamericano son más positivas en las mujeres que reportaban mayor autocontrol de gasto. También encontraron que mientras la influencia social generada por compañeros de viaje y familiares incide en esa actitud, la idea de conseguir prendas únicas no tiene una influencia significativa.

EAFIT ofrece programas de formación en mercadeo de la moda a través de cursos de pregrado y diplomados.

Estos trabajos evidencian la intención de la línea de investigación de presentar resultados pertinentes y relevantes para un sector que hace décadas dejó de tener epicentro en grandes capitales de Europa.

Un sector que genera dinámicas sociales y económicas importantes desde sitios tan reconocidos en el mundo como el bulevar de los Cam-

pos Eliseos en París o, guardando las proporciones, el sector de El Hueco en Medellín donde hay, por ejemplo, una empresa que vende cerca 150.000 prendas al año que se ofrecen por catálogos enfocados en consumidores de estratos 1 y 2, que representan alrededor de 90.000 millones de pesos anuales, puntualiza la profesora Lina Ceballos.

## Línea de investigación 'confeccionada' en EAFIT para entender la moda desde el mercadeo

La línea de investigación Mercadeo y Moda se desarrolla desde el Departamento de Mercadeo de la Escuela de Administración de EAFIT, y pertenece al Grupo de Investigación de Estudios en Mercadeo (GEM), que dirige el profesor Yaromir Muñoz Molina.

Esta línea se comenzó a 'tejer' en 2009, desde cuando en EAFIT empezó a ser fuerte el propósito de ser una universidad de docencia con investigación, acota Mauricio Bejarano Botero, profesor del Departamento de Mercadeo de la Institución.

Por eso, el profesor 'confeccionó' ese año una propuesta académica y científica junto a Lina María Ceballos Ochoa, PhD en Estudios de Consumidor, Vestuario y Retail, quien llegó a la Universidad con la intención de explorar la parte académica de su pasión por la moda.

Además de las investigaciones, esta línea también ha aportado a la formación, por ejemplo, a través de los diplomados —que se ofrecen en convenio con Inexmoda— y de los cursos de pregrado que han tenido buena aceptación, lo que se refleja en salones llenos de estudiantes.

La docente Lina Ceballos cree que parte del éxito es justamente el enfoque en el mercadeo y los consumidores en los que se centran los programas. Por eso, en las clases suele ver a ingenieros y diseñadores que quieren aprender sobre asuntos comerciales, costos, estrategia y marca. En parte, gracias a ese conocimiento que adquieren es que ahora algunos egresados ocupan cargos en Inexmoda, GEF, Maaji, entre otras.



Mauricio Bejarano, Ana Ortega y Lina Ceballos.

## Investigadores

### Lina María Ceballos Ochoa

Ingeniera de Producción, Universidad EAFIT; magíster en Administración de Negocios, Universidad de Gales (Reino Unido); PhD en Estudios de Consumidor, Vestuario y Retail con énfasis en Comportamiento del Consumidor, Universidad de Carolina del Norte (Greensboro, Estados Unidos).

### Luis Mauricio Bejarano Botero

Administrador de negocios, Universidad EAFIT, y magíster en Administración, Universidad de Barcelona (España). Es jefe del Departamento de Mercadeo, donde es docente y coordinador del área de Servicios, e integrante del Grupo de Investigación en Estudios en Mercadeo (GEM) de la Universidad EAFIT.

### Ana María Ortega Álvarez

Negociadora internacional, Universidad EAFIT; especialista en Mercadeo y magíster en Marketing Gerencial, Universidad de Viña del Mar (Chile). Es estudiante del doctorado en Administración Estratégica de Empresas, Pontificia Universidad Católica del Perú.

# Reconocimiento normativo de las personas con discapacidad, un proceso lento

**Garantizar el derecho a la autonomía de la voluntad de las personas con discapacidad cognitiva o mental es un reto de la normatividad colombiana. Una investigación interinstitucional aportó propuestas que están condensadas en un proyecto de ley que espera empezar su trámite en el Congreso de la República.**

**Felipe Sosa Vargas**

Colaborador

Pese a que existe una convención suscrita y ratificada por Colombia sobre los derechos de las personas con discapacidad cognitiva o mental, en el país existe un vacío normativo en relación con un trato igualitario, con autonomía, celebración de actos jurídicos y participación social de estas personas, según una investigación de las universidades EAFIT, San Buenaventura y Autónoma Latinoamericana.

*La capacidad jurídica a la luz de la convención de los derechos humanos de las personas con discapacidad y los procesos civil, familia, laboral y penal en Colombia* se titula la investigación realizada entre 2016 y el primer semestre de 2017.

+

**La investigación evidenció la necesidad de garantizar la capacidad jurídica de las personas con discapacidad mental o discapacidad cognitiva.**

Para garantizar el reconocimiento y la autonomía de las personas con discapacidad cognitiva acorde con los postulados de la Convención de Naciones Unidas sobre los derechos de las personas con discapacidad, Colombia debe eliminar los procesos de sustitución de la voluntad –procesos de interdicción–

y, en su lugar, implementar mecanismos de apoyo para la toma de decisiones de esta población, afirma la investigadora Adriana Elvira Posso Ramírez, directora del Consultorio Jurídico de EAFIT.

## Una transformación histórica

La Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad y su Protocolo Facultativo se firmaron el 30 de marzo de 2007. Colombia se adhirió en 2011 a esta Convención que surgió por la necesidad de contribuir con la transformación histórica que ha tenido la concepción de las personas con discapacidad que, en épocas no muy lejanas, se consideraban seres inútiles o enfermos.

Sin embargo, los cambios en las percepciones médicas y psicológicas han permitido avances en su inclusión social, pero no han evolucionado de manera paralela en todos los países. En 2001, la Organización Mundial de la Salud (OMS) entregó la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud, que estableció que la discapacidad no es una enfermedad, sino que tiene que ver con las barreras y el entorno donde viven estas personas.





Foto: Shutterstock

La contribución de corporaciones como Discapacidad Colombia posibilitaron que esta investigación lograra resultados en poco más de un año de labores.

Con la Convención se deja de mirar la discapacidad desde la salud y se ve como un sujeto de derechos y obligaciones. Un avance trascendental, ya que cuando a la persona se le ve desde el modelo médico aparece la mendicidad y la beneficencia, pero cuando se habla de un sujeto de derechos y obligaciones quiere decir que tiene que ser tratado como todos, asegura Mónica Isabel Hernández Ríos, quien en la investigación era integrante del grupo de investigación Derecho, Cultura y Ciudad de la Universidad de San Buenaventura (seccional Medellín) y en la actualidad es asesora del área de Derecho Laboral y Seguridad Social del Consultorio Jurídico de la Universidad Pontificia Bolivariana.

El uso de términos amigables, inclusivos y no peyorativos visualiza a esta población, pero no garantiza un cambio en los imaginarios colectivos.

No obstante, mientras la Convención establece que estas personas son sujetos de derechos y obligaciones, el Código Civil de Colombia no reconoce aún esa situación y les anula la autonomía y la voluntad, y es un tercero quien decide por ellos. Esto, pese a que la convención en su Artículo 12 indica que los países deben garantizar su derecho a ser propietarias y heredar bienes, controlar sus propios asuntos económicos y tener acceso en igualdad de condiciones a préstamos bancarios, hipotecas y otras modalidades de crédito financiero.

Por otra parte, la investigación evidenció además que muchos operadores jurídicos no conocen la Convención, que hace parte del bloque de constitucionalidad y que deben aplicarla. Es notorio el desco-

nocimiento, incluso, en instituciones que trabajan con personas con discapacidad.

"Faltan políticas públicas y campañas de sensibilización. Los operadores jurídicos son personas que tienen introyectado el chip del modelo paternalista y proteccionista", acota Geovana Andrea Vallejo Jiménez, de la Universidad Autónoma Latinoamericana. Para ella esa falta de rigor y actualización normativa lleva a que "en Colombia no haya una operatividad real de ese principio de autodeterminación de las personas con discapacidad"

## Trabajo interinstitucional

La investigación *La capacidad jurídica a la luz de la convención de los derechos humanos de las personas con discapacidad y los procesos civil, familia, laboral y penal en Colombia* se realizó entre 2016 y el primer semestre de 2017.

Participaron Adriana Elvira Posso Ramírez, directora del Consultorio Jurídico de la Escuela de Derecho. Mónica Isabel Hernández Ríos, quien para la época del estudio era integrante del grupo de investigación Derecho, Cultura y Ciudad, y coordinadora del Consultorio Jurídico de la Universidad de San Buenaventura (Medellín); y, en la actualidad, es asesora del Área del Derecho Laboral y Seguridad Social del Consultorio Jurídico de la Universidad Pontificia Bolivariana. También, Geovana Andrea Vallejo Jiménez, integrante del grupo de investigación Proceso Penal y Delito, adscrito a la Maestría en Derecho, Proceso Penal y Teoría del Delito de la Universidad Autónoma Latinoamericana.



La necesidad de garantizar el derecho a la autonomía de estas personas en la toma de decisiones y de proveerles un sistema de apoyos es un reto para el sistema normativo colombiano.

Foto: Shutterstock

## En búsqueda de leyes claras

Las conclusiones de esta investigación interinstitucional se convirtieron en insumo para un comité convocado por el Ministerio de Justicia y del Derecho para elaborar el proyecto de Ley 248 de 2017, que busca definir los alcances de la normatividad a favor de las personas con discapacidad. El proyecto fue radicado el 6 de abril de 2017, pero aún no comienza su trámite en el Congreso de la República.

Procesos como la interdicción reducen la autonomía de las personas con discapacidad. Sin embargo, no ha habido modificaciones legislativas al respecto.

El documento parte de determinar que las personas con discapacidad han padecido de limitantes para sus derechos en aspectos como el acceso al sistema de salud o para ejercer con plenitud los derechos sexuales, reproductivos, a conformar una familia y a contraer matrimonio. Esta problemática tiene tres dimensiones (familiar-social, educativa y jurisprudencial) que impacta el derecho civil, de familia, laboral y seguridad social. Y, en el caso del derecho penal, este debe adaptar cambios importantes, incluso en la imputación de cargos y defensa.

Otro aporte del trabajo fue actualizar la guía para la realización de pericias psiquiátricas o neurológicas forenses, con fines de interdicción judicial o inhabilitación, luego de que el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses solicitara al equipo investigador realizar un informe técnico sobre dicho documento. La actualización se basó en la Convención de los Derechos Humanos para las personas con discapacidad, conforme también con la clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud.

## Lo que viene

A diferencia de Norteamérica y Europa, Latinoamérica apenas está empezando a aplicar los conceptos y a cambiar la percepción sobre estas personas. Ha sido un cambio muy lento, pues incluso desde el lenguaje aún son normales los términos peyorativos. La Convención acogió un lenguaje incluyente, en el que se antepone el término 'persona' a la discapacidad. Un avance en Colombia fue que la sentencia C-478 de 2015 eliminó el lenguaje discriminatorio de la mayoría de normas.

Para Adriana Posso en Colombia falta todo por hacer en este tema para "eliminar barreras arquitectónicas, culturales, educativas, laborales y sociales", por eso asegura que se debe trabajar en cambiar el concepto erróneo de discapacidad, que en "la mayoría de los casos se equipara con enfermedad e incapacidad".

La necesidad de garantizar el derecho a la autonomía de estas personas en la toma de decisiones y de proveerles un sistema de apoyos es un reto para el sistema normativo colombiano, pero ese ejercicio de la capacidad jurídica y esos apoyos deben respetar sus derechos, su voluntad y propender para que nunca se decida por ellas. El reto es alto, pero es la manera de garantizar la inclusión de un grupo que históricamente ha permanecido al margen de la vivencia de sus derechos.

Por todo lo anterior, las investigadoras hacen un llamado al Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para comenzar a difundir campañas de sensibilización para comprender que las personas con cualquier tipo de discapacidad no son seres extraños, que tienen capacidad de decisión y autonomía.



Foto: Shutterstock

Las conclusiones de esta investigación han sido insumo de decisiones de los consultorios jurídicos de universidades como EAFIT.

## + Conclusiones de la investigación

Desde que se ratificó la Convención en 2011, en Colombia son pocos los cambios presentados en la sociedad y, a excepción de algunas normas como la Ley Estatutaria 1618 de 2013 –que ordena a las instituciones públicas la adopción de medidas de inclusión de las personas con discapacidad–, se carece de legislación efectiva.

“Se sigue desconociendo el derecho fundamental de autodeterminarse, en especial cuando se trata de personas con discapacidad intelectual, lo que se justifica en teorías paternalistas o que devienen de considerar a la discapacidad como una enfermedad”, dice el artículo *La capacidad jurídica de las personas con discapacidad en Colombia y los nuevos retos normativos*, publicado en la revista *Derecho*, Volumen 8 N°1 (2017) de la Universidad CES.

“Mientras la sociedad no cambie el imaginario colectivo se seguirán cercenando los derechos y libertades de las personas con discapacidad, pues no se les permitirá decidir libremente como corresponde a cualquier persona, sobre el derecho a conformar una familia, a contraer matrimonio, a tener hijos, a conformar una unión marital, celebrar actos jurídicos, acceder a un trabajo digno, adquirir derechos pensionales, participar activamente como víctima o como acusado en el proceso penal, obtener beneficios del sistema penitenciario, entre otros”, concluye la investigación.



## Investigadoras

### Adriana Elvira Posso Ramírez

Abogada, Universidad Autónoma Latinoamericana (Medellín); especialista en Derecho Procesal y Privado, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Es directora del Consultorio Jurídico de la Escuela de Derecho de la Universidad EAFIT.

### Mónica Isabel Hernández Ríos

Abogada, Universidad de San Buenaventura (Medellín); especialista en Derecho Laboral y Seguridad Social y magíster en Derecho, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Es docente, investigadora y asesora del área de Derecho Laboral y Seguridad Social del Consultorio Jurídico de la UPB.

### Geovana Andrea Vallejo Jiménez

Abogada, Institución Universitaria de Envigado; especialista en Derecho Penal, Universidad EAFIT, y doctora en Derecho de la Universidad de León (España). Es docente investigadora en la Universidad Autónoma Latinoamericana.



# Industria cementera Con programación matemática puede proteger el medioambiente

Con su tesis de investigación doctoral en Ingeniería, Nora Cadavid Giraldo creó un modelo para optimizar los procesos en la cadena de suministros y producción en la industria cementera, una de las más contaminantes en el mundo.

Rafael González Toro

Colaborador

- + El acercamiento inicial fue con un poco de temor. Pero el desconocimiento no hizo que Nora Cadavid Giraldo dejara de intentar. Por eso contactó a la coordinación del doctorado en Ingeniería de la Universidad EAFIT y planteó su trabajo. Quería enfocar su investigación para mejorar el medio ambiente en los procesos industriales.

Su formación como geóloga y su experiencia en el tema ambiental durante varios años no fueron un impedimento. Al contrario, fue así como ella, *ad portas* de aplicar al doctorado en Ingeniería, decidió meterse en una línea de trabajo que hasta ese momento le era desconocida: la gestión de la producción.

"No sabía en qué mundo estaba entrando. Nos encontramos un problema pertinente y para mí fue una sorpresa conocer las herramientas con las que la Ingeniería Industrial trabaja y que no han permeado la gestión ambiental. Esa alianza no es común en Colombia y es muy poderosa. Es entender la programación matemática para luego aplicarla en la gestión



Foto: Shutterstock

A pesar de los altos costos de inversión que requiere la actualización tecnológica o los mayores costos operativos asociados al uso de combustibles más limpios, el modelo propuesto permite encontrar soluciones atractivas términos ambientales y financieros.

ambiental y eso me dejó muy contenta", manifiesta la investigadora Nora Cadavid.

Después de un acercamiento con Argos, que contribuyó de manera decisiva en la comprensión y formulación del problema, y tras un año de trabajo duro con el profesor y doctor en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Mario César Vélez Gallego, el tema de la investigación del doctorado de Nora quedó planteado: el mejoramiento ambiental de cadenas de suministro y producción en la industria del cemento.

En 2012, la geóloga obtuvo la Beca de Colciencias para cursar el doctorado en Ingeniería, comenzó a trabajar de la mano del profesor Mario Vélez y así se unió al Grupo de Investigación en Gestión de Producción y Logística del Departamento de Ingeniería de Producción de EAFIT.

"En este caso el problema era cómo hacer lo mismo que trabajamos en el grupo de investigación minimizando los impactos ambientales. Y cómo mantener la rentabilidad del negocio siendo amigable con el medio ambiente. Más en la industria del cemento, que es uno de los productos más contaminantes en el mundo, no solo en la cadena de suministros, sino

en la producción del mismo en la que se quema la caliza; y al quemarse se genera  $\text{CO}_2$ ", sostiene el profesor Mario Vélez.

Así, la investigación se centró en armar el rompecabezas de la cadena de producción de la cementera y lograr intervenirla para encontrar una combinación beneficiosa para que sea viable en términos ambientales y comerciales.

**El modelo entrega un conjunto de soluciones eficientes para que, quienes toman las decisiones empresariales, elijan la nueva estrategia de operación.**

Con una muy buena parte de información que es pública, la eafitense hizo un inventario de todas las posibles tecnologías, los combustibles usados y las emisiones asociadas. Además, del consumo energético requerido para producir una tonelada de cemento.

"El problema genérico de negociación entre beneficios ambientales y económicos, en el diseño de un sistema de producción, encuentra en los clásicos conjuntos de Pareto asociados a la solución de los



Según la Agencia Internacional de Energía, la actualización tecnológica de las plantas de producción de cemento, que operan en la actualidad en el mundo, permitiría una reducción hasta 30 por ciento del consumo energético global del sector.

problemas multiobjetivo su más clara representación”, acota la doctora en Ingeniería.

Por eso, en lo que se refiere al mejoramiento ambiental de las cadenas de suministro, esa estructura multiobjetivo se ha aplicado a la gestión de los procesos de manufactura y al diseño de la red logística. O de ambos elementos de forma simultánea para reconocer así su compleja interacción.

+

“En el planeta se siguen operando sistemas de producción ineficientes y tecnologías obsoletas en la industria cementera”: Mario Vélez.

## ¿Por qué el cemento?

El objeto de estudio de la cadena de suministro de las cementeras es particularmente interesante por tres razones. Primero, contribuye con el 5 por ciento de las emisiones globales de gases con efecto invernadero. Segundo, su ineficiencia global ha sido cuantificada, estimando un potencial de ahorro energético superior al 30 por ciento del consumo actual. Y, tercero, el cemento es un producto de muy alto consumo y la demanda es creciente en países en vías de desarrollo como Colombia.

Por esto, ante la meta global de reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, la industria se ve abocada, necesariamente, a mejorar sus procesos. Es decir, debe aumentar la producción para atender la demanda creciente, y aun así, reducir sus emisiones totales.

“De ahí la importancia de utilizar esta industria como caso de estudio y de abordar el problema del mejoramiento ambiental en cadenas de suministro en operación. Y más si se tiene en cuenta que en el planeta se siguen operando sistemas de producción ineficientes y tecnologías obsoletas”, asegura Mario Vélez, doctor en Ingeniería Industrial y de Sistemas.

La investigación cobró mayor importancia al tenerse en cuenta que para una empresa cementera, con varias plantas de producción, cada una con diferentes niveles de obsolescencia y variada oferta de combustibles, el diseño de estrategias de mejoramiento ambiental se convierte en un problema complejo.

Por eso, durante los cuatro años de trabajo del doctorado de Nora Cadavid se usaron herramientas de modelación matemática, que permitieron recurrir a técnicas computacionales para programar la evaluación de todos los posibles escenarios de mejoramiento hasta encontrar los que entregaban soluciones eficientes al problema.

“El modelo de decisión desarrollado describe exactamente las condiciones de operación de una cadena de suministro de cemento. Cualquier empresa del sector podría implementar el modelo mediante el uso de un software tipo solver y, con esta herramienta, diseñar estrategias que respondan de manera simultánea a la necesidad de minimizar el impacto ambiental y maximizar la rentabilidad, incluyendo escenarios de pago por emisiones”, explica la doctora eafitense.

## Modelo aplicado a otros sectores

Según la investigadora, un paso siguiente es adaptar el modelo a otros sectores industriales. Así se ampliaría al máximo su potencial como herramienta para tomar las decisiones de mejoramiento que la industria adeuda a la protección del medio ambiente.

En 2017, Nora Cadavid logró obtener el título de doctorado en Ingeniería de la Universidad EAFIT, con su tesis *Environmental Improvement Of Operating Supply Chains. A Multi-objective Approach for the Cement Industry Case*.

