

# Revista Universidad EAFIT

Vol. 50 | No. 165 | Medellín | Colombia | enero-junio | 2015 | ISSN 0120-341X

Periodismo científico



# Revista Universidad EAFIT

Periodismo Científico

RECTOR	Juan Luis Mejía Arango
VICERRECTOR	Julio Acosta Arango
SECRETARIO GENERAL	Hugo Alberto Castaño Zapata
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN	Félix Londoño González
COMITÉ EDITORIAL	Juan Luis Mejía A. Félix Londoño G. Adriana García G. Catalina Suárez R. Camilo Piedrahita V. Ana Cristina Abad R. Juan Carlos Luján S. Paulo Cepeda S. Daniel Hermelin B. Juan Darío Restrepo A. Juan Diego Jaramillo F. María Alejandra González P. Mauricio Ramírez G.
DIRECCIÓN	Dirección de Investigación Departamento de Comunicación
COORDINACIÓN Y EDICIÓN	Paulo Cepeda Sánchez
DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN	Área de Comunicación Creativa César Franco R.
FOTOGRAFÍAS	Róbinson Henao Cortesía y archivo
FOTO PORTADA	Róbinson Henao
EDICIÓN	Vol.50. No.165 enero-junio de 2015
	<a href="http://www.eafit.edu.co/investigacion">www.eafit.edu.co/investigacion</a>
	COMENTARIOS <a href="mailto:comunicaciones@eafit.edu.co">comunicaciones@eafit.edu.co</a>
	ISSN 0120-341X



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

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

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

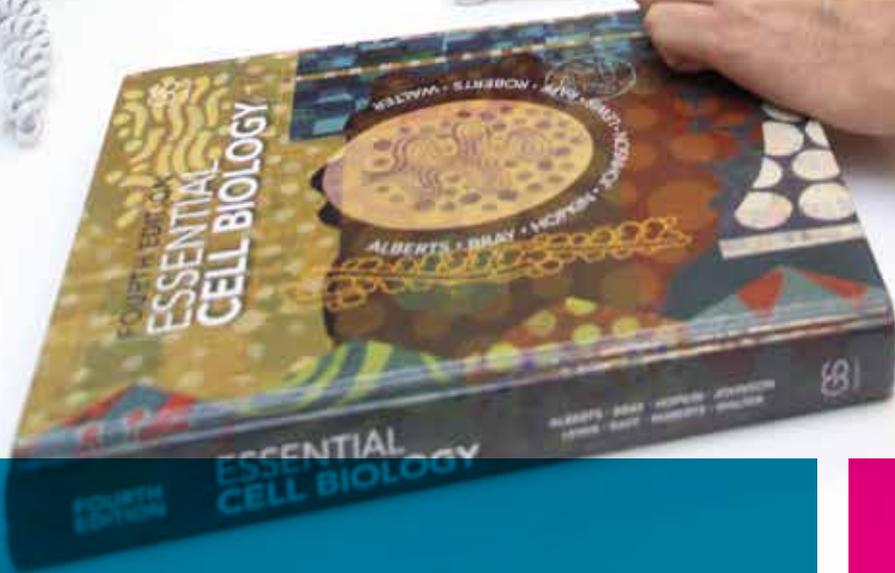
**EAFIT Bogotá**  
Carrera 16 93-46  
Teléfono: (57) (1) 6114618

**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





## Semilleros de investigación

Esta edición presenta un registro fotográfico de 10 de los 81 semilleros de investigación con que cuenta hoy la Universidad EAFIT. La selección destaca dos semilleros por cada una de las cinco escuelas de la Institución.