El modelo entrega un conjunto de soluciones eficientes para que, quienes toman las decisiones empresariales, elijan la nueva estrategia de operación. Dado que las compañías naturalmente están orientadas por objetivos financieros, son los mecanismos públicos los que deben estimular la adopción de escenarios más limpios, a través de normas o instru-





Foto: Shutterstock

Ante la meta global de reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, la industria cementera se ve abocada, necesariamente, a mejorar sus procesos para atender la demanda creciente y reducir sus emisiones totales.

mentos económicos como el pago por emisiones.

Por esta razón, también se modeló el impacto de los mecanismos de pago por emisiones. Al reformular el problema para estos esquemas, los resultados muestran que solo costos mayores a los del mercado actual del carbono estimularían la adopción de los escenarios más limpios. Adicionalmente se encontró que el efecto del aumento en el cobro por las emisiones no implica una tendencia lineal en la reducción de las mismas.

El trabajo se desarrolló gracias al programa de Doctorados Nacionales de Colciencias y también contó con aportes de Cementos Argos S.A. en la formulación del problema, el desarrollo de pruebas de desempeño del modelo y la cofinanciación. Esta compañía también fue fundamental en la validación final del modelo.

Y aparte de los resultados académicos directos, para la eafitense y para el Grupo de Investigación en Gestión de Producción y Logística las enseñanzas a partir de esta experiencia de trabajo interdisciplinario fueron grandes y queda planteado un horizonte de proyección muy interesante y pertinente.

"Fui abiertamente acogida en el área de la investigación de operaciones. Por encima de los detalles descritos, confirmo que la gestión ambiental de los procesos productivos necesita las herramientas matemáticas propias del área. El trabajo interdisciplinario es indispensable, dada la complejidad de los problemas que afrontamos", concluye la doctora en Ingeniería, para quien los temores iniciales quedaron a un lado.



## Investigadores

### Nora Cadavid Giraldo

Geóloga, especialista en Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, y doctora en Ingeniería, Universidad EAFIT. Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Es integrante del Grupo de Investigación en Gestión de Producción y Logística de EAFIT.

### Mario César Vélez Gallego

Ingeniero de producción, Universidad EAFIT; magíster en Ingeniería, Georgia Institute of Technology (Estados Unidos); magíster en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes, y doctor en Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Internacional de Florida (Estados Unidos). Profesor del Departamento de Ingeniería de Producción e integrante del Grupo de Investigación en Gestión de Producción y Logística de EAFIT.

# El Estado interpretado desde el séptimo arte

El estudio encontró que, en la cinematografía nacional analizada, el Estado colombiano sí está representado. Esto le permitió a la abogada Alicia Betancourt determinar el papel que interpreta y la percepción que se tiene de este.

La monografía de grado *Derecho y cine colombiano: un acercamiento a los poderes públicos del Estado*, de la abogada Alicia Betancourt Mainieri, ofrece una perspectiva innovadora para ayudar a los estudiantes en la comprensión del Estado y de las normas jurídicas.

+



Foto: Shutterstock

**Mónica María Vásquez Arroyave**

Colaboradora

El abordaje del cine colombiano no desde una mirada estética ni de entretenimiento, sino como una herramienta pedagógica para entender el derecho, es la investigación con la que la estudiante de la maestría en Derecho de EAFIT, Alicia Betancourt Mainieri, busca romper paradigmas en la academia y sentar un precedente en las universidades del país.

*Derecho y cine colombiano: un acercamiento a los poderes públicos del Estado* es la monografía de grado para optar al título de abogada por parte de Alicia

Betancourt, en la que analiza la representación del Estado en las diversas películas abordadas, así como la manera en la que los personajes de estas lo perciben. El trabajo se basa en las tres funciones públicas de esta forma de organización política –judicial, legislativa y administrativa–, a partir de filmes producidos en el país entre 1981 y 2011.

Las películas analizadas fueron: *La estrategia del caracol* (Cabrera, S., 1993), *Canaguaro* (Kuzmanich, D., 1981), *Cóndores no entierran todos los días* (Norden, F., 1983), *Golpe de estadio* (Cabrera, S., 1998), *La toma de la embajada* (Durán, C., 2000), *La pena máxima* (Echeverry, J., 2001), *Soñar no cuesta nada* (Triana, R., 2006), *Los colores de la montaña* (Arbeláez, C.C., 2011) y *Porfirio* (Landes, A., 2011).

“Debemos repensar nuestro derecho expresado en el cine, deleitarnos con la cinematografía nacional y redescubrir nuestro arte”: Alicia Betancourt.

Para María Virginia Gaviria Gil, docente de la Escuela de Derecho de EAFIT y coordinadora de Posgrados, este trabajo tiene un sustento en el que no solo se toman unas películas para analizar asuntos jurídicos, sino que la investigadora parte de un rastreo teórico y metodológico para enfrentarse al material y desarrollar el análisis y las conclusiones.

## Resultados

Dentro de los resultados de la investigación, dirigida por la profesora María Virginia Gaviria, está el aporte del cine para comprender las sociedades y generar producciones jurídicas más pertinentes con relación a los requerimientos de la población, así como la posibilidad de entender, a partir de la representación del Estado en el séptimo arte, la necesidad de una presencia estatal más humana.

Precisamente, Alicia Betancourt, especialista en Derecho Público, se motivó a trabajar el tema atraída por la investigación sobre derecho y cine adelantada por su tutora, la cual consideró innovadora. Le pareció, además, una manera amena y diferente de estudiar conceptos de esta rama.

En este sentido, en la cinematografía nacional analizada la eafitense encontró que el Estado colombiano sí está representado. Esto le permitió determinar el papel que interpreta y la percepción que se tiene de este.

La abogada Alicia Betancourt aclara que la representación es diferente de la percepción, dado que la



## Una investigación innovadora

La metodología empleada en la investigación *Derecho y cine colombiano: un acercamiento a los poderes públicos del Estado* se asemeja, según la estudiante Alicia Betancourt, a la utilizada en el libro *El perfil del jurado* (Gómez Colomer, 2005), en la que el autor hace un recorrido inicial por varias obras que abordan el tema del jurado, realiza una breve alusión del tema representado y luego se centra en una película en particular: *Doce hombres sin piedad* (Lumet, 1957).

No obstante, dentro de sus novedades están: el estudio del derecho colombiano a través del cine, la revisión de la percepción que se representa del Estado colombiano, el estudio simultáneo de la representación de conceptos jurídicos en varias películas y la creación de una propuesta metodológica para estudiar el derecho a través del cine, de manera que se puedan abarcar aspectos que las metodologías tradicionales no tienen a su alcance.

En el marco teórico y en la metodología se encontraron desarrollos similares en otros países, sobre todo de tradición anglosajona. Lo mismo en España, donde desde hace algunos años se realizan investigaciones sobre cine y derecho. Sin embargo, en el ámbito nacional la literatura no es tan abundante y no se encontraron trabajos donde se abordara el cine para explorar asuntos jurídicos, expresa María Virginia Gaviria Gil, para quien la investigación es novedosa en Colombia.

primera responde a cómo aparece el Estado en el cine y, la segunda, a cómo lo perciben los personajes: como un elemento subjetivo, asociado a las emociones.

**"Se puede continuar una línea de investigación o un semillero en el que se aplique y mejore la metodología, y se estudien diversos campos del derecho". Alicia Betancourt Mainieri, estudiante de la maestría en Derecho de EAFIT.**

"Encontré un profundo arraigo de la idea del Estado, aunque esta varía en su representación y en la percepción que tienen los personajes. Me llamó la atención que el sentimiento de ausencia estatal se genera por el ejercicio irregular de los poderes públicos", afirma la especialista en Derecho Público.

En su concepto, el Estado en el cine es aleatorio y caótico. Aparece, en ocasiones, como un actor protagonista y, en otras, como un actor invisible que solo se manifiesta a través del diálogo.

"Una de las justificaciones de esta investigación es que el cine representa una realidad cercana a la percibida socialmente, es decir, al ideario colectivo. Además, ha registrado la realidad del país a través del tiempo", puntualiza la abogada.

## Alcance

Hacia el futuro, Alicia Betancourt menciona que los resultados de este trabajo servirán para profundizar algunas líneas que quedan abiertas para investigar, así como para aplicar y mejorar la metodología propuesta.

Y es que dentro de las ventajas pedagógicas del cine está su facultad para cautivar la atención e interés de los estudiantes, además de constituirse en una opción didáctica para acercarse al conocimiento jurídico. La abogada eafitense lo ha llevado a la práctica en la labor docente para explicar algunos temas y presentar ejemplos a partir de escenas.

Otras de las metodologías implementadas tienen que ver con actividades académicas electivas, en las que los estudiantes deben elegir la película que consideren adecuada para identificar y explicar cómo uno de los temas estudiados puede ser representado en la misma.

Según la profesora María Virginia Gaviria, una de las grandes virtudes de la relación entre derecho, literatura y cine es que muestra una perspectiva distinta de las normas jurídicas. Por eso, lo considera el inicio de una línea de investigación que se quiere profundizar en el futuro, con la participación de otros estudiantes.

"Se pueden mostrar, de manera muy cercana, las realidades sociales. También, las emociones de las personas y su actitud frente al poder público y a las normas jurídicas, que son visiones que normalmente los abogados no han tenido en cuenta", acota la docente de Derecho.

Como producto de la monografía de grado para optar al título de abogada, Alicia Betancourt escribió un artículo académico publicado en la revista *Precedente* de la Universidad Icesi de Cali. Este producto se articuló dentro del proyecto *Relaciones entre el Derecho, la literatura y el cine*, de la línea de investigación Derecho, Política, Cultura e Historia, del Grupo de Investigación Derecho y Poder de la Universidad EAFIT.

La edición de dicho artículo estuvo orientada por las profesoras María Virginia Gaviria y Lina Fernanda Buchely Ibarra, directora de la Maestría en Derecho de Icesi, quien afirma que fue incluido en dicha publicación por su calidad académica e innovación metodológica.



Foto: Shutterstock

El Estado en el cine es aleatorio y caótico. Aparece, en ocasiones, como un actor protagonista y, en otras, como un actor invisible que solo se manifiesta a través del diálogo, señala la investigadora Alicia Betancourt.

Para Lina Buchely, lo más destacable del trabajo radica en el tratamiento otorgado a las categorías jurídicas (Estado, administración pública, legalidad, entre otras) en el análisis de la producción cinematográfica. Al indagar cómo el Estado aparece en el cine, el estudio responde a preguntas frecuentes en las ciencias sociales que tienen que ver con cómo aparece también en la vida de las personas.

"Estos trabajos y estas preguntas tienen mucho sentido en contextos como el colombiano, donde nos acostumbramos a pensar que el Estado no está, nos ha abandonado o no existe. Alicia tiene, entonces, respuestas a cómo los colombianos representamos al Estado, la legalidad y lo público en el cine", sostiene Lina Buchely.

De acuerdo con ella, existen pocas investigaciones que usan el cine y las producciones audiovisuales en el contexto de estudios jurídicos, por lo que califica este trabajo como pionero en ese uso, que podría explorarse más en la academia jurídica.

En cuanto a la posibilidad de usar este conocimiento a favor de las nuevas producciones cinema-

tográficas del país, la estudiante de la maestría en Derecho considera que es posible, debido a que su trabajo propone una metodología de investigación y no solo los resultados del análisis del Estado.

## La investigadora

### Alicia Betancourt Mainieri

Abogada y especialista en Derecho Público de EAFIT. Es estudiante de la maestría en Derecho, con beca de la Institución, al estar vinculada a la investigación sobre derecho urbano –tema que trabaja en la actualidad– desarrollada por el Centro de Estudios Urbanos y Ambientales (Urbam) y por el profesor Dany Granda Jaramillo, coordinador de la especialización en Derecho Urbano.



# Kratos: tres retos para aprender, investigar e innovar



Foto: Robinson Herrera

Estudiantes y profesores de distintas disciplinas de la Universidad EAFIT participan en el programa Kratos que estimula la innovación y la resolución de problemas complejos en distintos campos.



+

## Equipos interdisciplinarios de EAFIT, con apoyo de empresas privadas, se encargan de volver realidad en 2018 un vehículo electrosolar, una microsonda y un equipo que competirá en supercomputación.

Juan Fernando Rojas Trujillo

Colaborador

Así como Kratos personificó en la mitología griega la fuerza y el poder, universidad y empresa se unen para fortalecer y potenciar una estrategia de aprendizaje experiencial que suma investigación e innovación con viabilidad financiera.

Kratos, programa concebido en la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT, impulsa el talento humano colombiano en competencias internacionales y mediante una tendencia pedagógica de formar a partir de retos y en temas que guardan estrecha relación con la industria, destaca Juan Luis Mejía Arango, rector de la Institución.

Para darle viabilidad financiera a esta plataforma presentada en septiembre de 2017 en EAFIT, Alejandro Arias Salazar, uno de los coordinadores de Kratos, explica que visitaron más de 35 empresas hasta que Postobón se vinculó como aliado principal, con un aporte de 625 millones de pesos.

Por su parte, RCN (radio y televisión) se vinculó con una contraprestación de 200 millones de pesos en notas informativas y publicidad, y el Grupo TCC aportará 100 millones de pesos en transporte de piezas y logística necesaria, acota Alejandro Arias, jefe del pregrado en Mercadeo de la Universidad.

Gracias a la propuesta gana-gana, mientras la empresa financia, la Universidad a cambio brinda beneficios educativos, comerciales y de consultoría a los patrocinadores.

Desde la óptica de Postobón, para apoyar a Kratos fue determinante el esfuerzo de internacio-

nalización de EAFIT, la voluntad de vincularse con iniciativas de innovación abierta y la manera en que se presentó el proyecto por parte de los estudiantes que quieren "probar su conocimiento en concursos especializados", manifiesta Martha Falla González, directora de Sostenibilidad de esta compañía que en 2018 formará a 20 de sus empleados en temas de innovación mediante maestrías, especializaciones y diplomados en la Universidad.

"Los estudiantes que participan en Kratos sumarán capacidades investigativas para resolver diversos problemas": Félix Londoño, director de Investigación de EAFIT.

En ese sentido, Kratos abre otro camino de relacionamiento con las empresas, no solo desde la solución de problemas o prestación de servicios, sino en alianzas colaborativas que impulsan la innovación y una mejor preparación del capital humano que necesita el sector privado en el futuro próximo, puntualiza Adriana García Grasso, directora de Innovación EAFIT.

### Innovación abierta

Los proyectos de Kratos tienen como objetivos: primero, tener un reto claro, preciso y de alto impacto; segundo, conjugar saberes interdisciplinarios en torno a un solo proyecto; tercero, transformar métodos de aprendizaje que van más allá del aula; cuarto, empoderar estudiantes de pregrado para liderar iniciativas

## Construir sobre lo construido

Los tres retos de Kratos tienen como antecedente las siguientes experiencias eafitenses:

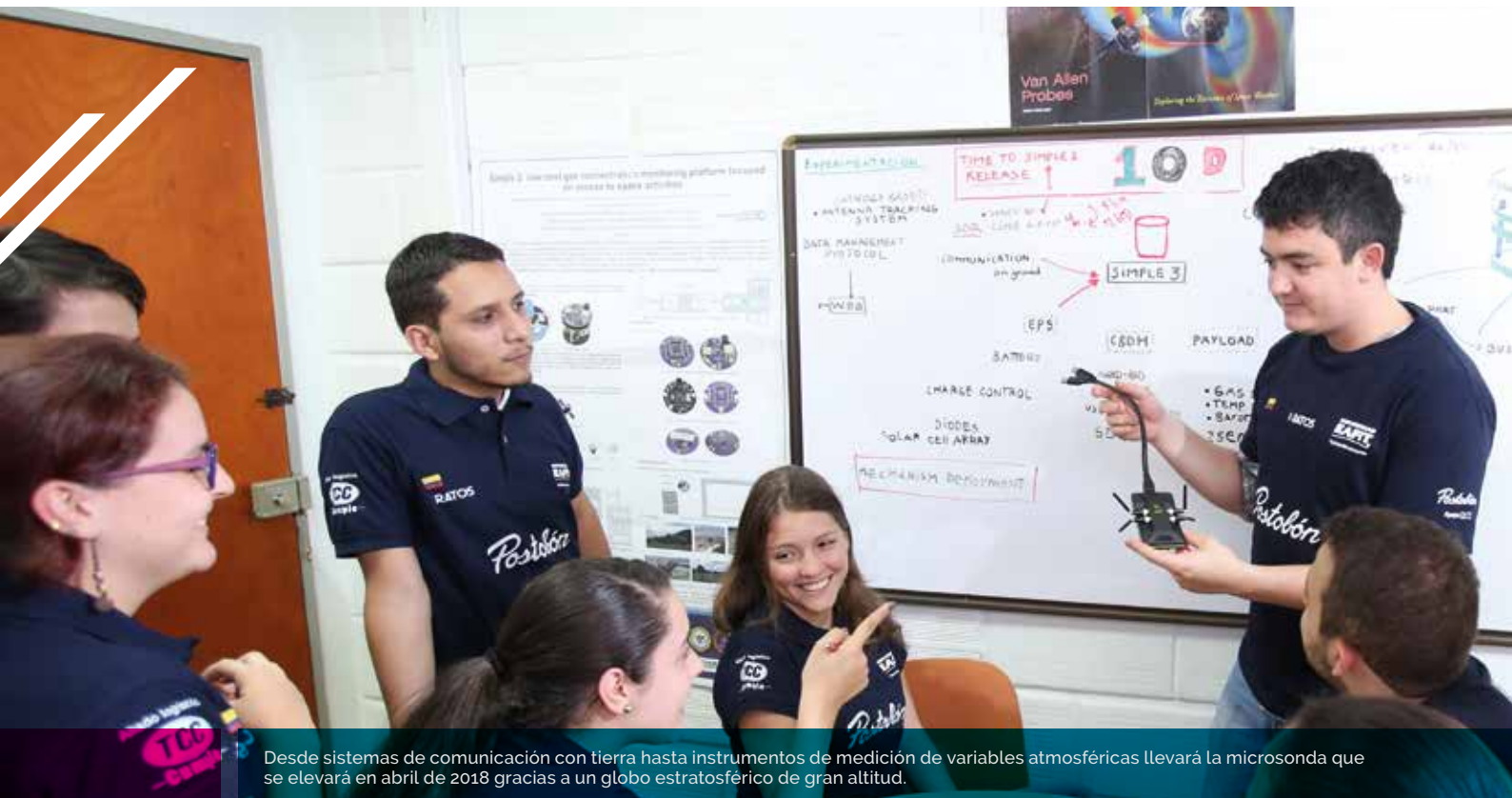
**Vehículos electrosolares:** Primavera I y II (2013 y 2015), desarrollados en alianza con EPM, compitieron en el World Solar Challenge (Australia). Cambria (2016) compitió en el ilumen European Solar Challenge.

**Satélites:** el semillero de investigación de Cohetería y Propulsión, vinculado al Grupo de Investigación en Mecánica Aplicada, desarrolló en 2016 un satélite tipo CanSat. En

2014, el Grupo de Investigación en Electromagnetismo Aplicado (Gema) elevó el EAFIT-HAB1, un globo de gran altitud que participó en el Global Space Balloon Challenge.

**Supercomputación:** desde que la Universidad abrió en 2012 el Centro de Computación Científica Apolo, en la Institución se han acelerado los tiempos de cálculos y simulaciones requeridas en investigaciones de distintos campos. Mediante la alianza con Purdue University (Estados Unidos), los estudiantes de EAFIT han participado desde 2014 en concursos de supercómputo en Estados Unidos, Alemania y China.

Año	Eventos de supercómputo	Congreso/Conferencia	Lugar
2014	Student Cluster Competition 14 - SCC14	SC14	New Orleans, Louisiana (Estados Unidos)
2015	ISC15	ISC15	Frankfurt, Alemania
2015	Student Cluster Competition 15 - SCC15	SC15	Austin, Texas (Estados Unidos)
2016	ASC16	ASC16	Wuhan, China
2016	Student Cluster Competition 16 - SCC16	SC16	Salt Lake City, Utah (Estados Unidos)



Desde sistemas de comunicación con tierra hasta instrumentos de medición de variables atmosféricas llevará la microsonda que se elevará en abril de 2018 gracias a un globo estratosférico de gran altitud.

que crean nuevo conocimiento, y quinto, vincular a la empresa privada para generar más innovación abierta.

Para alcanzar dichos objetivos, Kratos reúne el conocimiento de 90 voluntarios, entre estudiantes y docentes de las seis escuelas de EAFIT, quienes donan su tiempo y dedicación a: una microsonda satelital, un vehículo electrosolar y un equipo multidisciplinar experto en supercomputación.