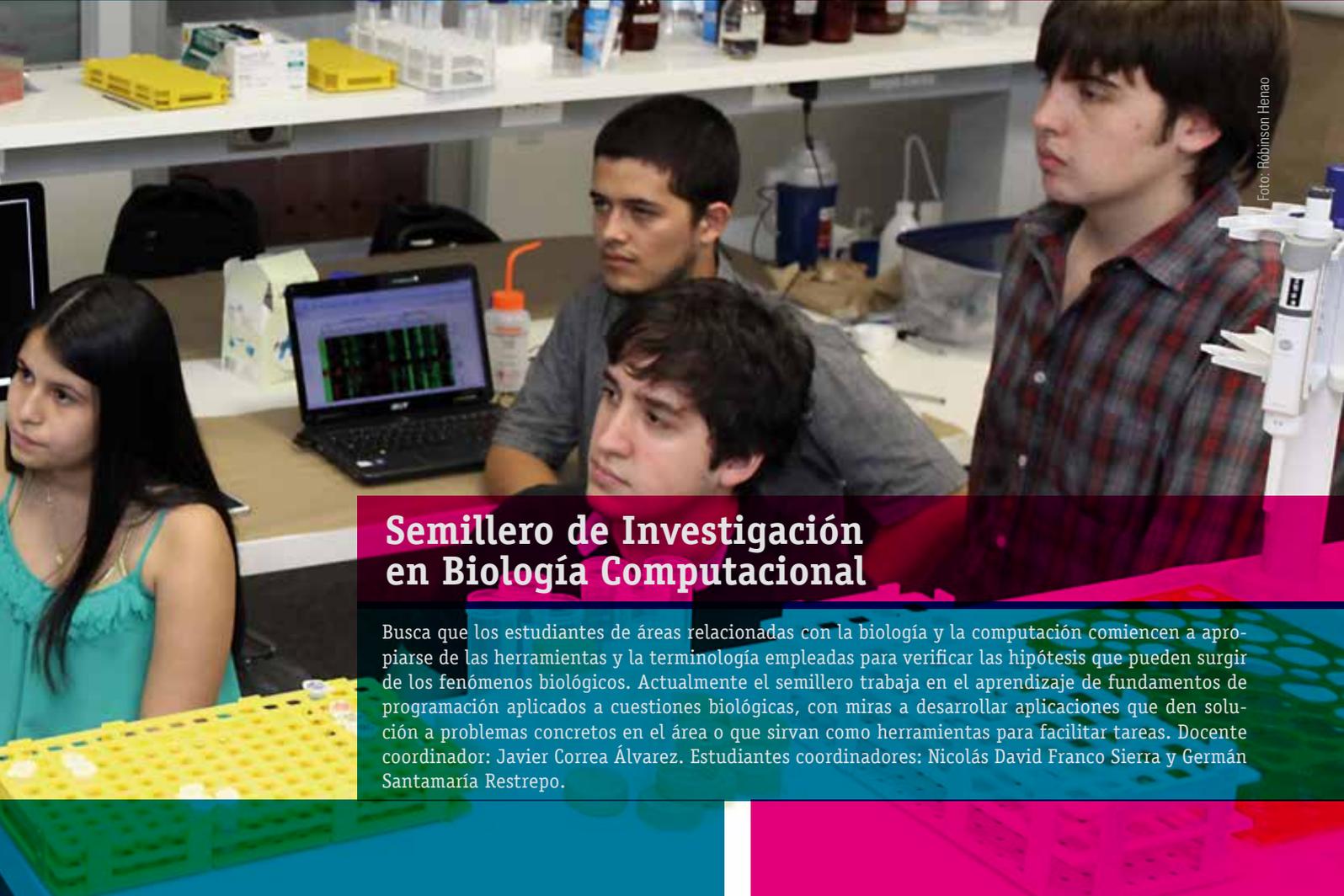




## Semillero de Investigación en Energías Térmicas (Siete)

Busca estudiar e innovar en los procesos y tecnologías implicadas en las transformaciones energéticas, con la conciencia de su influencia sobre el medio ambiente. De esta manera, le apunta a presentar propuestas y estrategias para el tratamiento de la energía térmica y los problemas asociados. Se destaca su trabajo en la evaluación del desempeño de equipos de aire acondicionado alimentados con energía solar. Docente coordinador: Luis Santiago París Londoño. Estudiante coordinadora: Mónica María Manrique Ortiz.

Foto: Robinson Henao



## Semillero de Investigación en Biología Computacional

Busca que los estudiantes de áreas relacionadas con la biología y la computación comiencen a apropiarse de las herramientas y la terminología empleadas para verificar las hipótesis que pueden surgir de los fenómenos biológicos. Actualmente el semillero trabaja en el aprendizaje de fundamentos de programación aplicados a cuestiones biológicas, con miras a desarrollar aplicaciones que den solución a problemas concretos en el área o que sirvan como herramientas para facilitar tareas. Docente coordinador: Javier Correa Álvarez. Estudiantes coordinadores: Nicolás David Franco Sierra y Germán Santamaría Restrepo.