De esta manera, al abrir más espacios a sus estudiantes en concursos internacionales de alto nivel, EAFIT estimula la innovación y la resolución de problemas complejos en distintos campos.

Como manifiesta Félix Londoño González, director de Investigación de EAFIT, "Kratos es un cambio de paradigma en la formación de los estudiantes. No solo aprenden desde el hacer, sino que responden a retos de innovación desde múltiples disciplinas y suman capacidades investigativas para enfrentar problemas reales".



Foto: Robinson Henao

+

## Líderes del proyecto

### Manuel Esteban Acevedo Jaramillo

Negociador internacional, Universidad EAFIT. Especialista en Estado, Políticas Públicas y Desarrollo, especialista en Economía y magíster en Estudios Interdisciplinarios sobre Desarrollo, Universidad de los Andes. Es el Decano de la Escuela de Administración de la Universidad EAFIT.

### Alejandro Arias Salazar

Ingeniero de Diseño de Producto, especialista en Mercadeo y magíster en Mercadeo, Universidad EAFIT. Es jefe del pregrado en Mercadeo de EAFIT y uno de los coordinadores de Kratos.

### Juan Esteban Escalante Gómez

Ingeniero de Producción, magíster en Administración y magíster en Gerencia de Proyectos, Universidad EAFIT. Candidato a doctor en Administración Estratégica de Empresas, Pontificia Universidad Católica del Perú. Es profesor del Departamento de Organización y Gerencia de la Universidad EAFIT, y coordinador financiero y de planeación del programa Kratos.

### Juan David Pineda Cárdenas

Ingeniero de Sistemas, Universidad EAFIT; candidato a magíster de la Universidad Oberta de Cataluña (España). Docente del Departamento de Sistemas de la Universidad EAFIT. Coordinador técnico de Apolo. Es el director técnico del proyecto de supercomputación de Kratos.

### Juan Sebastián Rodríguez Cuartas

Ingeniero mecánico y estudiante de la maestría en Ingeniería de EAFIT, becado por la Dirección de Investigación. Integrante del Grupo de Investigación Mecánica Aplicada y coordinador del semillero de investigación de Cohetería y Propulsión. Es el director técnico del proyecto de globo estratosférico de Kratos.

### Sara Aguilar Barrientos

Negociadora internacional y magíster en Ciencias de la Administración, Universidad EAFIT. Es la jefa del pregrado en Negocios Internacionales y la coordinadora de Aprendizaje de Kratos.

### Leonardo Santa Moreno

Ingeniero mecatrónico, Escuela de Ingeniería de Antioquia. Magíster en Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), donde fue pasante de investigación en el grupo de Automática y Diseño (A+D). Es director técnico del proyecto de vehículo electrosolar de Kratos.



# Multidisciplinaria frente a los retos

## La sonda que medirá la contaminación atmosférica

En abril de 2018 concursará la microsonda satelital tipo CanSat en el Global Space Balloon Challenge con prototipos de 62 países.

El artefacto pesará de 3 a 4 kilos y lo elevará un globo estratosférico de gran altitud inflado con hidrógeno, que ascenderá entre 35 y 40 kilómetros de la superficie. El globo estará unido por una cuerda a un paracaídas, un detector de radar (para ser detectado por aviones) y una canastilla (góndola) donde irá un CanSat (en forma de lata de refresco), manifiesta Juan Sebastián Rodríguez, director técnico del proyecto.

Contendrá sistemas de comunicación con tierra e instrumentos que miden variables meteorológicas, así como presencia en la atmósfera, por ejemplo, de amoníaco, dióxido de carbono, entre otros. Un segundo CanSat, que cumple la misma función, se ubicará de forma periférica en la sonda.

En su construcción participan 30 estudiantes, entre ingenieros y administradores de negocios, quienes se distribuyen el trabajo por subsistemas: comunicación del satélite, electrónica y circuitos, diseño del globo, mecánica (llenado del globo), digitalización 3D para ensamblar componentes y logística y administración de recursos, acota Mariana Mejía Uribe, estudiante de segundo semestre de Ingeniería de Procesos.

Los datos recogidos por la sonda servirán de insumo para el proyecto doctoral de uno de los integrantes, que busca explicar cómo el material particulado y contaminante del Valle de Aburrá, por acción de los vientos, se deposita e impacta zonas biodiversas del país.

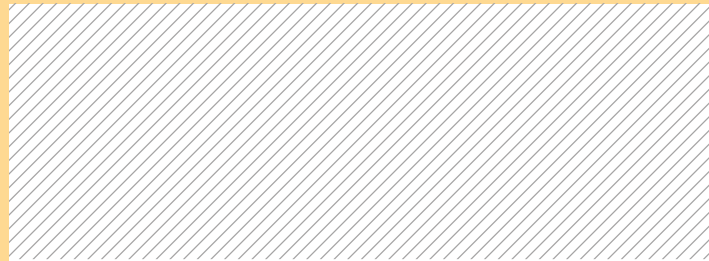


Ilustración: Sara López

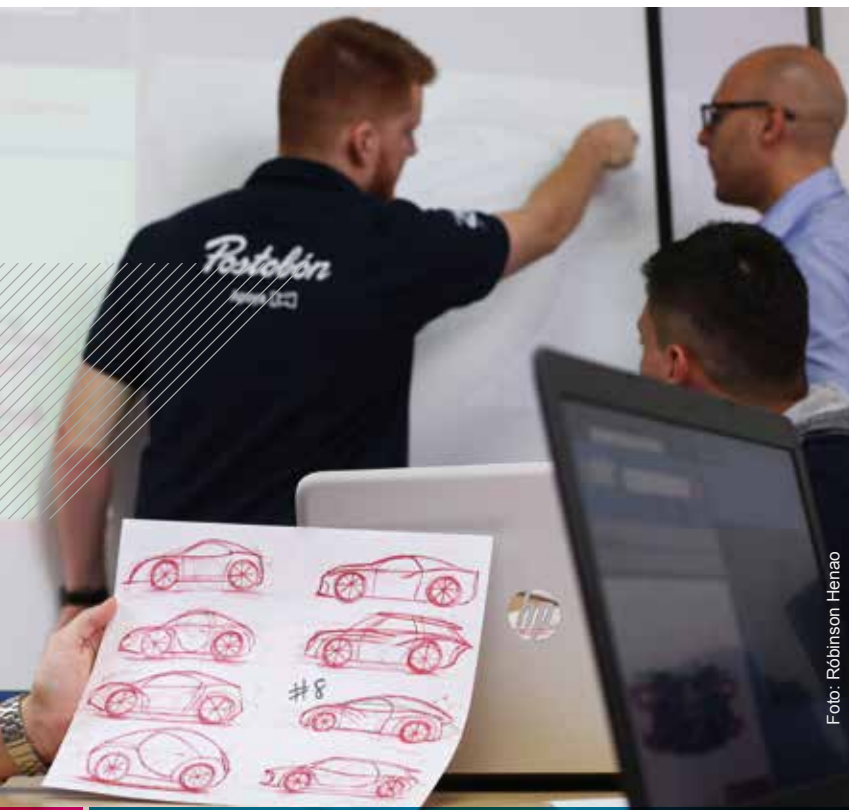


Foto: Robinson Henao

Estos son algunos de los bosquejos del vehículo electrosolar que hace parte de Kratos, en cuya construcción participan 50 estudiantes de EAFIT.

### Cincuenta cerebros harán rodar un carro electrosolar

En septiembre de 2018 competirá el vehículo electrosolar (aún sin bautizar) en el ilumen European Solar Challenge, una carrera de 24 horas en una antigua pista de Fórmula 1 en Heusden-Zolder (Bélgica). Tres cartas de innovación componen este proyecto Kratos:

**Multidisciplinariedad:** 50 estudiantes de diversos pregrados pensando por fuera del aula de clase en torno a un automóvil concebido desde cero durante seis meses en su parte mecánica, eléctrica, carrocería, panel solar, estrategia de carrera y logística.

**Diseño formal:** más comercial y cercano en su línea a cualquier vehículo coupé, que implica más comodidades para el conductor y autopartes más convencionales.

**Construcción económica:** se estima en 300 millones de pesos (70 mil dólares) sin lujos como carrocería en fibra de carbono como la de otros prototipos de universidades europeas y asiáticas con más años compitiendo y mayor financiación.

El objetivo es superar las condiciones técnicas de Cambria, disponer de una batería de mayor duración y superar los 120 kilómetros por hora alcanzados en la competencia de 2016, indica David Castro Fandiño, estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto.



Foto: Robinson Henao

### Alistando a la selección Colombia de supercomputación

En noviembre y durante tres días en el Supercomputing 2018 (SC18), en Dallas (Texas, Estados Unidos) –la mayor competencia global de estudiantes de pregrado en esta disciplina– probará sus conocimientos el equipo multidisciplinar experto en supercomputación para cálculos avanzados en modelado y simulación por medio de técnicas de computación de alto rendimiento y computación científica.

En el Centro de Computación Científica Apolo de EAFIT se entrena el equipo compuesto por siete estudiantes de Ingeniería de Sistemas, además de estudiantes de Psicología, Administración de Negocios, Mercadeo y Negocios Internacionales. El tutor es Juan David Pineda Cárdenas, coordinador técnico de Apolo.

En el SC18 los eafitenses primero deberán diseñar una arquitectura para construir un supercomputador con el software y el hardware que permita llegar a velocidades de procesamiento adecuadas para enfrentar diversos retos. Esto, después de haber conseguido un fabricante (IBM, Dell, HPE Lenovo u otros) que preste la máquina con la arquitectura para –con distintos datos y aplicaciones– resolver problemas desde descifrar contraseñas (criptografía) hasta cómo se comporta un nuevo material hipotético (dinámica molecular) o inclusive simular el comportamiento de fenómenos ambientales como cambio climático.

Uno de los retos es la mystery app, de la que solo se dan requerimientos durante la competencia. Por ejemplo, en una versión anterior se tuvo que simular el comportamiento del huracán Katrina con base en unas variables dadas, puntualiza el tutor Juan David Pineda.

# Catorce grupos de investigación de EAFIT ascendieron en el escalafón de Colciencias

El 60 por ciento de los 44 grupos de investigación de la Universidad están en las categorías A1 (15) y A (11), lo que respalda y consolida la Misión Institucional. Los investigadores eafitenses también subieron de categoría.



Foto: Robinson Henao

Para Félix Humberto Londoño González, director de Investigación de EAFIT, los resultados obtenidos con Colciencias son una evidencia de que la Institución avanza en su posicionamiento y en las capacidades de investigación representadas en los grupos.



+

**Mónica María Vásquez Arroyave**

Colaboradora

Cuatro grupos de investigación de EAFIT ascendieron a la categoría A1 o A plus, la máxima clasificación otorgada por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), como reconocimiento a "las actividades de generación de nuevo conocimiento de la más alta calidad", la formación de capital humano y la apropiación social del mismo.

Se trata de los grupos: Administración y Organizaciones, Estudios Internacionales, El método analítico y sus aplicaciones en las ciencias sociales y humanas, y Laboratorio CAD/CAM/CAE, con los que ya son 15 en alcanzar ese nivel.

De otro lado, los grupos de investigación en Información y Gestión, y el de Desarrollo y Diseño de Procesos, se ubicaron en la categoría A. Por su parte, los de Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop), Justicia y Conflicto, Estudios Musicales, Centro de estudios urbanos y ambientales (Urbam), Tecnologías para la Producción, Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (Ilexs), y Aprendizaje e Innovación Educativa quedaron en la categoría B. El de Biodiversidad, Evolución y Conservación pasó a ser reconocido.

De acuerdo con Félix Humberto Londoño González, director de Investigación de EAFIT y PhD in Electrical and Computer Engineering de West Virginia University, en la convocatoria 781 de Colciencias 2017 los 44 grupos de investigación de la Institución se sostuvieron o mejoraron su escalafón, lo que significa un avance muy importante y, a la vez, el reto para la Universidad de mantener esos porcentajes. (Ver gráfico 'Grupos que aumentaron su nivel').

## Investigadores reconocidos

En relación con los investigadores, en 2017, EAFIT también avanzó en las categorías Sénior, Asociado y Junior respecto a la convocatoria anterior (2016).

En cuanto al número de investigadores Sénior, por escuela, la cifra de dos se mantuvo para la de Administración; en la de Ciencias se pasó de dos a cuatro; la de Economía y Finanzas de uno a cuatro; la de Humanidades de dos a cuatro, y la de Ingeniería de siete a 12. (Ver gráfico: 'Categorización de los profesores de EAFIT por parte de Colciencias').

Para Agostinho Joao Ramalho Almeida, profesor asociado de la Escuela de Ciencias, ser catalogado por

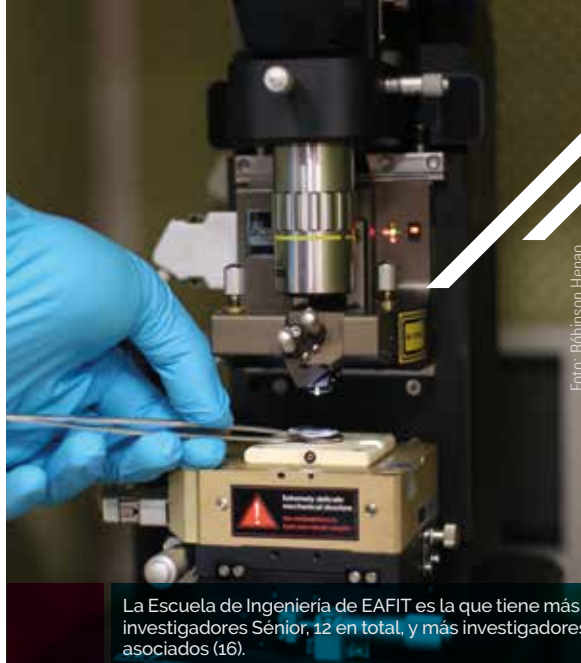


Foto: Robinson Heirao

La Escuela de Ingeniería de EAFIT es la que tiene más investigadores Sénior, 12 en total, y más investigadores asociados (16).

Colciencias como Investigador Sénior refleja el esfuerzo de una carrera dedicada a la ciencia, la tecnología y la innovación, así como el respaldo académico y científico de EAFIT.

"Es una demostración clara de que es posible potenciar el vínculo académico con el sector privado. En mi caso, ser biólogo e investigar en áreas de las ciencias de la vida, pero con la experiencia como gerente de inversiones en el sector financiero o como director de operaciones de la Corporación Ruta N. Esto es un mensaje muy importante del valor que puede agregar la experiencia en los dos campos", precisa el docente.

Este reconocimiento surgió, asegura Ramalho Almeida, como fruto de sus logros, entre estos 20 publicaciones científicas internacionales (A1), y el trabajo con estudiantes de doctorado, maestría y pregrado en diferentes áreas del conocimiento.

En la actualidad, él continúa centrado en la biología molecular y celular en hongos patógenos, área de su doctorado en Ciencias de la Salud de la Universidade do Minho (Portugal) y de su posición posdoctoral en la Fundação para Ciência e Tecnologia (Portugal). Dice que quiere colaborar en diferentes campos del saber, por ejemplo, en el área de la administración, con modelos de gestión de conocimiento en agencias de innovación; y en el de la salud, con desarrollo de métodos diagnósticos y preventivos en la población colombiana y latinoamericana.

"En este momento nuestras investigaciones se centran en desarrollar nuevos materiales basados en nanoestructuras para aplicaciones en el agro, así como en contribuir a la calidad del medio ambiente",  
Mónica Álvarez.

Por su parte, Diego Alonso Agudelo Rueda, coordinador del Grupo de Investigación en Finanzas y Banca de EAFIT, refiere que la clasificación como Investigador Sénior representa para él la acreditación de una serie de

## Grupos que aumentaron su nivel

Nombre	Clasificación de grupo 2016	Resultados 2017
Administración y organizaciones	A	A1
Grupo de Investigación en Estudios Internacionales	B	A1
Grupo de Investigación en Información y Gestión	B	A
Ciencias Biológicas y Bioprocesos (CIBIOP)	C	B
Biodiversidad, Evolución y Conservación	NA	Reconocido
Justicia y Conflicto	C	B
El método analítico y sus aplicaciones en las ciencias sociales y humanas	B	A1
Estudios Musicales	C	B
urbam - Centro de estudios urbanos y ambientales	C	B
Laboratorio CAD/CAM/CAE	A	A1
Tecnologías para la Producción	C	B
Grupo de Desarrollo y Diseño de Procesos	C	A
Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (IEXS)	NA	B
Aprendizaje e Innovación Educativa	NA	B

publicaciones en el área de mercados financieros, enfocadas en Colombia y países emergentes.

"Son nueve artículos ISI/Scopus y dos libros textos producidos en ocho años, así como 10 proyectos de grado asesorados en la maestría en Finanzas. Todo este trabajo tiene como fin contribuir con una mayor comprensión de las potencialidades de nuestros mercados financieros, así como de las técnicas y variables que permiten invertir en los mismos con mayor efectividad, y ha contado en especial con la cooperación de la Bolsa de Valores de Colombia y de un grupo de excelentes estudiantes de la maestría en Finanzas y del pregrado en Economía", explica el profesor Diego Rueda, doctor en Finanzas de Indiana University.

"Ser reconocido como Investigador Sénior representa, hacia el futuro, un compromiso aún mayor con el desarrollo de los mercados financieros colombianos", Diego Agudelo.

En opinión de Mónica Lucía Álvarez Láinez, profesora titular del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto y doctora en Física de Materiales de la Universidad de Valladolid, el concepto de Investigador Sénior implica un reconocimiento a quienes presentan una trayectoria en investigación y cumplen con los criterios establecidos por Colciencias, y cuya clasifica-

ción es tenida en cuenta para asignación de puntos en diversas convocatorias.

"Sin embargo, considero que para un sistema de financiación de ciencia, tecnología e innovación como el de Colombia esto hay que matizarlo, ya que los recursos cada vez son más escasos y hay nuevas personas incorporándose a diferentes grupos o centros de investigación", sostiene la catedrática.

Para Johnny Javier Orejuela Gómez, jefe del pregrado en Psicología de EAFIT, ser catalogado como Investigador Sénior por Colciencias significa que el Estado, en nombre de la comunidad científica y de la sociedad, ha hecho un reconocimiento a su esfuerzo académico y personal, a su disciplina como científico, así como a su aporte en el campo de la psicología.

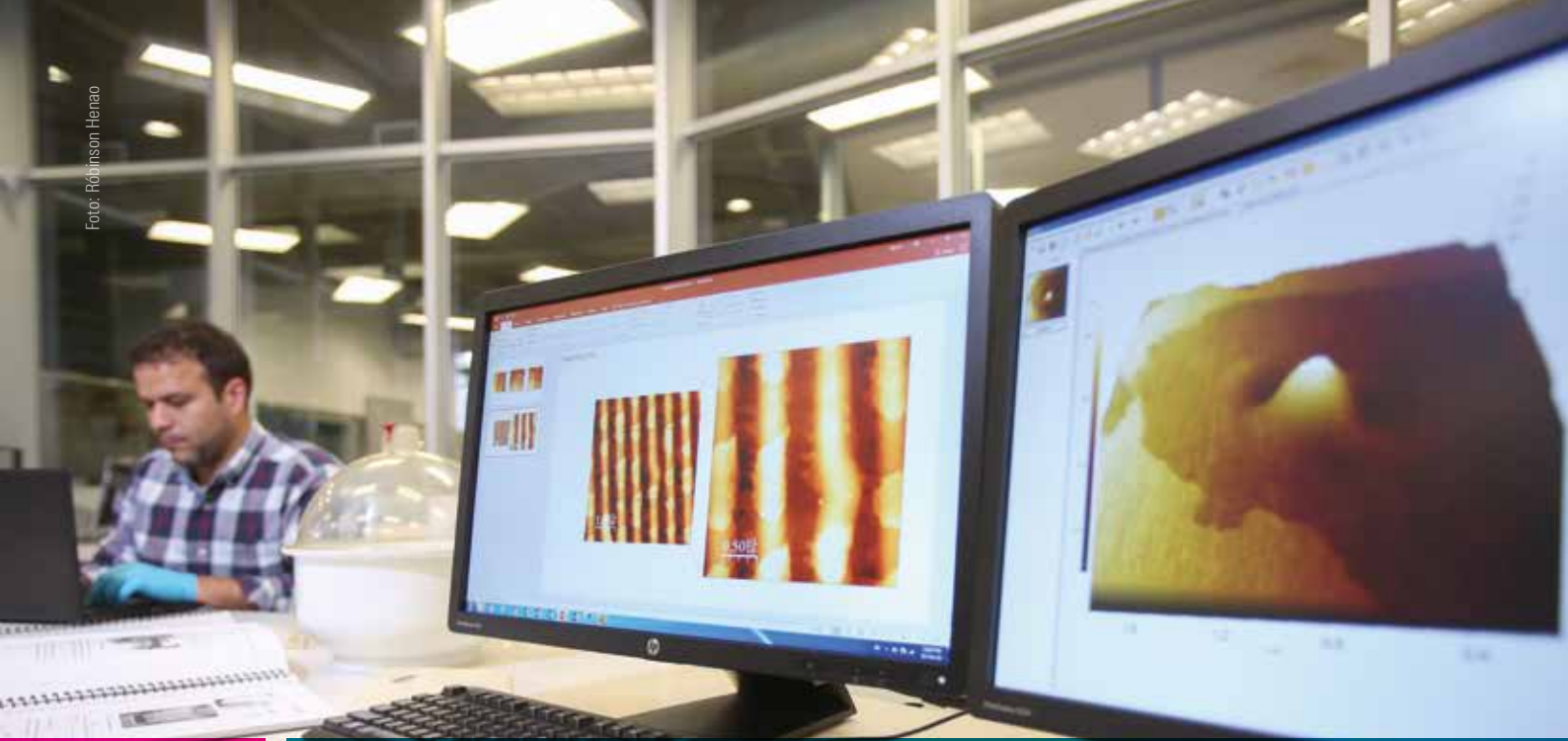
No obstante, considera que "el sistema de reconocimiento simbólico, si bien es necesario y satisfactorio, aún es insuficiente, pues este no se traduce en formas materiales de afirmación de la retórica del reconocimiento, en becas de posdoctorado, publicaciones y apoyos para estancias internacionales. En Brasil, por ejemplo, eso implica presupuesto para investigación, viajes, estancias sénior y salario (en el sector público).

Johnny Orejuela explica que sus temas de investigación se inscriben en un campo novedoso en Colombia llamado las clínicas del trabajo y, en la actualidad, se enfoca en la publicación de un libro sobre este tema en el que aborda los efectos del malestar subjetivo, derivados de la fragmentación laboral. También trabaja con colegas en dos libros sobre la formación de psicólogos, en un proyecto que cubre Iberoamérica.

Por último, el número total de Investigadores Asociados para todas las escuelas fue de 53 en 2016, y de 61 en 2017. Entre tanto, los Investigadores Junior pasaron de 100 a 102, en la última convocatoria de Colciencias.

### Se mantienen en A1

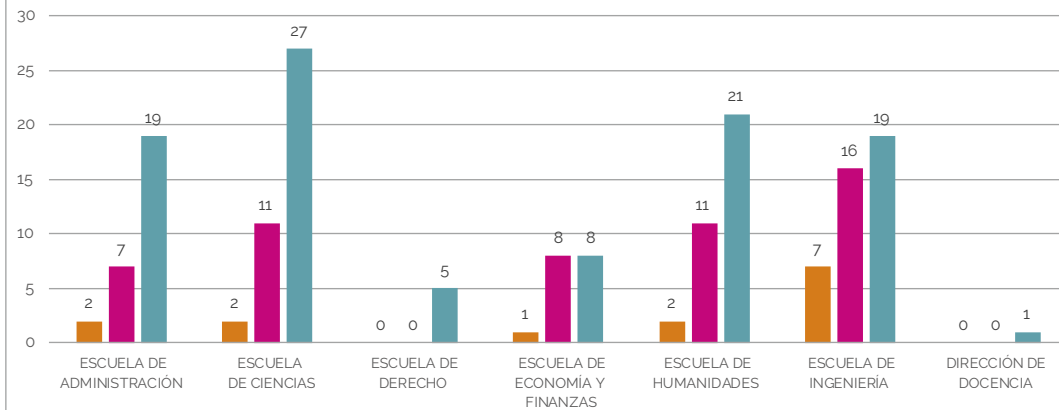
Los grupos de investigación: Electromagnetismo Aplicado, Área de Ciencias del Mar, Finanzas y Banca, Estudios en Economía y Empresa, Research in Spatial Economics (Rise), Estudios en Filosofía, Hermenéutica y Narrativas, Mecánica Aplicada, Ingeniería de Diseño (Grid), Materiales de Ingeniería (GME) y Sociedad, Política e Historias Conectadas conservan, por dos años consecutivos, el máximo escalafón de Colciencias.



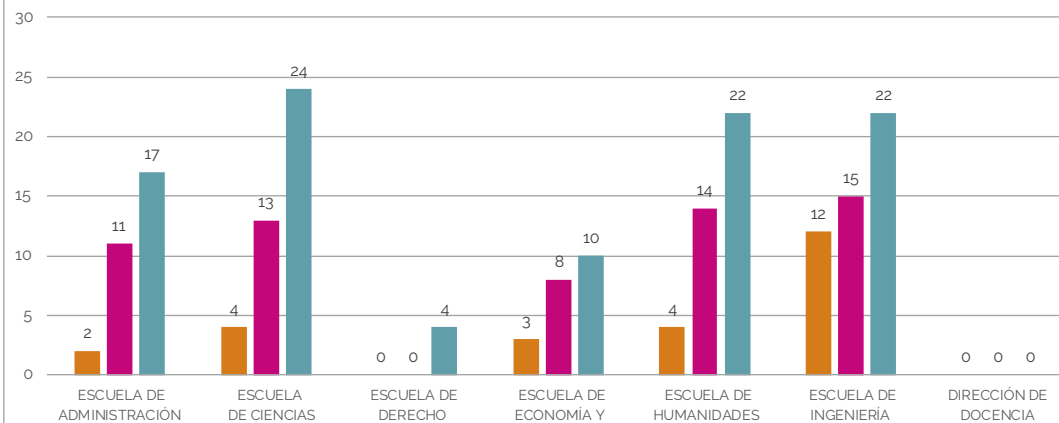
De los 44 grupos de investigación de la Universidad, 43 son reconocidos por Colciencias.

## Categorización de los profesores de EAFIT por parte de Colciencias

### Categorías investigadores Colciencias 2016



### Categorías investigadores Colciencias 2017



■ Sénior ■ Asociado ■ Junior



# El videolaringoscopio, una creación de la alianza Simdesign

La alianza Simdesign para innovar en salud, entre el Hospital Pablo Tobón Uribe y las universidades CES y EAFIT, dio origen a un nuevo dispositivo que resuelve una necesidad médica y sirve para el entrenamiento de estudiantes del área de la salud.

Ana María Jaramillo Villegas

Colaboradora

En el mundo se practican millones de cirugías al día. Solo en el Hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín se realizan en promedio 1.300 al mes y, de estas, unas 800 podrían necesitar intubaciones.

La intubación es un procedimiento que consiste en introducir un tubo hasta la entrada de los pulmones para dar respiración artificial al paciente. Aunque se usa principalmente en cirugías con anestesia general, también se implementa en pacientes que están en cuidados intensivos, necesitan reanimación o tienen alguna enfermedad pulmonar.



Dicho procedimiento se hace con un laringoscopio, cuya versión convencional se utiliza desde hace más de 50 años. Sin embargo, en los últimos tiempos, se han desarrollado nuevos tipos, llamados videolaringoscopios, equipados con luces y cámaras que permiten visualizar en un monitor el procedimiento realizado.

Precisamente, a esto le apuntó la alianza Simdesign, entre el Hospital Pablo Tobón Uribe y las universidades EAFIT y CES, que creó un videolaringoscopio que se encuentra en proceso de patente.

Una innovación que se dio gracias al aporte de cada institución: EAFIT, con su experticia en ingeniería y diseño de productos, patentes y administración; la



Foto: Robinson Henao

Este dispositivo, equipado con luz y cámara, facilitará los procesos de intubación y el entrenamiento del personal médico.

Universidad CES, con su saber en currículos para la enseñanza de la medicina y su experiencia en modelos de simulación, y el Hospital Pablo Tobón Uribe con sus necesidades clínicas y su experticia médica.

## El origen

“Hace muchos años, cuando apenas estaba estudiando medicina, tuve un accidente muy grave. Entré a sala de cirugía. Estaba bajo efectos de unas sustancias relajantes y podía sentir dolor y escuchar, pero no podía ni parpadear. Oí a una persona en

formación diciendo, profe, no veo nada, no puedo intubarlo. Y yo no podía respirar”, recuerda José Fernando Arango Aramburo, anestesiólogo del Hospital Pablo Tobón Uribe.

A partir de esta anécdota, pero mucho tiempo después, este anestesiólogo con curiosidades de ingeniero, tuvo una idea para mejorar el proceso de intubación. Esta idea fue retomada por la alianza y potenciada a través de una metodología para la innovación en salud, de la Universidad de Stanford.

Esta universidad americana ha desarrollado una forma de trabajo donde la conversación entre las diferentes disciplinas es uno de los principales pilares. Para Christian Díaz León, coordinador de la alianza y

Distintos prototipos del videolaringoscopio fueron probados en el Laboratorio de Simulación Clínica de la Universidad CES y en cadáveres. Está pendiente su prueba en pacientes.

## Una alianza para la innovación en salud

En 2013 nació la alianza Simdesign entre el Hospital Pablo Tobón Uribe y las universidades EAFIT y CES. Su desafío ha sido innovar en el sistema de salud, específicamente con el desarrollo de equipos para entrenamiento y dispositivos médicos para la salud humana y animal.

La alianza está soportada en la relación con la Universidad de Stanford. Esta sinergia internacional permite el desarrollo y la comercialización conjunta de los productos desarrollados, además de pasantías académicas.

Hasta la fecha, la alianza ha desarrollado dos simuladores para entrenamiento en ortopedia y ginecología, que están en proceso de protección para su posterior comercialización con Stanford; un videolaringoscopio, en proceso de comercialización a través de la Corporación Tecnova; un dispositivo para el cierre de abdomen abierto y una plataforma virtual para el entrenamiento, ambos en proceso de desarrollo.

quien se entrenó directamente en los Estados Unidos, "la innovación interesante se genera cuando se rompe el *statu quo*".

El éxito de la metodología está en que los equipos de trabajo vayan a campo y observen el fenómeno o la necesidad y luego puedan aportar desde sus propias disciplinas. En este caso significaba que los ingenieros y administrativos pudieran, por ejemplo, asistir a cirugías y, posteriormente, los médicos realizaran prototipos en los laboratorios de diseño de EAFIT.

+

El dispositivo tiene sentido desde la ingeniería, resuelve una necesidad médica y tiene perspectiva de negocio.

Lo anterior debido a que una idea puede ser muy buena, pero si no se basa en una necesidad real y no tiene posibilidades en el mercado, no progresa. "Queríamos algo que tuviera sentido desde la ingeniería, resolviera una necesidad médica y tuviera una salida desde el punto de vista del negocio", recalca Helmuth Trefftz Gómez, jefe del Departamento de Informática y Sistemas de la Universidad EAFIT y uno de los impulsores.

## Saber técnico y estrategia de negocio

El proceso de diseño y desarrollo del videolaringoscopio involucró el uso de tomografías. A partir de las imágenes de varios pacientes sanos se reconstruyó la anatomía de la parte superior del sistema respiratorio. Posteriormente, se fabricaron varios prototipos usando impresoras 3-D para la impresión de piezas en material



plástico biocompatible y esterilizable y se utilizaron videocámaras endoscópicas, equipadas con luces LED y encapsuladas herméticamente con el fin de proteger al paciente y permitir su esterilización.

Los prototipos se llevaron al Laboratorio de Simulación Clínica de la Universidad CES, donde realizaron varias pruebas en las que, a medida que avanzaban, encontraban posibilidades de mejora del dispositivo. En cada prueba el concepto de los médicos fue de gran valor, ya que al ser los usuarios finales eran los validadores de la tecnología. Finalmente lograron el diseño actual, que se encuentra en proceso de patente.

En esta dirección, parte del equipo de la alianza tenía como objetivo analizar los actores, el mercado y la competencia. En última instancia, saber cómo podía ser monetizada esta nueva tecnología, cuál sería su modelo de negocio y si tendría éxito en el mercado.

Teniendo en cuenta que en la actualidad el sistema de salud no tiene cómo ampliar la cobertura a otros lugares que no sean los quirófanos, el anestesiólogo José Fernando Arango, manifiesta que los especialistas están "de acuerdo en que en el futuro, por ejemplo, el personal de la ambulancia debe intubar, pero hoy el sistema de salud aún no puede asumir este costo".

+

La sinergia internacional con la Universidad de Stanford permite el desarrollo y la comercialización conjunta de los productos desarrollados, y el intercambio académico.

A brindar una solución de bajo costo e innovador le apuesta la alianza para ver videolaringoscopios en las ambulancias y los pueblos, al permitir que el precio de adquisición del dispositivo sea asequible para todas las entidades prestadores de servicios de salud y hasta para los mismos especialistas.

Aunque aún falta la fase de pruebas para demostrar su utilidad clínica en seres humanos, realizar la manufactura en masa y pasar a la venta, en la actualidad la alianza trabaja en identificar posibles licenciatarios o aliados para la comercialización.

## Médicos y escuelas de formación

De esta innovación se destaca el aporte a la enseñanza en medicina porque, por ejemplo, el entrenamiento para aprender a intubar con un laringoscopio convencional puede tomarle a un estudiante el tiem-

po equivalente a realizar 40 procedimientos de este tipo, mientras que con el videolaringoscopio solo unos 10 en promedio, manifiesta el anestesiólogo José Fernando Arango.

Además, esta nueva tecnología se adapta a la transición de estos equipos que ahora tienen cámara y permiten tener una visualización más amplia de la parte superior del aparato respiratorio, lo que evita que el tubo se meta hacia el estómago, acota Mauricio Vasco Ramírez, jefe de Simulación de la Universidad CES.

En la historia de la medicina el entrenamiento de los estudiantes está basado en los pacientes, ahora el modelo está cambiando se pueden entrenar con simuladores o con dispositivos como el desarrollado por la alianza Simdesign que ya tienen cámaras para facilitar su manejo.

## Los investigadores

### Christian Andrés Díaz León

Ingeniero biomédico, Escuela de Ingeniería de Antioquia y Universidad CES; magíster en Ingeniería y PhD en Ingeniería, Universidad EAFIT. Docente del Departamento de Ingeniería de Sistemas e investigador del Grupo de Investigación, Desarrollo e Innovación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Giditic) de EAFIT. Es el coordinador de la alianza Simdesign del Hospital Pablo Tobón Uribe y las universidades EAFIT y CES.

### Helmuth Trefftz Gómez

Ingeniero de Sistemas, Universidad EAFIT; magíster en Ciencias de la Computación, Maharishi International University (Estados Unidos), y PhD en Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Rutgers (Estados Unidos). Jefe del Departamento de Informática y Sistemas e investigador del Grupo de Investigación, Desarrollo e Innovación en Tecnologías de Información y Comunicación (Giditic) de EAFIT.

### Juan Felipe Isaza Saldarriaga

Ingeniero mecánico y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Es docente del Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto e integrante del Grupo de Investigación en Bioingeniería (GIB) CES-EAFIT.

### José Fernando Arango Aramburo

Médico anestesiólogo del Hospital Pablo Tobón Uribe.

### David Carmona Zapata

Ingeniero biomédico de las universidades CES y EIA, estudiante de la maestría en Administración en Salud y docente investigador de la Universidad CES, donde es integrante del Centro de Evaluación de Tecnologías en Salud (Cetes).

Ángela Camacho

# Una 'enamorada' de la física

**Motivar a las niñas a hacer ciencia es uno de los retos de la primera doctora en Física que tuvo Colombia y actual presidenta de la Red Colombiana de Mujeres Científicas, organización fundada por ella en 2016.**

Ángela Camacho recibió su título de doctora en Física de la Universidad de Johannes Gutenberg de Alemania en 1977. Estudió gracias a una beca del gobierno alemán en convenio con la Universidad Nacional de Colombia.

**Claudia Bedoya Madrid**

Colaboradora

Por la ciencia, la doctora en física Ángela Stella Camacho Beltrán ha dedicado toda su vida a lo infinitamente pequeño y, por conciencia, ahora tiene el gran reto de promover emprendimientos femeninos de base científica que contribuyan al desarrollo del país.

La PhD nació en 1947 en Bogotá, donde estudió con las religiosas del Colegio La Presentación, pero fue el profesor Quiroga quien la enamoró de la física durante una clase en la que explicó con claridad los conceptos de velocidad y aceleración.

Como desde pequeña le gustaba enseñar, ingresó a la Universidad Nacional de Colombia con la idea de hacer una licenciatura, pero se graduó como física en 1970. La carrera en esta disciplina para hacer ciencia apenas estaba comenzando. De sus 40 compañeros, solo diez lograron terminar los estudios y tres, incluida ella, eran mujeres.

"Mija, no estudie tanto que se va a volver loca", le decía su mamá. Sin embargo, la 'estudiadera' y la 'locura', que para ella no fue fácil porque sus compañeros tenían mejores bases en matemáticas, le permitieron ganar una beca para hacer la maestría en Física Nuclear en la Escuela Técnica Superior en Darmstadt, que le parecía lo más avanzado de la época.

Al terminar la maestría en 1973, se dio cuenta de que en Colombia era poco lo que podía hacer con la física nuclear y pensó que haría mucho más con física de la materia condensada y del estado sólido, pues desarrollarla requería menos recursos.

Por eso, en 1974, cuando le ofrecieron la beca para el doctorado, eligió hacerlo en materia condensada, en líquidos. En 1977 se convirtió en la primera colombiana en alcanzar el título de doctora en física, otorgado por la Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia (Alemania).

Al regresar al país le ofrecieron trabajar en la Universidad Central de Caracas o en la Universidad Industrial de Santander (UIS), que tenía maestría, pero no pregrado en física. Optó por quedarse en

Colombia. Otros de los primeros doctores, también formados y graduados en Alemania, regresaron a la Universidad Nacional o se fueron a Francia, Israel y los Estados Unidos.

## Contribución a la ciencia

Ángela Camacho llegó a Colombia cargada de conocimientos en física nuclear, por sus estudios de maestría, y en fenómenos moleculares y física experimental en moléculas, por el doctorado. En la UIS, entre 1978 y 1982, se desempeñó como profesora titular, coordinadora de investigaciones, realizó trabajo interdisciplinario con químicos y dictó cursos avanzados.

La Red Colombiana de Mujeres Científicas celebra cada año, el 11 de febrero, el Día Mundial de la Niña y la Mujer Científica, declarado por la ONU.

Estaba contenta en Bucaramanga, pero regresó a Bogotá, a sus raíces, a estar cerca de su mamá, la profesora Inés Beltrán. Decidió arriesgarse y atender la sugerencia de unos amigos y colegas para vincularse a la Universidad de los Andes. "El rector me dijo: le dejo la responsabilidad, hay que desarrollar la materia condensada porque no hay nada", recuerda.

Comenzó a trabajar en Los Andes en 1982, donde en ese entonces, es decir, tres décadas atrás, solo tenían física teórica. Allí lideró el Grupo de Física de la Materia Condensada. "Con mucho orgullo puedo decir que fue uno de los grupos A1 de más prestigio en Colombia", comenta la física y, a renglón seguido, señala que en Uniandes los "laboratorios son muy jovencitos, tienen cinco o seis años y en la actualidad sí tienen la parte experimental de física de la materia condensada".

Hasta la fecha, la línea de trabajo de la investigadora y docente ha sido la física de la materia condensada, del estado sólido y de baja dimensionalidad. Sus escri-





Ángela Camacho se posesionó en 2011 como Miembro de Número, silla 3, en la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y es presidenta de la Red Colombiana de Mujeres Científicas que tiene 57 integrantes.

tos académicos y científicos están centrados en temas de nanociencia, tales como interacción luz-materia, sistemas mesoscópicos, propiedades electrónicas y ópticas de materiales nanoestructurados y nanotubos de carbono, entre otros.

**“La idea es que las instituciones empiecen a despertar ese interés y trabajar para que las mujeres tengan una situación más cómoda”:**  
Ángela Camacho.

Todas las investigaciones, entre ellas las de la doctora Camacho, han sido aportes para el avance de la física de la materia condensada y física de baja dimensionalidad. Estos han contribuido, a la vez, al desarrollo de la electrónica para sistemas de comunicación y, más recientemente, de la nanoelectrónica que responde al reto de crear dispositivos muy pe-

queños que se pueden usar en medicina y medioambiente, entre otros.