Foto: Robinson Henao



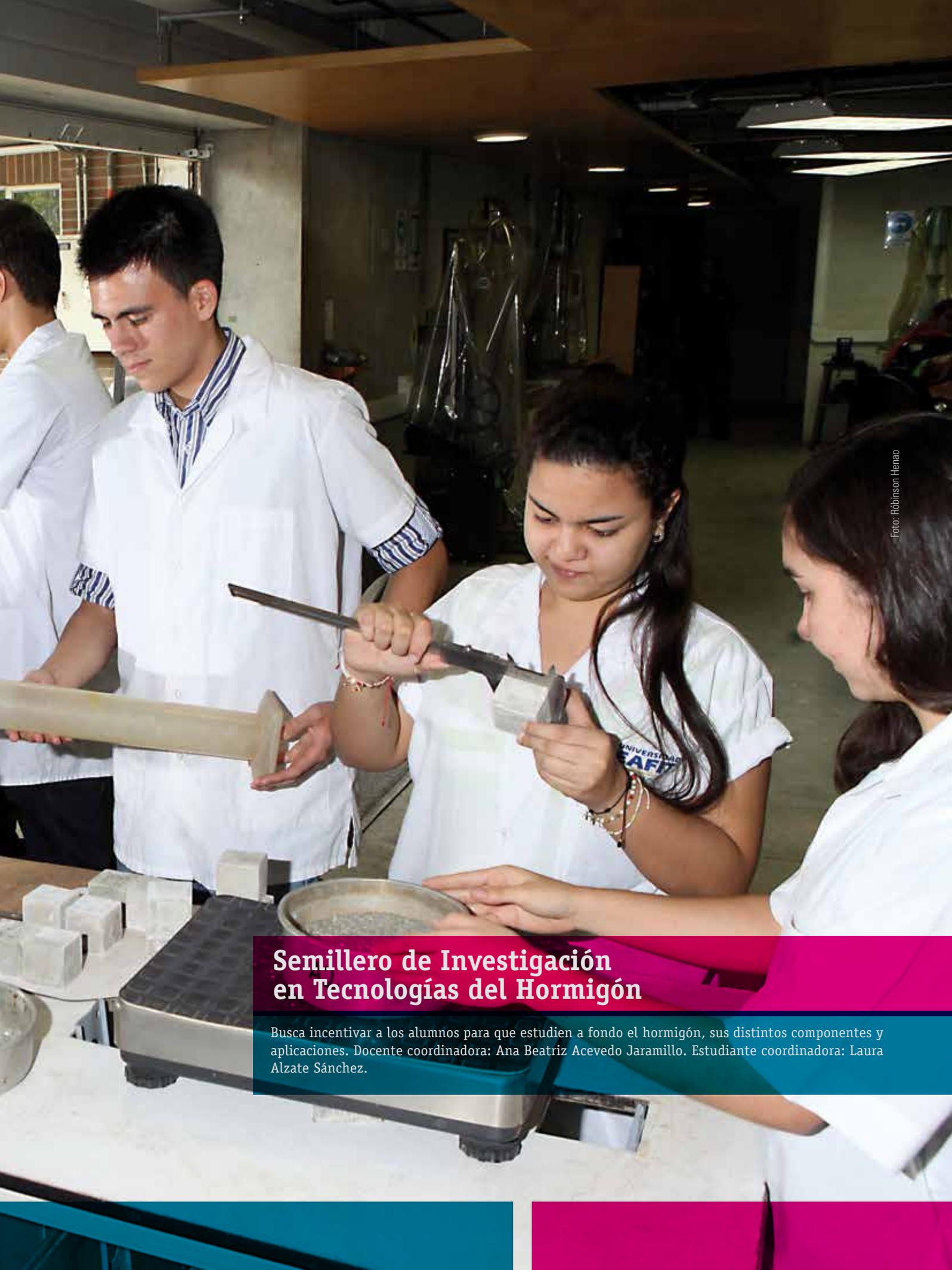


Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación en Tecnologías del Hormigón

Busca incentivar a los alumnos para que estudien a fondo el hormigón, sus distintos componentes y aplicaciones. Docente coordinadora: Ana Beatriz Acevedo Jaramillo. Estudiante coordinadora: Laura Alzate Sánchez.





Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación en Derecho Internacional

Nació en 2011 para estudiar las diferentes áreas del Derecho Internacional. A partir de 2012 la reflexión gira alrededor de temas del Derecho Internacional Privado. En este tiempo el semillero ha capacitado a los estudiantes en fortalecer sus competencias investigativas. Fruto de este trabajo ha publicado investigaciones tanto en el EAFIT Journal of International Law (EJIL), como en el blog del mismo semillero. Docente coordinadora: Paola Carrillo Gamboa.



Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación en Derecho y Economía

Es asesorado por los investigadores del Grupo de Empresarismo. Tiene como objetivo participar en la generación de conocimiento mediante labores de investigación enfocadas en temas concernientes al desarrollo empresarial como la innovación y el emprendimiento, teniendo en cuenta factores como el nivel de educación, la capacidad tecnológica y las respuestas del entorno a las condiciones políticas y del mercado. Docentes coordinadores: María Helena Franco Vargas, Ángela María Bejarano López y Felipe Andrés Cristancho.





Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación en Finanzas y Banca, Bufete Financiero

Está conformado por estudiantes de diversos pregrados de las escuelas de Economía y Finanzas y de Administración, quienes desarrollan actividades académicas de tipo formativo e investigativo. Esto con el fin de ofrecer a sus miembros, a la comunidad universitaria y al sector empresarial, información financiera por medio de conferencias, seminarios, boletines informativos, investigaciones y otras actividades que permiten profundizar en temas afines y de interés general. Docente coordinador: Julián Alberto Pareja Vasseur. Estudiante coordinador: Sebastián Rodríguez Durán.