Sus contribuciones están plasmadas en más de 80 artículos científicos, ha participado en actividades de divulgación de la ciencia, ha recibido numerosas distinciones y premios, entre estos el de excelencia en investigación de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC).

Algunos de sus alumnos la califican de exigente. La veterinaria y PhD Paola Barato Gómez, fundadora de una empresa de base científica, la describe como una mujer perseverante, con gran energía y capacidad de convocatoria, de escuchar, de respetar las diferencias y de lograr consensos.

Tiene una mentalidad amplia que le permite mantenerse vigente y está muy comprometida con sacar adelante la política de género para que sea parte de la política científica del país, manifiesta Paola Barato, integrante de la Red Colombiana de Mujeres

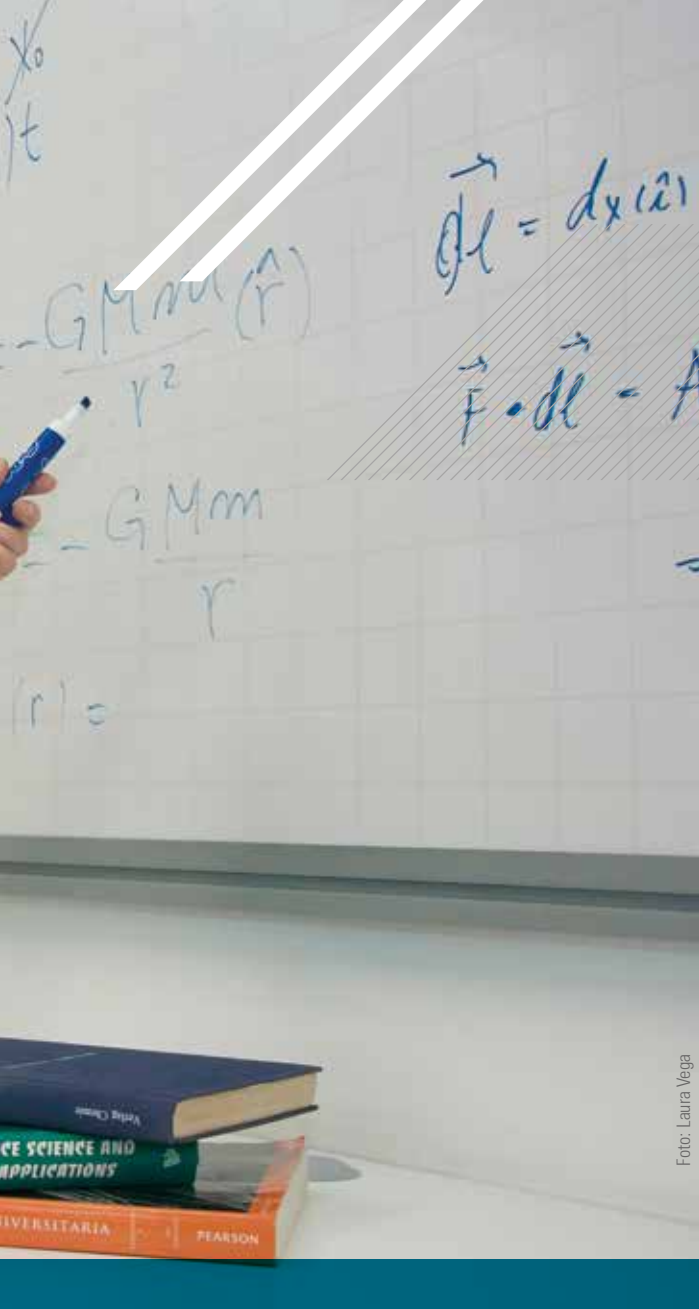


Foto: Laura Vega

Científicas, organización fundada por Ángela Camacho y 57 científicas más del país. Una iniciativa que cuenta con el apoyo de la Academia Colombiana de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, en donde la investigadora uniandina es Miembro de Número (Silla 3) desde 2011.

## Aporte a la conciencia

Ángela Camacho tiene un hijo, Jorge Eduardo Galán Camacho, quien vive en España y la ha convertido en abuela incansable a la hora de motivar a las niñas a que, si les gusta la ciencia, sigan ese camino.

Su convicción nació en 2002 cuando –por sus logros académicos y científicos– la invitaron a un evento mundial de física en París (Francia), y desde entonces decidió no solo continuar haciendo aportes a la ciencia, sino a la conciencia de las mujeres y de la sociedad.

En todo este tiempo estuvo tan inmersa en la investigación que no se había detenido a dimensionar la discriminación femenina en el campo científico en Colombia. "Oía tantas cosas y dije: es verdad, es verdad, por qué, por ejemplo, en física somos tan poquitas. Me di cuenta de que la discriminación no es solamente en Colombia, sino en todo el mundo".

Comparó, miró hacia atrás y sintió que su vida no había sido fácil y sus condiciones no habían sido iguales porque analizó muchos detalles y pensó que quizás, "si hubiera sido hombre, las cosas habrían sido diferentes, por ejemplo, en cuanto a oportunidades de ascender", asegura.

Con su talante, comprende bien a las mujeres científicas cuando dicen que "ellas no han sentido la discriminación" porque es un asunto de conciencia y también reconoce que "los hombres son machistas porque así han sido educados".

## Red amplia

Con la idea de que la sensibilidad y la ciencia no riñen, la Red Colombiana de Mujeres Científicas está abierta a todas las mujeres científicas y no científicas, y también a los hombres.

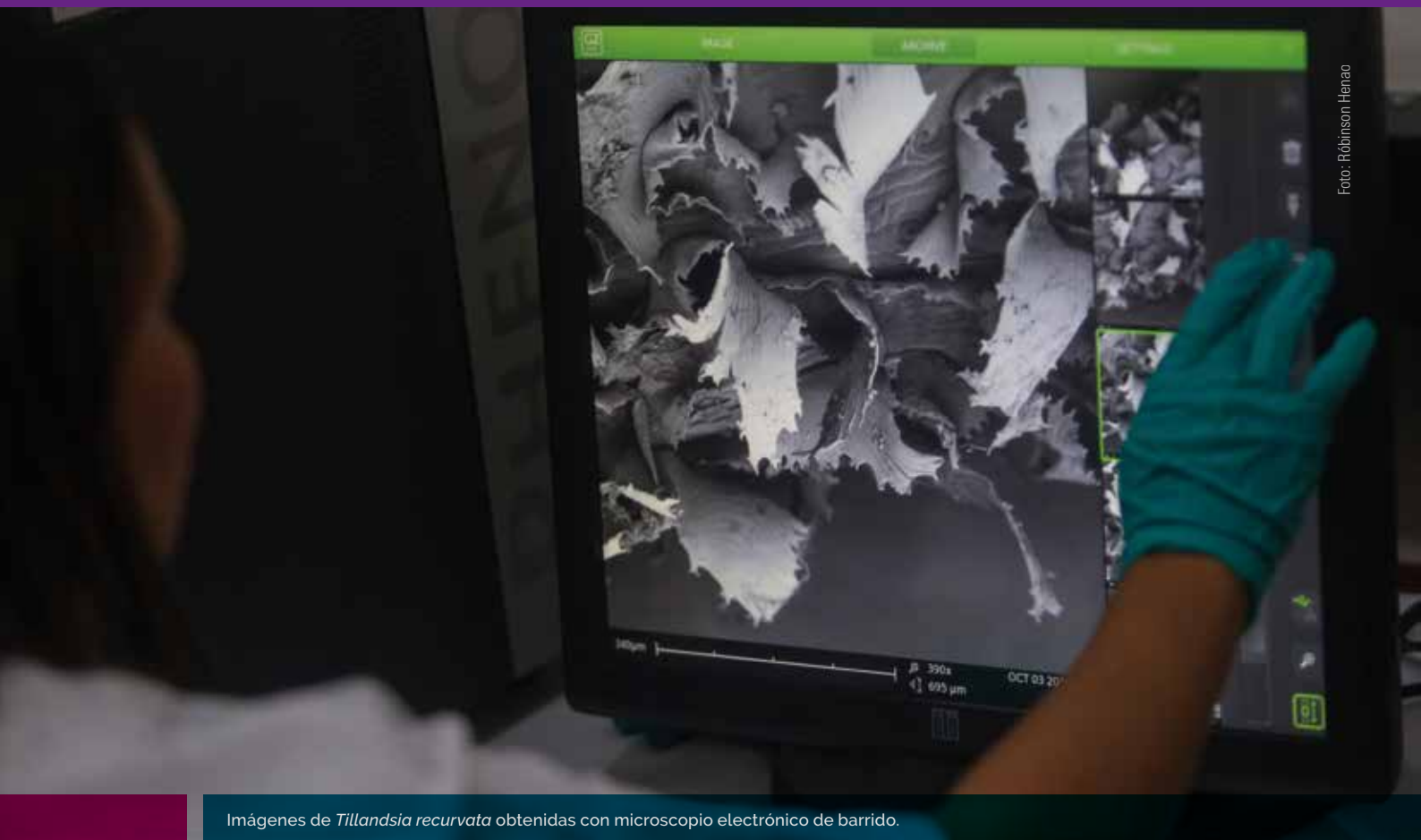
Hay tres clases de integrantes: los titulares, que son científicos (mujeres y hombres) con doctorado y haciendo investigación; los profesionales, de cualquier disciplina y que no tienen que ser científicos, pero sí querer trabajar por el tema; y los miembros institucionales.

"La idea es que las instituciones empiecen a despertar ese interés y trabajar para que las mujeres tengan una situación más cómoda", afirma Ángela Camacho.

"En la actualidad estoy muy enfocada en algo que siento que es como mi obligación. Es que quiero devolverle a la sociedad todo lo que me ha dado a mí porque, realmente, he sido muy beneficiada. Una manera es trabajar por las mujeres y otra es un poco en divulgación de la ciencia", concluye la abuela científica, doctora en cosas infinitamente pequeñas y causas infinitamente grandes.

Con infraestructura tecnológica de punta

# EAFIT es pionera en biomonitoreo magnético en Colombia



Imágenes de *Tillandsia recurvata* obtenidas con microscopio electrónico de barrido.

Para sus investigaciones sobre magnetismo ambiental, la Institución cuenta con dos susceptibilímetros: el MS-3 y el Kappabridge, instrumentos útiles para analizar partículas contaminantes en el aire.



Juan Ignacio García Ruiz

Colaborador

La contaminación atmosférica, que en el Valle de Aburrá ha venido generando crisis ambientales de manera frecuente desde hace dos años, es un tema que siempre ha estado presente en la agenda investigativa de la Universidad EAFIT. No en vano, la Institución ha fortalecido su infraestructura con dos equipos conocidos como susceptibilímetros: el MS-3 y el Kappabridge.

El MS-3 es considerado el estándar internacional para la medición en ciencias medioambientales que, además de analizar las muestras de partículas contaminantes en dos frecuencias, es portátil y permite medir *in situ* los elementos sin extraerlos de su entorno.

El Kappabridge es el instrumento comercial de mayor sensibilidad en el mercado. Permite variar el campo magnético aplicado y puede identificar partículas contaminantes más finas presentes en las muestras.

Las mediciones con los susceptibilímetros solo dan cuenta del material particulado magnético:

José Duque.

De esta manera, con estos equipos los investigadores eafitenses buscan identificar las zonas del área metropolitana con mayor incidencia de contaminantes con el fin de aportar posibles soluciones frente al material particulado que, producto de las actividades antrópicas, es el contaminante que más afecta la salud.

## Biomonitoreo magnético

José Duque Trujillo, docente del Departamento de Ciencias de la Tierra de EAFIT, señala que cada elemento natural tiene un registro magnético, que es negativo en el caso de las plantas. Lo contrario ocurre con algunas de las partículas contaminantes en el aire de las ciudades, que son magnéticas y se desprenden de la combustión de los motores,

de las llantas o de las carrocerías. Ese material se adhiere a las plantas y las carga de magnetismo, explica el profesor.

En muchos árboles e inclusive en cables de energía de la ciudad se puede observar una pequeña planta melenuda, más gris que verde, conocida como *Tillandsia recurvata*, una epífita –planta que vive sobre otra– que se nutre de la humedad y de los minerales que hay en el aire, características que la hacen ideal para atrapar las partículas magnéticas presentes en la atmósfera.

Al analizar diferentes factores de dichas partículas, como la mineralogía y el tamaño de las partículas, se puede establecer el nivel de contaminación en estas y relacionarlo con la calidad del aire de los lugares en donde se recolectaron. A esto se le conoce como biomonitoreo, es decir, la supervisión de organismos vivos para determinar el estado de un ecosistema.

## Laboratorio extendido

Daniela Mejía Echeverry, en sus estudios de la maestría en Ciencias de la Tierra de EAFIT, decidió usar las técnicas de análisis de magnetismo ambiental para determinar si eran aplicables a las condiciones específicas del Valle de Aburrá.

Tras identificar los lugares del área metropolitana en donde crece la planta, ella recogió 260 muestras de *Tillandsia recurvata*, ubicadas a unos dos metros de altura, que no estuvieran expuestas a contaminantes del suelo y que consumieran un aire similar al que respiran las personas.

La geóloga eafitense Daniela Mejía usó el equipo MS-3 para medir los cambios magnéticos de las muestras. Medida que, mientras sea mayor, se asume que hay más contaminación en la muestra.

Este método lo debe complementar la eafitense con imágenes y con análisis químicos para identificar elementos que no deberían estar presentes en las plantas y determinar las fuentes de donde provienen.



Foto: Robinson Hernao

El susceptibilímetro MS-3 es considerado el estándar internacional para la medición en ciencias medioambientales.

## Microscopio electrónico de barrido

Las imágenes las obtiene la geóloga con el microscopio electrónico de barrido con que cuenta la Universidad. Este tiene una escala de magnificación de 40.000 aumentos, lo que permite ver elementos de hasta 25 nanómetros, medida de longitud que equivale a la milmillonésima parte del metro.

Una de las metas que se desea concretar hacia el futuro es tener un sistema que permita predecir los eventos de contaminación.

Las imágenes obtenidas con este instrumento –muy superiores a las de un instrumento óptico– permiten observar las características morfológicas de las partículas presentes en las muestras seleccionadas y determinar, por ejemplo, cuáles de estas son metálicas o cuáles se formaron a altas temperaturas, típicas de procesos industriales y del funcionamiento de los automóviles.

Por otra parte, como este microscopio electrónico de barrido no hace un análisis químico, investigadoras como Daniela Mejía aprovechan lo que el profesor José Duque llama la infraestructura intangible de EAFIT: las relaciones que sus docentes tienen con instituciones alrededor del mundo, que posibilitan establecer colaboraciones académicas e investigativas.

Gracias a estas relaciones, en el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México se realizan los análisis químicos de las partículas con un microscopio electrónico, y en el Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) se mide la química total de la planta con un espectrómetro de masas.

Tanto el análisis de las imágenes como la química complementan la información inicial conseguida en EAFIT, al determinar de forma más precisa la composición de las partículas que componen el material particulado que se respira en la ciudad.

De ahí la importancia de la infraestructura con que cuenta EAFIT en cuanto a susceptibilímetro.



Foto: Robinson Henao

El Kappabridge permite variar el campo magnético aplicado y puede identificar partículas contaminantes más finas presentes en las muestras.

tros y al microscopio electrónico de barrido que, complementada con la infraestructura intangible, facilita la profundización más allá de los procedimientos usuales de monitoreo de contaminación atmosférica que indican la cantidad de material particulado en el aire, pero no su composición, una información esencial para determinar potenciales efectos en la salud humana.

EAFIT cuenta con dos susceptibilímetros: el MS-3 y el Kappabridge.

Por todo lo anterior, la investigación de la geóloga Daniela Mejía es un claro ejemplo de que los estudios de biomonitoreo magnético son fundamentales y reflejan las condiciones de la contaminación atmosférica de lugares como el Valle de Aburrá.

## Hacia el futuro

En Colombia, EAFIT es pionera en trabajar el magnetismo ambiental y cuenta con el semillero de investigación en Magnetismo Ambiental, integrado por estudiantes de Geología y Biología. Además, gracias a la investigación sobre *Tillandsia recurvata* se conformó un equipo de trabajo integrado por varios miembros de la Escuela de Ciencias e inves-

tigadores externos como Ángela Rendón Pérez, de la Universidad de Antioquia.

Teniendo en cuenta que el cruce de información es necesario para adelantar este trabajo y a que EAFIT es la administradora del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (Siata), una de las metas hacia el futuro es tener un sistema que permita predecir los eventos de contaminación para tomar las medidas preventivas correspondientes.

## Investigadores

### José Fernando Duque Trujillo

Geólogo, Universidad EAFIT, y magíster y doctor en Ciencias de la Tierra de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es jefe del pregrado en Geología de la Universidad EAFIT, docente del Departamento de Ciencias de la Tierra, integrante del Grupo de Investigación en Geología ambiental e ingeniería sísmica y coordinador del semillero de investigación en Magnetismo Ambiental.

### Daniela Mejía Echeverry

Geóloga y magíster en Ciencias de la Tierra de la Universidad EAFIT.



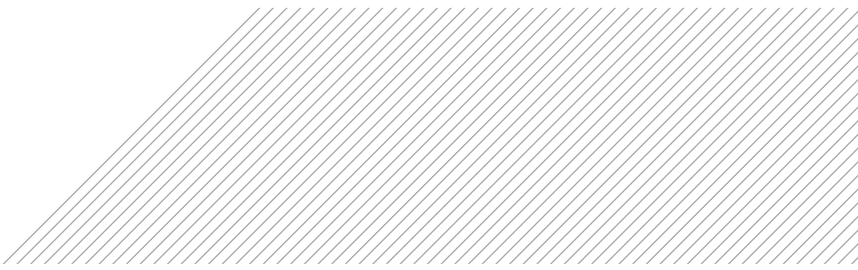
Para ayudar a mitigar el cambio climático

# Un semillero desarrolla una planta que remueve el dióxido de carbono



Foto: Robinson Henao

En la parte de experimentación se construye un equipo a escala de laboratorio para poder remover selectivamente el dióxido de carbono presente en una mezcla de gases de combustión.



---

## Estudiantes del semillero de investigación en Desarrollo de Procesos Industriales trabajan en la actualidad en un proyecto de captura de CO<sub>2</sub> para separarlo y transformarlo, como solución sostenible al cambio climático.

**Mónica María Vásquez Arroyave**

Colaboradora

Una de las mayores problemáticas ambientales en el mundo se relaciona con el cambio climático, producido por las variaciones en la composición atmosférica, debido al aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que resulta, en gran medida, de las emisiones de gases de combustión generadas por el hombre.

Aunque el CO<sub>2</sub> hace parte de los estados naturales del ciclo de carbono, tiene un alto potencial de calentamiento y, al interactuar con la radiación infrarroja, absorbe la energía que debería ser reflejada fuera de la atmósfera, razón por la que se conoce como un gas de efecto invernadero.

**El resultado más importante del semillero es la creación de una arcilla industrial de prototipado, que en la actualidad tiene dos solicitudes de patente (nacional y PCT internacional).**

Encontrar soluciones para mitigar este fenómeno climático, que tiene consecuencias desastrosas para el planeta, se ha convertido en un verdadero desafío para la ciencia y la tecnología en el mundo.

EAFIT no es ajena a ese reto. Desde el semillero de investigación en Desarrollo de Productos Industriales (DPI) trabaja en el proyecto *Captura de gases de efecto invernadero y aplicaciones de CO<sub>2</sub>*, que busca capturar y separar el dióxido de carbono por medios físicos y químicos, y la utilización del CO<sub>2</sub> como materia prima para otros productos con el propósito de ayudar a brindar una solución sostenible al cambio climático.

Santiago Builes Toro, docente del Departamento de Ingeniería de Procesos y coordinador del semillero DPI, explica que inicialmente el trabajo se enfoca en construir una planta, a escala de laboratorio, para capturar estas emisiones mediante absorción con aminas acuosas, unos compuestos químicos orgánicos derivados del amoníaco que, al entrar en contacto con el CO<sub>2</sub> (que es ácido), reaccionan y forman una sal.

Posteriormente, la solución con las sales es calentada, lo que revierte el sentido de la reacción. Esto libera el CO<sub>2</sub> puro y recupera las aminas para reutilizarse en el proceso de captura. Sin embargo, este proceso requiere gran cantidad de energía para calentar la solución y poder purificar el CO<sub>2</sub> para usarse en otros procesos.

Aunque hay investigaciones por todo el mundo que buscan separar el CO<sub>2</sub>, por medio de diversas técnicas, la novedad en este caso, asegura el profesor Santiago Builes, es poder hacer ese proceso en un semillero con estudiantes de pregrado y realizar el montaje demostrativo.

"Intentamos transmitir y concientizar, desde el pregrado en Ingeniería de Procesos, sobre una problemática ambiental que hay en el mundo a través de una de las soluciones más fáciles de implementar con la tecnología existente, y que es la más usada desde los años 70, para capturar este gas a corto y mediano plazo", manifiesta el coordinador del semillero, cuyo origen se remonta al segundo semestre de 2009.

No obstante, el docente menciona que este método tiene limitantes como el alto consumo de energía que implica realizar todo el proceso, por lo que también quieren investigar si hay otras aminas o mezclas de estas que puedan reducir ese gasto energético.

## Simulación computacional

Una de las premisas del semillero, en esta fase del proyecto, es que esta solución a corto plazo contra los efectos del cambio climático ayude a mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> y, a largo plazo, sirva para desarrollar una estructura energética de carbono neutral o cero emisiones.

Para lograrlo, los estudiantes analizan, mediante simulaciones computacionales y en laboratorio, el proceso químico y sus reacciones para probar condiciones operativas en un sistema que pueda escalar al ámbito industrial.

Un logro del semillero es poder contar con la primera parte de la planta que logra remover el CO<sub>2</sub> con un 75 por ciento de eficiencia: Santiago Builes.

Una de las ventajas de utilizar herramientas de simulación computacional es que permiten predecir –con buena precisión, bajos recursos y alta confiabilidad–, el funcionamiento del proceso, acota la estudiante Amalia Díaz Jaramillo.

Precisamente, con simulación del proceso a escala piloto –más grande que a escala de laboratorio, pero menor que a escala industrial– comenzó este proyecto con los estudiantes Ricardo Urrego Ortiz y Mariana Mejía Correa, quienes encontraron los mejores diseños de los equipos y las condiciones de operación que permitieran remover de manera efectiva el CO<sub>2</sub> de chimeneas industriales.

Una vez obtenidos los diseños, el semillero adquirió los equipos y accesorios para construir la primera parte del proceso de captura, que consiste en la columna de absorción de CO<sub>2</sub>. En la actualidad, están en “el proceso de diseño de la columna de desorción, que es la etapa donde se separa el CO<sub>2</sub> de la amina”, indica Luisa Fernanda Grajales Hoyos.

## El CO<sub>2</sub> como materia prima

Otra de las investigaciones adelantadas en el semillero le apunta a cómo hacer productos a partir de ese gas de efecto invernadero. Un tema que, asegura Santiago Builes, doctor en Ciencia de materiales, se trabaja en todo el mundo y es novedoso porque todavía no existe la respuesta definitiva.

“Lo que queremos hacer nosotros, y otras uni-



Foto cortesía: Semillero de investigación en Desarrollo de Procesos Industriales.

En el semillero de investigación se trabaja en temas de captura, reducción de emisiones y utilización de CO<sub>2</sub>.



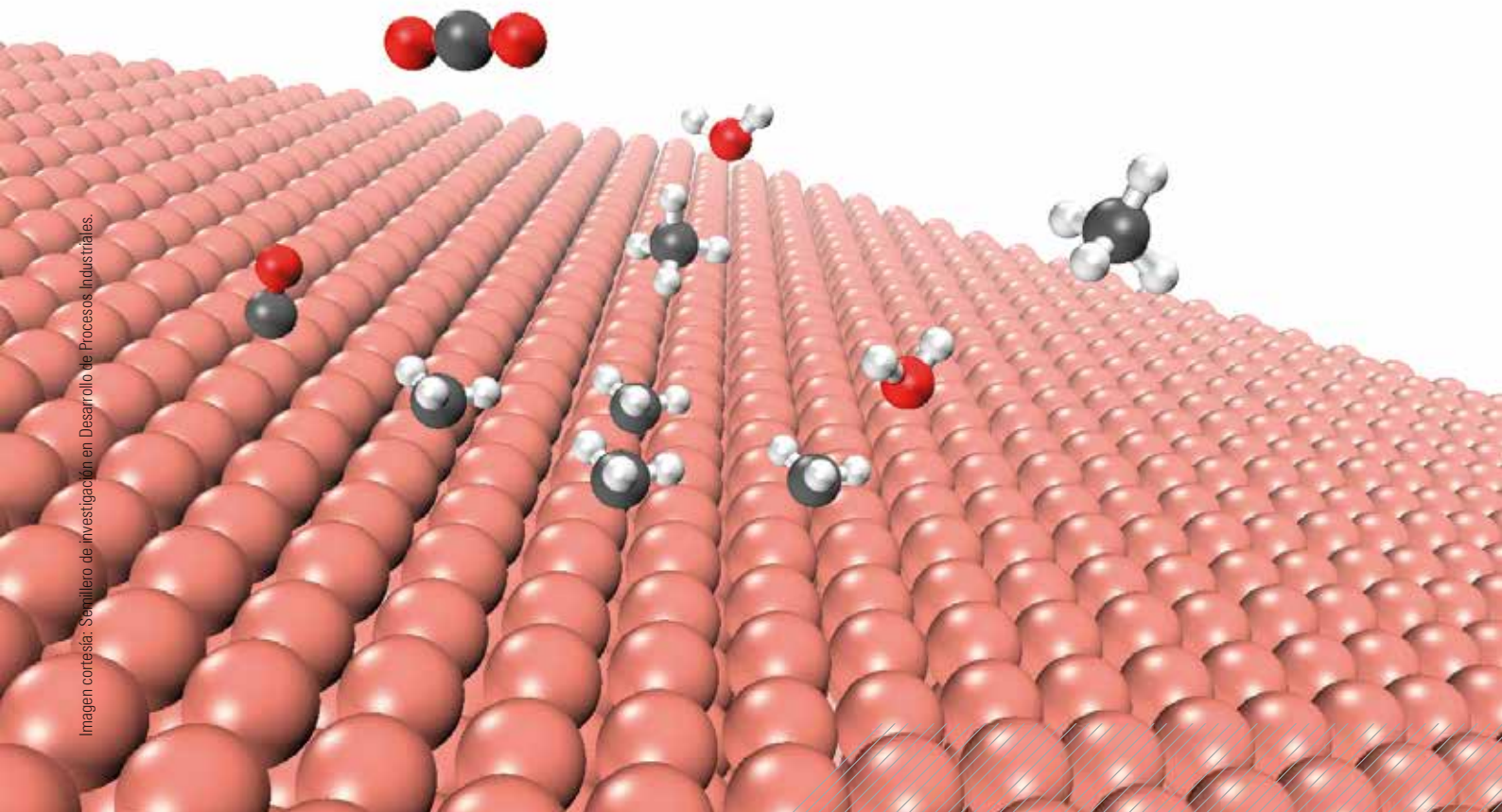


Imagen cortesía: Semillero de investigación en Desarrollo de Procesos Industriales.

Para el desarrollo del proyecto se emplean técnicas como la simulación molecular, realizada en el Centro de Computación Apoyo de EAFIT y en el Centro para Nanomateriales Funcionales (CFN), ubicado en los Estados Unidos.

versidades, es metano (gas natural). La idea es cerrar el ciclo, lograr una especie de economía circular y volver a producir combustibles renovables para disminuir el impacto ambiental", enuncia el profesor.

"Luego de tener la planta demostrativa diseñada [y construida] la idea es que quede en el laboratorio, y se busca explorar alternativas para movilizarla y mostrarla en distintos escenarios": Santiago Builes.

En palabras de Alejandra Rendón Calle, estudiante del doctorado en Ingeniería de EAFIT que aborda en su tesis este tema de investigación, se ha demostrado que sí es posible transformar el  $\text{CO}_2$  en otras sustancias por medio de reacciones electroquímicas con catalizadores metálicos.

Como el reto técnico ya está solucionado, la investigación se centra ahora en desarrollar un catalizador que permita hacer esa reacción química con la menor energía posible, para que sea de verdad rentable económicamente y así, por ejemplo, el metano pasaría a ser un combustible renovable.

## Investigadores

### Santiago Builes Toro

Ingeniero químico, Universidad Pontificia Bolivariana; magíster en Ciencia y tecnología de materiales y doctor en Ciencia de materiales, Universidad Autónoma de Barcelona. Ocupó una posición posdoctoral en el Centro de Catálisis para la Innovación Energética de la Universidad de Delaware (Estados Unidos). Es docente del Departamento de Ingeniería de Procesos y coordinador del semillero de investigación en Desarrollo de Procesos Industriales.

### Jessica Alejandra Rendón Calle

Ingeniería de Procesos y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT, donde es candidata a doctora en Ingeniería. Su tesis doctoral se titula *El  $\text{CO}_2$ : de problema a solución sostenible*.

Con metodología de apropiación social del conocimiento

# Universidad de los Niños divulga inventario de mamíferos

El biólogo Juan Fernando Díaz y el programa de educación y comunicación de la ciencia de la Universidad de los Niños EAFIT se unieron para acercar al público general al proceso y los avances de *Descubriendo la diversidad de los Andes: inventario de mamíferos en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas*, investigación que descubrió especies para la ciencia.



Juan Fernando Díaz (izquierda) comparte datos de la investigación con campesinos del corregimiento La Encarnación (Urrao, Antioquia).

Rafael González Toro

Colaborador

La recua, compuesta por 20 mulas, terminó las dos jornadas de camino y la comitiva se instaló en una cabaña. Atrás quedaba el cansancio por las seis horas de viaje entre Medellín y Urrao. También las cinco horas de camino, en un bus escalera, entre ese municipio del Suroeste de Antioquia y el corregimiento La Encarnación. No hubo tiempo para descansar. De inmediato, la tarea fue comenzar a descargar una tonelada de equipos y provisiones.

Así comenzó en agosto de 2017, la tercera salida de campo de la investigación *Descubriendo la diversidad de los Andes: inventario de mamíferos en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas*, que lidera Juan Fernando Díaz Nieto, profesor e investigador del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad EAFIT.

El equipo integrado por 12 personas trabajó durante tres semanas, día y noche, en la zona. El



Murciélago frugívoro de la subfamilia *Sternodermatinae*, una de las especies registradas por los investigadores.

lugar, jurisdicción del corregimiento La Encarnación, en el municipio de Urrao (Antioquia), es uno de los más submuestreados del país para todo tipo de investigación científica. Y desde 2015 se ha podido acceder a este territorio gracias a que ya no hay presencia de grupos armados ilegales, como en décadas anteriores.

**“Queremos que diferentes profesores se vinculen con la apropiación social del conocimiento de sus trabajos”: Juan Fernando Díaz.**

La expedición, además de los objetivos propuestos dentro de la investigación, tenía un propósito claro dentro de la estrategia de apropiación social del conocimiento. Los investigadores, junto con la Universidad de los Niños EAFIT, crearon un plan de divulgación para llegar a audiencias que regularmente no acceden a las metodologías ni a los resultados de estos trabajos científicos. (Ver: 'Conocimiento para todos').

“Decidimos generar cuatro videos de esta salida de campo y una infografía. En esas piezas audiovisuales se muestran técnicas de captura de mamíferos terrestres, capturas de especies voladoras y algo que llamamos cámaras trampa. Además, contamos cómo es la experiencia de salir a investigar a regiones desconocidas para muchas personas”, explica Juan Fernando Díaz, biólogo y doctor en Ecología, Evolución y Comportamiento.

## Hallazgos de fauna endémica

*Descubriendo la diversidad de los Andes: inventario de mamíferos en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas* es una investigación que se enmarca en la necesidad de reconocer la biodiversidad del planeta. En este caso de Colombia, ubicada en una de las zonas de mayor diversidad de especies del mundo y que todavía tiene múltiples lugares inexplorados.

En el trabajo de campo, el biólogo y su equipo recolectaron principalmente mamíferos y en el laboratorio utilizaron secuencias de ADN para reconocer esas especies. El proyecto surgió hace cuatro años para hacer la caracterización biótica –de la fauna de mamíferos– a largo plazo en el Parque Nacional Natural Las Orquídeas, ubicado en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental, entre los departamentos de Antioquia y Chocó.

En el lugar contaron con el apoyo de los funcionarios del parque, quienes ayudaron a establecer contactos con los pobladores locales. Un factor fundamental en esa salida de campo fue la participación de estudiantes de Biología de la Universidad EAFIT –de pregrado y maestría–, del periodista del programa Universidad de los Niños EAFIT y de un estudiante de la Universidad de Bristol (Inglaterra), quien ayudó con la captura de imágenes.

Para lograr hacer un inventario exhaustivo, es decir, para caracterizar el mayor número de espe-



## Conocimiento para todos

El punto de conexión entre la investigación del profesor Juan Fernando Díaz y la Universidad de los Niños es que él es uno de los asesores de Expediciones al conocimiento, que es la segunda etapa del programa dirigido a menores de edad. Fue en ese proceso de acompañamiento cuando identificaron que el trabajo investigativo podía llegar a otras audiencias.

“Desde 2016, junto con el profesor Juan Fernando Díaz, definimos cómo se iba a trabajar. Primero con un taller llamado Por qué es diversa la naturaleza. Después, en la evaluación de ese resultado, nació la idea de hacerlo en otros lugares y se empezó a formular el proyecto de comunicación”, señala Ana María Londoño Rivera, jefa de la Universidad de los Niños EAFIT.

Al respecto, la jefa del programa, acota que este es un trabajo de compartir saberes y de pensar en los cómo de la ciencia para hacerla cercana y pertinente para la sociedad, por ejemplo, al convertirla en un juego o en una experiencia.

cies, el proyecto cuenta “con un volumen grande de trampas para la captura de animales terrestres pequeños como ratones y de animales medianos como guaguas, chuchas o ardillas. Otras eran redes de niebla para coger murciélagos en las noches. Además, unas cámaras trampa que no se usan para capturar, sino para hacer registros en video de pumas, jaguares y ocelotes, entre otros mamíferos”, puntualiza el investigador eafitense.

Esta experiencia visibiliza “la pasión del investigador para llegar a territorios de difícil ingreso para poder convivir y trabajar con el entorno”: Ana María Londoño.

Con base en toda esta infraestructura, el profesor eafitense Juan Fernando Díaz logró hacer varios aportes científicos. Uno de estos fue la identificación de un género completo, que no se conocía, de ratones americanos que hacen parte de un grupo llamado “tribu Orizomyini”. La importancia de identificar este nuevo grupo biótico radica en reconocer lo explorado que es Colombia y los tesoros bióticos que aún esperan ser descubiertos.

También se destacan los registros de especies endémicas, amenazadas y con ampliaciones de rango de distribución, es decir, que no se sabía que llegaban hasta allá como el murciélago de cara pálida (*Phyllo-derma stenops*) –para el que se amplió en más de 800



Juan Fernando Díaz durante el taller realizado con pobladores de la región para mostrar el proceso y los alcances de la investigación.

metros de altura su distribución conocida– o los primeros registros para la cordillera occidental de la recientemente descrita chucha mantequera *Marmosops chucha* (especie endémica de Colombia), entre otros.

## Apropiación social del conocimiento

Después de que llegaron a Medellín, tras la salida de campo, con los niños del programa trabajaron en actividades lúdicas y académicas para acercarlos a la investigación, a cómo se realiza una salida de campo y luego, en el laboratorio, se les mostraron los especímenes de museo y para qué sirve el ADN en la identificación de las especies. También la biodiversidad de Colombia y de una zona como el Parque Nacional Natural Las Orquídeas.

Uno de los objetivos cuando las universidades y los investigadores salen a hacer trabajo de campo es considerar qué conocimiento le queda a la comunidad, es decir, dejar una capacidad instalada y compartir saberes. En este sentido, con la metodología de apropiación social del conocimiento de la Universidad de los Niños EAFIT, la expedición realizó un taller en la zona con pobladores para mostrar el proceso y los alcances de la investigación.

“Esta salida me mostró que es fundamental incluir a las comunidades en el trabajo de investigación que se hace en zonas como este Parque Nacional Natural. Realizar un taller en la zona fue fundamental para que la gente se sintiera tranquila. Los pobladores tienen información que le sirve a los investigadores y además su compañía en los recorridos es indispensable”, expresa Andrés Giraldo Cerón, periodista de la Universidad de los Niños y quien hizo parte de la expedición.

## ¿Qué es una cámara trampa?

Las cámaras trampa tienen sensores automáticos que se instalan en lugares en los que hay paso de fauna. Tienen una autonomía de trabajo de casi un mes, dependiendo de la tarjeta de memoria de video que tenga el dispositivo.

## El trabajo en el Oriente antioqueño

El profesor Juan Fernando Díaz realizó, además, un trabajo en el Oriente de Antioquia dentro del proyecto Colombia Bio, que lidera el Instituto von Humboldt. En este caso, a mediados de 2016, en una zona próxima al cañón del río Melcocho en El Carmen de Viboral. Por mucho tiempo a este sitio no se había podido acceder a realizar estudios por ser un lugar con presencia de guerrilla de las Farc durante varias décadas. Además, con zonas sembradas con minas antipersonal.

En esa salida de campo trabajaron estudiantes del profesor eafitense, quienes hacen parte del semillero de Biodiversidad, adscrito al Grupo de Investigación Biodiversidad, Evolución y Conservación de la Escuela de Ciencias. En la actualidad realizan estudios de ADN con las especies capturadas.

Por eso, al crear productos de divulgación de este tipo de investigaciones, la planeación es fundamental porque en muchas oportunidades no se puede regresar al lugar ni se tiene la posibilidad de acceder a esa información, afirma Ana María Londoño Rivera, jefa de la Universidad de los Niños EAFIT.

“La idea es hacer una caracterización genética, que es como una biblioteca de secuencias de ADN, de la fauna de mamíferos en Colombia”: Juan Fernando Díaz.

## Lo que viene

A la investigación le sigue la última salida de campo, a inicios de 2018, y el resto del año el profesor del Departamento de Ciencias Biológicas y su equipo se centrarán en conservar los resultados con el fin de publicar en revistas internacionales. Además, los cuatro videos y la infografía digital quedarán alojados en una página web alojada en el sitio de la Universidad de los Niños para que cualquier persona pueda consultarlos.

De esta manera, los resultados de este trabajo y las experiencias de las comunidades y de los investigadores en el terreno podrán conocerlos cientos de personas de la mano de la Universidad de los Niños EAFIT.



Jorge de Jesús Álvarez, guía de campo; Yehimy Xilena Rueda, Jhan Carlos Carrillo Restrepo, Valentina Grisales Betancur, Mauricio Serna Gonzalez, Sara Velásquez Restrepo, Mateo Giraldo Amaya, Óscar Santiago Alzate Zapata, Juan Martínez-Cerón, estudiantes de Biología en EAFIT; el profesor Juan Fernando Díaz; Francisco Nieto O'brian, estudiante de Historia en la Universidad de Bristol (UK); Manuel Antonio Hernández Borja, operario de Parques Nacionales y Yulieth Álvarez Martínez, hija del guía de campo Jorge Álvarez.

## Investigadores

### Juan Fernando Díaz Nieto

Biólogo, Universidad de Antioquia; doctor en Ecología, Evolución y Comportamiento, Universidad de Minnesota (Estados Unidos). Es profesor del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad EAFIT, e integrante del Grupo de Investigación Biodiversidad, Evolución y Conservación en el que coordina la línea de Biología y Ecología Evolutiva. Áreas de interés: Filogenética molecular, Delimitación de especies, Inventarios bióticos, Sistemática de mamíferos y Evaluaciones de impacto ambiental. Ha descrito varias especies de mamíferos para la ciencia, entre las que se destacan dos especies de chuchas mantequeras endémicas de Colombia: *Marmosops chucha* y *Marmosops magdalenae*.

### Ana María Londoño Rivera

Ingeniera de Diseño de Producto y magister 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. Es integrante del Grupo de Investigación Aprendizaje e innovación educativa, con trabajos enfocados dentro de la línea Integración, inclusión y transformación social a partir de la construcción de conocimiento.

Estudiantes de Negocios Internacionales

# Indagan para que el país aproveche mejor los acuerdos comerciales



Foto: Robinson Herazo

Valentina Moreno Isaza (estudiante), la profesora María Alexandra Guerra Aranguren y Ana María Vélez Barreneche (estudiante), durante una reunión del semillero de investigación Aprovechamiento de Acuerdos Comerciales (SIAAC).



## Un grupo de eafitenses apasionados por los negocios internacionales se dedica a estudiar sobre los procesos de negociación y los acuerdos suscritos por Colombia para identificar nuevas oportunidades de exportación.

Paula Colorado Chávez

Colaboradora

Para impulsar el intercambio comercial de bienes y servicios, y otras relaciones multilaterales, Colombia ha firmado hasta la fecha 16 acuerdos comerciales con diferentes países del mundo. Sin embargo, durante los últimos años el país ha disminuido sus cifras tanto en importaciones como en exportaciones.

Al respecto, María Alexandra Guerra Aranguren, docente del Departamento de Negocios Internacionales de la Universidad EAFIT, explica que para 2016, por ejemplo, las exportaciones del país cayeron 13 por ciento respecto a 2015, comportamiento que se debe en especial a la influencia del precio internacional del petróleo y a la dependencia económica a este producto.

En la actualidad, el semillero está conformado por 10 estudiantes de Negocios Internacionales, aunque está abierto a otras áreas del conocimiento.

En este escenario, ¿el país cómo puede aprovechar los acuerdos comerciales para aumentar las exportaciones? A estudiar y debatir sobre los procesos de negociación y los acuerdos suscritos por Colombia se dedica un grupo de estudiantes liderado por María Alexandra Guerra, magíster en Comercio Internacional, con el fin de identificar nuevas oportunidades.

El semillero de investigación en Aprovechamiento de Acuerdos Comerciales (SIAAC) comenzó labores en julio de 2016 para integrar las áreas del

Departamento de Negocios Internacionales: Internacionalización, Negociación internacional e intercultural y Comercio exterior. Además, es una de las aristas del Observatorio de Negociación y Aprovechamiento de Acuerdos Comerciales (ONAAC), dirigido por María Alejandra Calle Saldarriaga, docente del departamento de Negocios Internacionales.

El ONAAC no solo respalda al semillero, sino que es un espacio de aprendizaje para estos estudiantes que inician su proceso de investigación y están interesados en participar en discusiones en torno a los acuerdos comerciales que tiene Colombia: de qué se tratan, qué información hay contenida en estos, entre otros aspectos.

## Seguimiento a los TLC

El observatorio monitorea y analiza los tratados de libre comercio (TLC) como una manera de contribuir desde la academia para que el sector empresarial colombiano pueda acceder con mayor efectividad a los mercados internacionales.

La crítica a estos tratados, explica la docente María Alexandra Guerra, es que no se ven los resultados, pues por el mero hecho de suscribir TLC la economía de un país no va a cambiar por sí sola, sino que requiere de un proceso por parte de las empresas para que se puedan beneficiar.

Por eso, los temas que trabajan el observatorio y el semillero se fundamentan en la política comercial del Estado y para eso toman como referencia los informes del (ya extinto) Centro de Aprovechamiento de Acuerdos Comerciales (CAAC).

La magíster en Comercio Internacional explica que el CAAC fue parte de una política comercial que elaboró informes para ver el potencial de cada región del país. Además, para dar continuidad al estudio que se venía haciendo sobre el TLC con los Estados Unidos, el primero y el de mayor relevancia para la economía colombiana. Aunque ese centro cerró en



Debido a que Colombia produce aguacate Hass, las semilleristas Sandra Rodríguez, Manuela Velásquez y Angie Palacio se centraron en el aceite de esta fruta o verdura como alternativa de exportación del país hacia los Estados Unidos.

2014, la información quedó y es un insumo muy valioso para revisar por regiones, sectores y productos potenciales a la hora de firmar acuerdos comerciales.

Entre los sectores identificados por las investigadoras para utilizar el aceite de aguacate se destacan la industria cosmética, farmacéutica y gastronómica, en esta última como sustituto del aceite de oliva.

Por ahora, la tarea del observatorio apenas comienza y Valentina Arango Orozco, coordinadora estudiante del semillero, afirma que el primer año de investigación del ONAAC ha sido para su conformación y estructuración. A partir de 2018, la intención es enfocar los estudios en casos particulares que se puedan aplicar en el sector empresarial.

De hecho, señala esta estudiante de séptimo semestre de Negocios Internacionales de EAFIT, el proyecto piloto que adelanta el observatorio este año

se centra en productos naturales que favorezcan la industria cosmética.

En este piloto, específicamente analizan el tratado con Corea del Sur, uno de los últimos suscritos por el país. El objetivo es definir cómo las plantas nativas de Colombia, de las que se pueden extraer esencias naturales, aceites, entre otros productos, pueden utilizarse en la industria cosmética –por ejemplo, para el cuidado de la piel– como parte de un encadenamiento productivo, indica la estudiante.

De ahí que Valentina Arango enfatice en que, para los integrantes del semillero, este proyecto les permite adquirir conocimiento sobre encadenamiento productivo, sobre el mismo sector cosmético y sobre el comercio con otras regiones del mundo.

"Participar del semillero y del observatorio es una oportunidad muy valiosa porque son temas que a veces no se alcanzan a ver en clase. Además, tenemos a los profesores de planta del departamento para darnos una guía, una charla o apoyar el proceso", puntualiza la eafitense.

---

## El aguacate, una opción

---

Hacer investigaciones enfocadas en productos y servicios innovadores con valor agregado para el país es uno de los aspectos que más resalta Sandra Marcela Rodríguez Ortega, integrante del semillero. Ella se graduó como negociadora internacional de EAFIT en 2017 y tuvo la oportunidad de vincularse a este grupo de estudiantes luego de realizar su práctica académica en las oficinas de Procolombia en Portugal y España.

Ella hizo parte de un proyecto enfocado en el aguacate Hass que, junto con las semilleristas Manuela Velásquez Ochoa y Angie Palacio Valderrama, reformularon varias veces para encontrar el sentido adecuado de la investigación.

Estas tres eafitenses se centraron en el aceite de aguacate para exportar a los Estados Unidos, debido a que Colombia produce esta fruta o verdura. Sin embargo, si se compara con México –el primer productor en el mundo–, el país tiene cifras muy bajas de exportación. Según datos de Trade Map, mientras que México exportó 1'910.825 toneladas en 2016, Colombia lo hizo solo con 18.201 toneladas.

“Encontramos que exportarlo es muy difícil por el cuidado que se debe tener con la fruta. Por eso, buscamos productos alternativos a partir del aguacate y que sirvieran en otras industrias con el fin de proponerle a Colombia cómo ingresar en una cadena de valor agregado global”, acota la egresada.

Entre los sectores identificados por las investigadoras para utilizar el aceite de aguacate se destacan la industria cosmética, farmacéutica y gastronómica, en esta última como sustituto del aceite de oliva. Además, encontraron procesos como el prensado hidráulico en frío que permite conservar los valores nutricionales y extraer la pulpa y el aceite de esta fruta.

También construyeron una matriz de mercados donde evaluaron el aceite de aguacate para Europa, Chile y los Estados Unidos, país que identificaron



Foto: Robinson Henao

### Investigadora

#### María Alexandra Guerra Aranguren

Internacionalista, Universidad del Rosario; especialista y magíster en Comercio Internacional, Universidad Sergio Arboleda. Es docente del Departamento de Negocios Internacionales de la Universidad EAFIT, en el área de Comercio Exterior en las materias de Transporte Internacional y Gerencia de Comercio Exterior. Es la coordinadora del semillero de investigación en Aprovechamiento de Acuerdos Comerciales. Anteriormente se desempeñó como ejecutiva del Centro de Comercio e Inversión de la Cámara de Comercio Colombo-Americana.

como uno de los mayores importadores de aguacate del mundo. Un hecho que, asegura la egresada Sandra Rodríguez, con tiempo y con esfuerzo podría servir para diversificar el mercado.

Aunque la investigación aún no está terminada, esta negociadora internacional de EAFIT considera que puede significar, en un futuro, un insumo valioso para el gremio aguacatero del país.

Por todo lo anterior, concluye Sandra Rodríguez, una de las grandes enseñanzas que le dejó el semillero fue aprender a estructurar una investigación como estas desde el punto de vista de los negocios internacionales.



Con metodologías de la  
Universidad de los Niños

# Profesores universitarios pueden integrar nuevas estrategias pedagógicas



Los profesores valoraron la oportunidad de estar inmersos en la Universidad de los Niños EAFIT, ya que les permitió aprender de manera vivencial y menos teórica.

## Mediante talleres los docentes de EAFIT lograron evidenciar las posibilidades de estas estrategias que promueve este programa para acceder al conocimiento.

**Felipe Sosa Vargas**

Colaborador

Las metodologías que promueven el gozo por el aprendizaje activo han caracterizado a la Universidad de los Niños EAFIT y ahora benefician también a estudiantes de pregrado.

Dicho avance se obtuvo gracias a una prueba piloto, con 18 profesores de la Institución, que potenció las ganas de aprender y aprehender nuevas estrategias pedagógicas.

Los intereses de los docentes se centraron en ampliar conocimientos y encontrar metodologías útiles.

Fiel a los objetivos planteados desde su puesta en marcha, la Universidad de los Niños es un programa que propicia el acercamiento de niños y jóvenes al conocimiento científico que genera EAFIT. Esto se logra con talleres fundamentados en preguntas, la experimentación, el juego y la conversación.

Esta manera de conocer, facilitada por pedagogías que promueven la interacción, fueron puestas a disposición de los docentes eafitesenses en una clara apuesta para que la educación en cualquier momento de la vida sea una experiencia placentera.

Para lograrlo, Ana María Londoño Rivera, jefa del programa Universidad de los Niños, explica que trabajaron con el Laboratorio para la Innovación y el Aprendizaje Proyecto 50 y la Dirección de Formación Integral, que lideran el tránsito hacia las Aulas Activas y las Aulas Invertidas. A comienzos de 2017, a través de los jefes de carrera, invitaron a profesores de EAFIT a entrar en contacto con esas metodologías con el fin de que les permitiera rediseñar o integrar nuevas estrategias pedagógicas a las que ya tenían en las aulas de clase.

### Aporte universitario

Conformados en dos grupos, los 18 profesores de diferentes áreas del conocimiento que aceptaron la invitación comenzaron los talleres. En estos reflexionaron sobre diversas metodologías de enseñanza, conversaron sobre contenidos específicos, analizaron estrategias y establecieron para sus campos de acción nuevas posibilidades relacionadas con contenido pedagógico, constructivismo, filosofía para niños, inteligencias múltiples, entre otros.

En el ámbito universitario es común escuchar que los profesores tienen muchos conocimientos teóricos, pero que en ocasiones carecen de herra-





Foto: Robinson Henao

### Temas de los talleres

Los talleres se realizaron en diferentes lugares del campus de EAFIT y se promovió el concepto de Aula Viva, es decir, en un espacio especializado como laboratorios, Biblioteca o Sala Patrimonial. Los participantes visitaban un lugar, que no es el aula tradicional, y compartieron con investigadores. También hubo sesiones en grupos en las aulas tradicionales y momentos para reflexionar sobre los temas.

Algunas de las preguntas de los talleres fueron:

- ¿Cómo cambia una idea? (Componente pedagógico).
- ¿Cuándo entendemos distinto las mismas cosas? (Nociones que cambian según las disciplinas).
- ¿Cómo los materiales inspiran el diseño de un objeto? (Juego y experimentación).
- ¿Qué tienen en común las personas innovadoras? (Inteligencias múltiples).
- ¿Las ideas tienen dueño? (Transposición didáctica).
- ¿Cómo se inspiran los escritores? (Momento de creación).

Participantes: 11 docentes de cátedra y 4 de planta, 2 personas del área administrativa (y uno temporal) de la Institución que acompañan la formación de los profesores de idiomas.

La prueba piloto la trabajaron con el Laboratorio para la Innovación y el Aprendizaje Proyecto 50 y la Dirección de Formación Integral, que lideran el tránsito hacia las Aulas Activas y las Aulas Invertidas.

mientas pedagógicas. En otras ocasiones, los profesores gozan de facilidades para enseñar, pero desean adaptar nuevas estrategias para transmitir sus conocimientos e incentivar la investigación.

Esa situación motivó a la Universidad de los Niños a acompañar a los docentes, que así lo consideraran, en esta nueva experiencia con múltiples prácticas didácticas que enriquecen su labor.

Respecto a los talleres, Ana Lucía Mejía Piedrahita, profesora en EAFIT de la asignatura Iniciativa y Cultura Empresarial, valora el esfuerzo de la Universidad de los Niños por aportar nuevas metodologías a los docentes, por ejemplo, partir de una pregunta que permita comenzar con una estrategia atractiva que incite a pensar.

Las preguntas de cada taller se sustentaron en un documento de un experto y de allí partieron los cuestionamientos y propuestas.

Por eso, asegura Ana Lucía Mejía, va a implementar estas nuevas estrategias a partir del próximo semestre porque, por ejemplo, le han servido mucho las actividades lúdicas antes de cada taller, ya que ayudan a despejar a los niños cuando hay temas más densos o se ven cansados. Destaca que compartir con personas de otras asignaturas y disciplinas también aporta a los talleres.



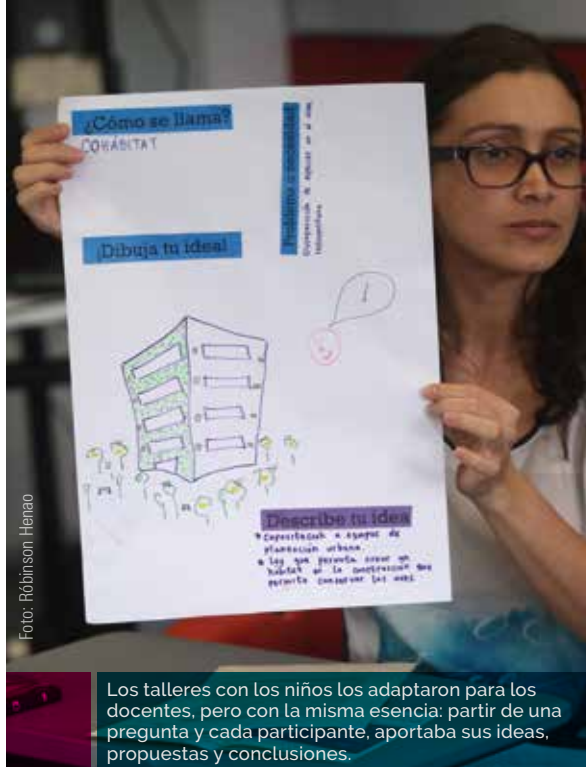


Foto: Robinson Henao

Los talleres con los niños los adaptaron para los docentes, pero con la misma esencia: partir de una pregunta y cada participante, aportaba sus ideas, propuestas y conclusiones.

## Bien evaluados

En una evaluación que hicieron sobre los nuevos conocimientos adquiridos en los talleres, los profesores valoraron la oportunidad de estar inmersos en la Universidad de los Niños EAFIT, ya que les permitió aprender de manera vivencial y menos teórica, acota Andrea Lotero Giraldo, asistente de formación de maestros en este programa institucional.

Los talleres se realizaban en diferentes espacios de EAFIT, a manera de Aula Viva.

Lo anterior debido a que los talleres con los niños los adaptaron para los docentes, pero con la misma esencia: partir de una pregunta y cada participante, basado en su formación y sus conocimientos, aportaba sus ideas, propuestas y conclusiones. Así aprendieron a plantear sus cursos en cualquier escenario de la Universidad (no solo en un aula de clase) a estimular en sus estudiantes los cuestionamientos y la búsqueda de respuestas, puntaliza Andrea Lotero.

Entre los aportes de estos talleres, Ana María Londoño, jefa de la Universidad de los Niños, destaca que propiciaron diálogos entre la metodología del programa y los procedimientos del profesor en sus aulas, favorecieron intercambios de experiencias y reflexiones, y abordaron componentes pedagógicos y ayudas que les permitirán desarrollar estrategias para innovar en la práctica pedagógica.

En conclusión, estos talleres de la Universidad de los Niños sirvieron para despertar la creatividad de los profesores y, además, para que adquirieran destrezas y habilidades con el fin de mejorar sus metodologías y formas de transmitir sus conocimientos.

## Estudiantes más creativos

Simón Echeverry Gómez, profesor de cátedra en los pregrados de Mercadeo e Ingeniería de Diseño de Producto, destaca la importancia de estas metodologías porque, por ejemplo, estimulan que en las sesiones de clase los estudiantes sean más creativos, que no tengan límites para pensar e imaginar, y que comprendan de manera más amena y divertida temas completos.

Agrega que estaba familiarizado con este tipo de metodologías porque en sus clases realiza sesiones de innovación, pero enfocadas al desarrollo de un producto o servicio. "Algo que adapté de esta experiencia con la Universidad de los Niños es empezar con una pregunta, ya que posibilita que los estudiantes entren en contexto. También, el hecho de estar formados en un círculo durante la sesión invita a que los estudiantes estén más atentos y sean quienes propongan cómo realizar la sesión", concluye Santiago Echeverry, uno de los 18 participantes de los talleres.



Foto: Robinson Henao

## Investigadora

### 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. Es integrante del Grupo de Investigación Aprendizaje e innovación educativa, con trabajos enfocados dentro de la línea Integración, inclusión y transformación social a partir de la construcción de conocimiento.



Foto: Laura Vega

Alejandro Betancourt Arango

# Un ejemplo del retorno de la inversión en investigación

---

## Al ingeniero matemático de la Universidad EAFIT y PhD en Sistemas Cognitivos, con 30 años de edad, la gerencia de Inteligencia de Negocios de Ecopetrol lo trajo de Bélgica para ser líder de operaciones inteligentes en la petrolera estatal.

**Claudia Bedoya Madrid**

Colaboradora

Para el eafitense Alejandro Betancourt Arango invertir en investigación sí tiene retorno y un ejemplo de esa apuesta es la carrera que ha logrado desarrollar con tan solo 30 años y en la que ya empieza a recoger los frutos de su apuesta y dedicación.

Está en Colombia recién desempleado. La gerencia de Inteligencia de Negocios de Ecopetrol lo trajo de Bélgica para ser líder de operaciones inteligentes en la petrolera estatal en donde quiere ayudar a que las decisiones se tomen con base en lo que sabe y aprendió en el programa de Ingeniería Matemática de la Universidad EAFIT.

**“La ingeniería matemática es una de las carreras más versátiles. Por ejemplo, enseña que se puede solucionar cualquier problema con métodos cuantitativos”: Alejandro Betancourt.**

Como juicioso, trabajador y perseverante describe el también ingeniero matemático, José Luis Franco Monsalve, al compañero que conoció en el primer semestre del pregrado, en el que empezaron 20 personas y para el tercer semestre solo quedaban cinco.

“Alejandro tiene la mentalidad de que si uno se dedica puede lograr cualquier cosa. Él no le tenía miedo a hacer un proyecto, por grande que fuera y trabajaba un montón de cosas a la vez, pero lograba sacarlas adelante”, recuerda José Luis Franco desde Londres, en donde trabaja en la actualidad para una compañía de robótica.

Durante el pregrado, además de publicar *papers* en revistas científicas de alto nivel como *Journal of Geographic System*, ambos eafitenses trabajaron juntos en el Centro de Investigaciones en Economía Sistémica (Ecsim) –dedicado a la investigación, la consultoría, la educación y el desarrollo científico y tecnológico– en un proyecto para la Alcaldía de Medellín de análisis matemático sobre datos de criminalidad. Las diferencias conceptuales o de personalidad nunca fueron impedimento para concertar puntos de vista en su producción académica.

Profesores como Gabriel Loaiza Ossa, quien orientaba la asignatura Teoría de la medida, compartida con estudiantes de Ingeniería Civil, influyeron en la formación de Alejandro Betancourt y, en el cuarto semestre, el docente Juan Carlos Duque Cardona lo motivó a formar parte del Grupo de Investigación Research in Spatial Economics (Rise), dedicado a diseñar métodos que incluyeran el componente geográfico en los modelos estadísticos.

---

### Ayudar a decidir

---

La maestría fue más tranquila para el eafitense, quien continuó haciendo consultorías. Asesoró proyectos de la Cámara de Comercio de Medellín, EPM y la Gobernación de Antioquia.

En la Cámara, trató de medir dónde tiene más impacto económico una inversión y, en conjunto, desarrollaron una aplicación interactiva que al seleccionar un sector industrial mostraba cómo se mul-





Cortesía: Alejandro Betancourt.

Alejandro Betancourt se graduó con tesis doctoral *Cum Laude* de las universidades de Génova (Italia) y Eindhoven (Holanda).

tiplicaba una inversión ahí y en el resto de sectores industriales, explica Alejandro Betancourt.

A EPM le hizo un modelo que simula el crecimiento de Medellín con base en el Plan de Ordenamiento Territorial, la población y el uso comercial, industrial, oficial y residencial para que la empresa pudiera decidir el tamaño y ubicación de tanques del acueducto.

**“Una de las cosas más bonitas de Ecopetrol es que cualquier cambio, cualquier mejora, le da beneficios no solamente a la empresa, sino al país”:**  
Alejandro Betancourt.

Durante la gobernación de Sergio Fajardo Valde-rama estudió cuál era la mejor localización para ubicar el puerto de Urabá, teniendo en cuenta factores como sedimentación, riesgos de inundación, conectividad con vías y tipo de tierras, entre otros.

“Al simular los centros urbanos que hay en Urabá logramos establecer cuál era la zona donde un puerto puede tener mayor impacto y es ahí donde lo están haciendo porque es estratégico en esa zona. Cumplimos con entregar una metodología que es-

ta fuera de sesgos de intereses particulares”, asegura el ingeniero matemático.

## Teorías aplicadas

Estudió becado el doctorado en Sistemas Cognitivos desde septiembre de 2013, un programa conjunto de las universidades de Eindhoven (Holanda) y Genova (Italia) y siguió en contacto con el Rise.

Por exigencias del doctorado trabajó en dos líneas de investigación: una en visión por computador y otra en lo que se conoce como *wearable cameras* o cámaras portables como las diseñadas por Google.

“Emulamos la posición de esas gafas, las pusimos en el pecho y empezamos a preguntarnos qué podíamos hacer con esos videos. Desde otra perspectiva, encontramos que las manos aparecían mucho en esas cámaras y utilizamos modelos de *machine learning* (aprendizaje automático) para encontrar las manos y entender cómo se mueven”, acota Alejandro Betancourt.

La aplicación de los fundamentos teóricos lo condujo a proponer el uso de este software para te-



Alejandro Betancourt recibiendo un reconocimiento en un concurso de videos de tres minutos para presentar su tesis doctoral.

rapias de niños con parálisis cerebral con dificultad en los movimientos de las manos o de personas víctimas de accidentes cerebrovasculares que pierden la movilidad en alguna de sus extremidades superiores.

Durante sus estudios de doctorado publicó tres journal y dictó seis conferencias. Dichas pesquisas hacen parte de la tesis que se convirtió en el libro *Ego-Hands: A Unified Framework for Hand-Based Methods in First Person Vision*.

Al terminar el doctorado se vinculó a TP Vision, empresa china relacionada con Phillips, para mejorar la calidad de los televisores con base en la aplicación de algoritmos para mejoramiento de imágenes.

Con esas experiencias regresó en 2017 a Colombia como líder de operaciones inteligentes de Ecopetrol, donde está dedicado a buscar cómo aplicar métodos analíticos de estadística, *machine learning*, inteligencia artificial y computación distribuida para mejorar procesos.

“Una de las cosas más bonitas de Ecopetrol es que cualquier cambio, cualquier mejora, le da beneficios no solamente a la empresa, sino al país”, puntualiza el eafitense, quien enfatiza en la importancia de tomar decisiones basadas en la analítica y los métodos cuantitativos, y no en la intuición.

## Investigador

### Alejandro Betancourt Arango

Ingeniero matemático y magíster en Matemáticas Aplicadas, Universidad EAFIT. PhD en Sistemas Cognitivos, con doble titulación de las universidades de Génova (Italia) y Eindhoven (Holanda).

Su tesis de pregrado *A computationally efficient method for delineating irregularly shaped spatial clusters* fue publicada en *Journal of Geographical Systems*, trabajo que lo convirtió en el Mejor Investigador del Año, en un concurso organizado por la Alcaldía de Medellín y Ruta N en 2010.

Durante los estudios de maestría desarrolló un algoritmo geocomputacional y su tesis *An Algorithmic Approach for Simulating Realistic Irregular Lattices* se convirtió en el capítulo de un libro. Su tesis de doctorado *EgoHands: A Unified framework for hand-based methods in egocentric vision* ha sido divulgada en tres revistas especializadas y seis conferencias internacionales.







# Un reconocimiento a la labor educativa y de comunicación de la ciencia

Por contribuir con la formación de sujetos activos en la construcción de conocimiento y la transformación de la sociedad, la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPop) galardonó el trabajo de la Universidad de los Niños.

Andrea López Herrera

Colaboradora

En la Universidad de los Niños se pregunta, se indaga, se curiosear, se aprende. Esta es una gran red de inquietudes, de percepciones alrededor de la ciencia que surgen desde la infancia, desde esa época en que los niños solo quieren preguntarse, saber por qué llueve, por qué las plantas son verdes, por qué la Luna "sigue" a las personas por la noche y por qué, por qué, por qué...

Esa dinámica hace parte de este programa de la Universidad EAFIT que propicia el acercamiento de niños y jóvenes al conocimiento científico que se produce en la Institución, a partir de talleres fundamentados en las preguntas, la experimentación, el juego y la conversación.

De eso dan cuenta los 2.724 niños y jóvenes que hasta 2017 han hecho parte del programa, los 383 maestros de 277 instituciones oficiales y no oficiales de Medellín y municipios aledaños, y la participación de docentes y talleristas que con sus conocimientos nutren los aprendizajes a través de los Encuentros con la pregunta, las Expediciones al conocimiento y los Proyectos de ciencia.



## La Universidad de los Niños

Es un programa de educación no formal que realiza talleres de comunicación de la ciencia, con la intención de promover acercamientos al conocimiento científico desde temprana edad. El programa tiene tres etapas, en las que participan niños y jóvenes, en ciclos anuales:

**Encuentros con la pregunta:** es la primera etapa en la que cada año ingresan niños entre 8 y 10 años, procedentes de instituciones educativas oficiales y privadas de Medellín, el área metropolitana y municipios cercanos.

**Expediciones al conocimiento:** etapa en la que los participantes, al finalizar el primer ciclo, son invitados a recorrer diferentes rutas temáticas.

**Proyectos de ciencia:** los participantes que han permanecido en el programa durante tres años o más, y que cursan los grados noveno, décimo y undécimo, participan en esta etapa en la que desarrollan proyectos de investigación acompañados por investigadores y estudiantes de maestría de EAFIT.

Como un reconocimiento a esta labor desarrollada desde 2005 con preguntas, experimentos, conversaciones y juegos, este programa recibió el premio de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPop), en la categoría de Centros y Programas. La ceremonia de premiación se realizó el 24 de agosto de 2017 en el XV Congreso bienal de la RedPop, en Buenos Aires (Argentina).

Claudia Aguirre Ríos, coordinadora del Nodo Andes de la RedPop y directora de Contenidos del Parque Explora, explica que decidieron otorgar este galardón a la Universidad de los Niños de EAFIT por ser un programa de educación y comunicación de la ciencia que busca contribuir a la formación de sujetos activos en la construcción de conocimiento y la transformación de la sociedad.

La ceremonia de premiación se realizó el 24 de agosto de 2017 en el XV Congreso bienal de la RedPop, en Buenos Aires (Argentina).

Además, gracias al desarrollo de un modelo que facilita el trabajo con diversos públicos, le ha permitido salir del campus universitario para involucrarse en proyectos comunitarios y gubernamentales, destaca la coordinadora del Nodo Andes de la RedPop.

## Validación de pares

Para Ana María Londoño Rivera, jefa de la Universidad de los Niños, este reconocimiento es muy importante porque lo entregan quienes también trabajan por la apropiación social del conocimiento.

"Nosotros nos postulamos, cumplimos con los criterios de selección y ganamos. Teníamos algunas dudas porque se entregan cada dos años y el último se lo había ganado el Parque Explora, así que nos parecía difícil que un premio internacional latinoamericano lo volviera a ganar una organización de la misma ciudad. Pero aun así nos presentamos argumentando que esta era una forma de reconocer la transformación y la manera en la que Medellín adelanta actividades para cambiar nuestra historia", manifiesta Ana María Londoño.

En este programa, que pertenece a la Dirección de Investigación de EAFIT, se hace evaluación permanente para el mejoramiento continuo. Por eso, recibir el premio RedPop es una especie de validación.



De izquierda a derecha, Alejandra León Castellá, directora Ejecutiva de la Fundación Cientec de Costa Rica, y Julia Tagüena Parga, directora Adjunta del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, ganadoras en la categoría Especialistas; y Ana María Londoño Rivera, jefa de la Universidad de los Niños EAFIT, quien recibió el premio en la categoría Centros y Programas.

## Desafíos tras el premio

Recibir este premio representa nuevos desafíos para la jefa de la Universidad de los Niños, ya que en un contexto como el colombiano, por ejemplo, se requiere trabajar para que la relación ciencia-sociedad sea posible.

**La Universidad de los Niños ha desarrollado un modelo que facilita el trabajo con diversos públicos.**

Por eso, Ana María Londoño hace un llamado a unir esfuerzos como país a través de iniciativas como el Museo EPM o el Parque Explora, en Medellín, o el Instituto von Humboldt, en Bogotá, entre otras entidades.

"Debemos pensar cómo vamos a tejer redes como país para seguirlo fomentando. Probablemente este sea un buen momento para plantearnos como universidades la necesidad de tener dentro de los currículos académicos temas de orientación y de comunicación de la ciencia, pues hay países que lo han hecho con mucho éxito", puntualiza la jefa del programa.

Por otra parte, el premio también abre puertas para establecer convenios con entidades internacionales que trabajan por acercar la ciencia a toda la sociedad.

"A lo mejor esto nos motive a abrir una conversación con la Unesco en la relación niños-ciencia que es nuestro foco. Hemos pensado en alianzas con otros países como México, que nos lleva mucha ventaja en este trabajo, pero podríamos acercarnos para aprender cómo han hecho ellos para incluir esas líneas académicas en periodismo científico", concluye la jefa de la Universidad de los Niños.

## La RedPOP

La Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de América Latina y el Caribe (RedPop) reúne a grupos, programas y centros de popularización de la ciencia y la tecnología. Esta red interactiva funciona mediante mecanismos regionales de cooperación que favorecen el intercambio, la capacitación y el aprovechamiento de recursos entre sus miembros. Fue creada en noviembre de 1990 en Río de Janeiro, a instancias del Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Unesco.

En la actualidad la RedPop cuenta con aproximadamente 80 miembros pertenecientes a países de la región y mantiene relaciones con grupos, programas y centros de popularización de la ciencia y la tecnología en numerosos países del mundo. Estos miembros designan un jurado que en 2017 estuvo integrado por Noboru Takeuchi (de México), ganador del premio RedPop en 2015 en la categoría Especialista; Paola Rodari (de Italia), integrante de Sissa Medialab, y Claudia Aguirre (de Colombia), coordinadora del Nodo Andes de la RedPop y directora de Contenidos del Parque Explora.

## La líder

### 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, donde se desempeñó como coordinadora logística de 2005 a 2007 y como coordinadora estratégica entre 2008 y 2015.





Carlos Andrés Toro Rodríguez

# Líder científico en Singapur

Desde sus años como estudiante de Ingeniería Mecánica se dedicó a preguntarse, cuestionarse y buscar nuevos conocimientos que lo llevaron a trabajar 14 años en España y, luego, a hacer parte de un ambicioso proyecto del gobierno singapurense en Industria 4.0.



Sus años como estudiante en EAFIT fueron el inicio de una vida dedicada a investigar, a dictar conferencias y a escribir artículos científicos.

**Felipe Sosa Vargas**

Colaborador

## Raíces eafitenses

Su producción investigativa, especialmente en Industria 4.0, el contar con una patente de invención y más de 60 publicaciones son evidencias del trabajo de Carlos Andrés Toro Rodríguez, investigador eafitense de una de las agencias más importantes de Singapur, un país que proyecta convertirse en referente mundial en innovación.

Este ingeniero mecánico de EAFIT, luego de hacer su doctorado en España donde vivió 14 años, desde principios de 2017 labora en territorio asiático. Su carné y la firma del correo electrónico rezan: "Líder técnico - Arquitecto de tecnología - Fábrica del Futuro - Centro de Tecnología de Remanufactura Avanzada - Agencia de Ciencia, Tecnología e Investigación (A\*Star)". A\*Star es la agencia de investigación estatal, de allí su trascendencia.

Nacido el 10 de noviembre de 1975 en Cali, es hijo de padres antioqueños que se fueron a vivir al Valle del Cauca recién casados, pero regresaron a Medellín cuando su hijo tenía un mes de vida. Este bachiller del Colegio San Ignacio, donde estudió desde los 6 años, en 1994 optó por matricularse en Ingeniería de Producción y la universidad elegida fue EAFIT, pero su diploma dice que es ingeniero mecánico.

Poco después de comenzar a estudiar conoció al profesor Óscar Eduardo Ruiz Salguero, ingeniero mecánico e ingeniero de sistemas que recién llegaba de la Universidad de Illinois (Estados Unidos) de graduarse de un doctorado en sistemas y conformaba un grupo de investigación. Carlos Andrés se presentó y fue seleccionado como asistente.



## “Una persona ávida de saber”

El investigador colombiano Carlos Ocampo-Martínez, director adjunto del Instituto de Robótica e Informática Industrial, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Politécnica de Cataluña (CSIC-UPC), admira el trabajo de su colega Carlos Andrés Toro, a quien considera “una persona ávida de saber, notablemente instruida no solo en temas técnicos y científicos relacionados con su rama de conocimiento, sino en temas de áreas afines. Es sorprendente cómo puede generar un proyecto y escribir una propuesta en tiempo récord, sin caer en agravios como la mediocridad o la repetición sistemática de ideas”.

Así es como se enamoró de la ingeniería mecánica y por esto pidió cambio de programa y fue aceptado. Se desempeñó como monitor de materias como Geometría descriptiva y aprendió de profesores como Óscar Ruiz, Jaime Leonardo Barbosa Pérez y Alberto Rodríguez García, actual decano de la Escuela de Ingeniería y quien asesoró su trabajo de grado en diseño conceptual.

+

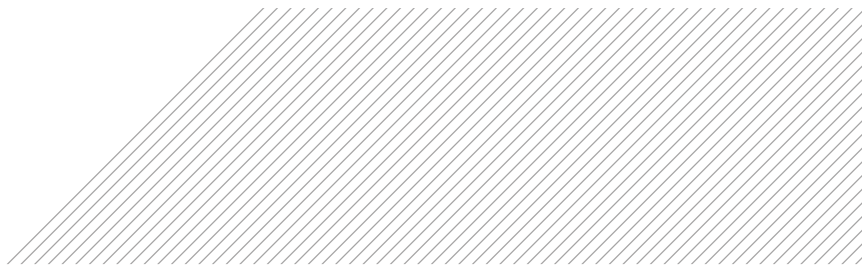
**Carlos Toro reconoce en EAFIT el interés por formar investigadores que propicien cambios y nuevos conocimientos.**

Disfrutó de una pasantía en un centro de investigación de alto nivel en los Estados Unidos, el *Large Scale Flexible Automation Lab*, de la Universidad de Illinois, y trabajó durante un semestre en la implementación de técnicas de realidad virtual en entornos de plantas industriales. “Fui con un compañero a trabajar con el tutor doctoral de Óscar Ruiz. Esa fue mi primera experiencia de investigación aplicada fuerte con empresas como Caterpillar o Ford”.

Regresó, realizó su práctica profesional con una empresa francesa que tenía sede en Medellín, Lectra Systems, que elaboraba software y hardware para la industria de la confección. Luego creó una empresa dedicada a la repotenciación de máquinas y herramientas. De manera paralela, su trabajo de grado fue

En Singapur confluyen muchos de los mejores investigadores del mundo. Allá llegó Carlos Andrés Toro, quien dejó de lado opciones de otros lugares como Inglaterra.





nominado a un reconocimiento en el Concurso Nacional Mejores Trabajos de Grado Otto de Greiff, lo cual propició su desempeño durante dos años como profesor de cátedra en EAFIT. Después de vender su parte de la empresa, empezó a buscar un lugar para realizar un doctorado.

Una opción era los Estados Unidos, donde un investigador de ese país conoció su trabajo de grado y le ofreció laborar y estudiar el doctorado; la segunda alternativa la generó la asistencia a un congreso de ingeniería mecánica. Allí participó un excompañero del grupo de investigación de EAFIT, quien residía en España y lo convidó a hacer parte de un centro de investigación. Dejó todo lo que tenía en Colombia y en el verano de 2003 llegó a San Sebastián (España).

y software, y armonizan piezas para procesar grandes cantidades de datos y tomar decisiones con estas.

Admira el orden y la tranquilidad, situación que posibilita que los objetivos planteados en A\*Star sean realizables, pues la cultura de ese país asiático está encaminada a la investigación, el conocimiento y el bienestar. Le gusta su trabajo porque la agencia y el país tienen la intención de ser los mejores, lo que representa otro reto personal por la confianza de una cultura que busca ser la mejor en innovación. Su cargo, extenso e importante como su hoja de vida, es el resultado de un trabajo apasionado y serio por la investigación, que comenzó en EAFIT y ahora da frutos mundiales.

## España y Singapur

En San Sebastián laboró con Visual, Interaction and Communication Technologies (Vicomtech), donde ingresó como becario y se retiró como investigador *senior researcher*, el cargo más alto en la cadena investigativa. Estudió una maestría y un doctorado en Ingeniería Informática en la Universidad del País Vasco. Con la Comunidad Autónoma Vasca profundizó en Industria 4.0, la nueva forma de organizar los medios de producción, considerada la Cuarta Revolución Industrial.

+

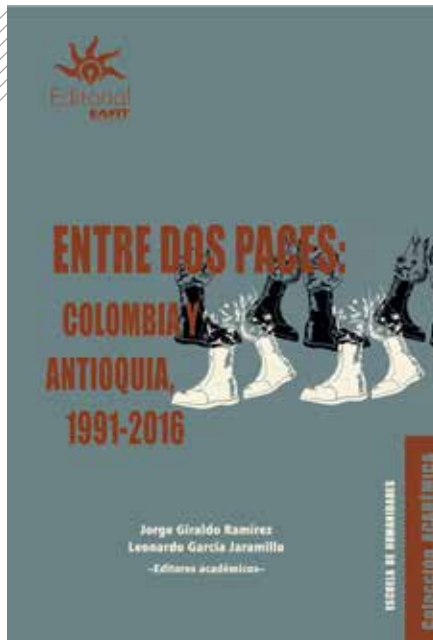
**Carlos Toro Rodríguez destaca la forma como Singapur apunta a convertirse en una potencia en investigación.**

A Singapur llegó después de medio año de analizar la propuesta. Se trasladó con su familia (su esposa española con quien tiene un hijo) y empezó labores en marzo de 2017. Como arquitecto en jefe está pendiente de los líderes técnicos de cada unidad de trabajo, pone las líneas y diseña infraestructura sostenible y extendible. Allá elaboran hardware

### Investigadores

#### Carlos Andrés Toro Rodríguez

Ingeniero mecánico, Universidad EAFIT; maestría y PhD en Ingeniería Informática, Universidad del País Vasco (España). Fue estudiante investigador en el Large Scale Flexible Automation Lab, Universidad de Illinois (Estados Unidos). Fue profesor de cátedra en EAFIT en las asignaturas de Introducción a los sistemas CAD/CAM y Diseño Conceptual (2002-2003). Se desempeñó como investigador líder de proyecto en el área de Transportes Inteligentes en Vicomtech-IK4, en San Sebastián (España), entre 2004 y 2017. Ha sido investigador invitado en universidades de Inglaterra y Australia. Es autor de más de 60 publicaciones internacionales en revistas y conferencias y tiene una patente de invención resultado de su trabajo doctoral. En la actualidad es el líder técnico - Arquitecto de tecnología de la Agencia de Ciencia, Tecnología e Investigación A\*Star, en Singapur.



### ***Entre dos paces: Colombia y Antioquia, 1991-2016***

Editores académicos: Jorge Giraldo Ramirez y Leonardo García Jaramilla

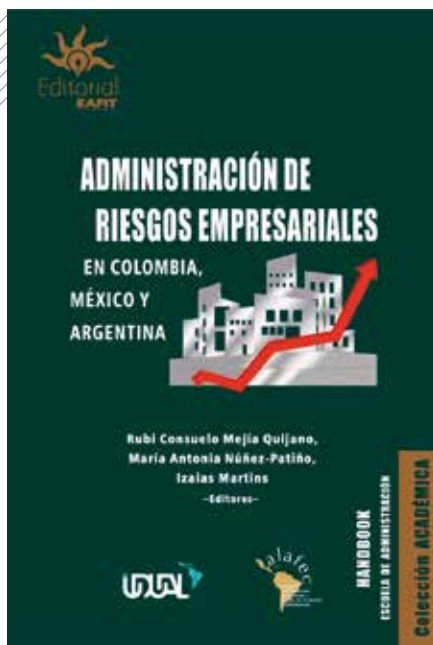
Medellín, 2017

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 González-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  
Enero-junio de 2018