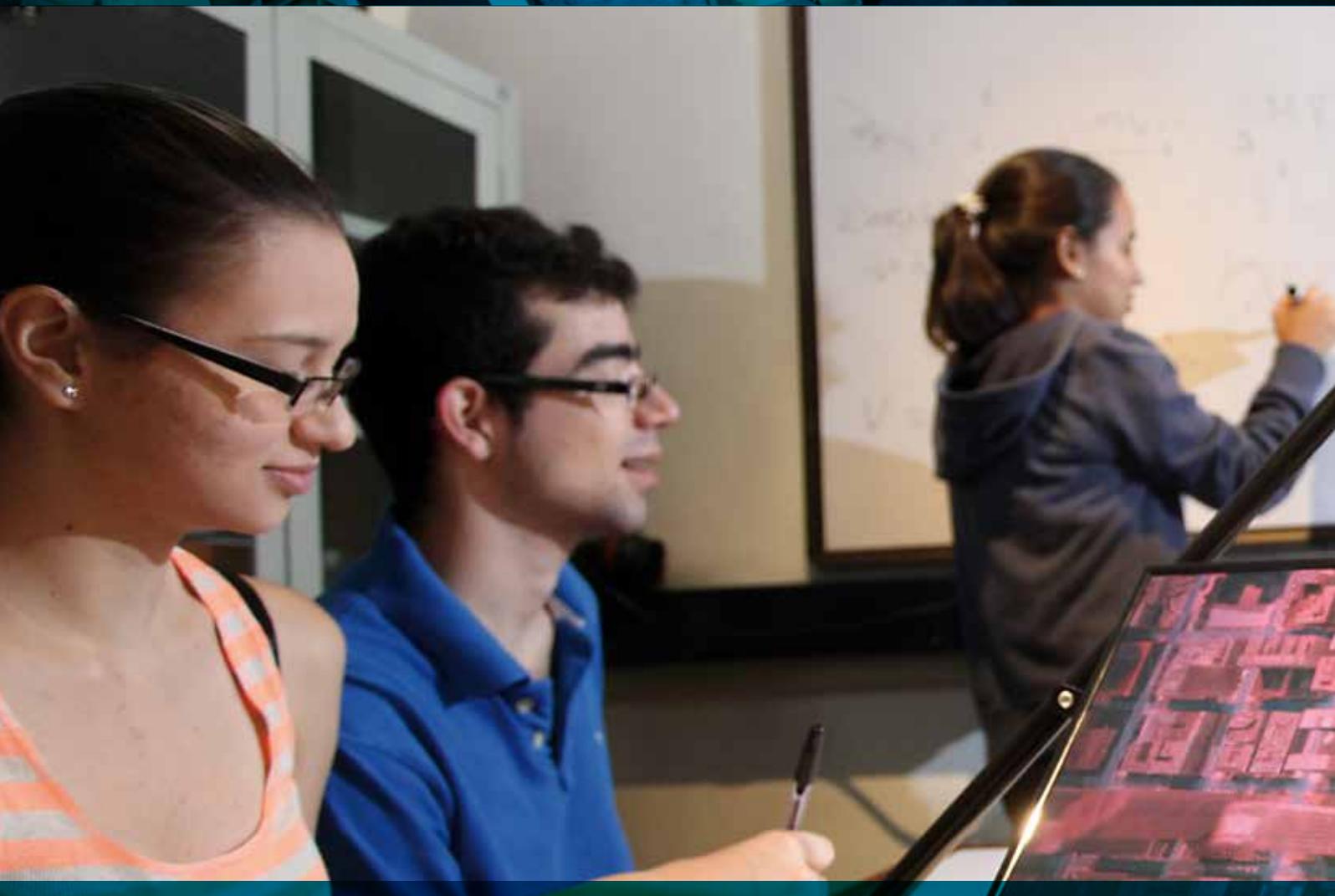




Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación de Control, Auditoría y Administración de Riesgos (Sicar)

Busca el mejoramiento integral de la función de control, auditoría y administración de riesgos. Docente coordinadora: Rubi Consuelo Mejía Quijano. Estudiante coordinadora: Sara Paulina Estada Gómez.



Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación en Holografía

Tiene como misión estudiar este método de registro y almacenamiento de la información óptica proveniente de un objeto. Además, busca adquirir habilidades en el manejo de instrumentos ópticos y el diseño de montajes. También, le apunta a formular proyectos de investigación y fortalecer la línea de investigación Holográfica del Grupo de Óptica Aplicada de EAFIT. Docente coordinador: Daniel Ignacio Velásquez Prieto. Estudiante coordinadora: Natalia Andrea Gutiérrez Andrade.





## Semillero de Investigación de Estudiantes de Economía (Siede)

Trabaja en los campos de macroeconomía, economía política y economía pública. Sus temas incluyen: corrupción, conflictos y, en general, ilegalidad y sus causas y consecuencias en la sociedad. Docente coordinador: Michael Klaus Jetter. Estudiante coordinadora: Alejandra Montoya Agudelo.

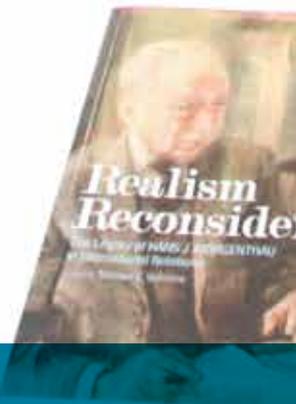




Foto: Robinson Henao

## Semillero de Investigación en Relaciones Internacionales (Gris)

Impulsa la investigación y la creación de proyectos en las áreas: relaciones internacionales, contexto y actualidad mundial, y política exterior. Docente coordinador: Luis Fernando Vargas Alzate. Estudiante coordinadora: Carolina Aristizábal Saldarriaga.

# CONTENIDO

---

## Secciones

---

Editorial

Proyectos de investigación

Entrevistas

Universidad de tercera generación

Tema especial

Universidad de los Niños

Semilleros

Iniciativas emprendedoras

Trabajos de grado

Perfiles

Infraestructura

Centros de estudio

Patentes

Egresados en la ciencia

Publicaciones EAFIT

## Artículos

---

- 20 Semilleros fortalecen la investigación formativa
- 22 *Jatropha Curcas*, una planta que impulsa motores
- 26 Revelan los atributos de los docentes efectivos
- 30 Equipos robustos fortalecen la investigación eafitense
- 36 Antioquia se lee desde sus caminos
- 40 Álex Ossa: entre dientes, asfaltos, escamas y blindajes
- 46 EAFIT recupera la nueva música colombiana
- 50 Flujos de caja libre: el dilema de las corporaciones
- 54 Comunicar para debatir la ciencia y la tecnología
- 58 Innovación de productos impulsa las ventas y el empleo
- 62 Cultivadores fortalecen la cadena del caucho
- 68 El 'radiality' que construye conocimiento
- 72 Biocomputación, nuevo enfoque de la biología contemporánea
- 80 Cultura de innovación, de la teoría a la práctica
- 84 De las aulas de EAFIT al Banco Mundial
- 88 En Semidisco el trabajo colaborativo es protagonista
- 92 Tecnoplasma desarrolla nuevos materiales
- 96 Vocación y espíritus que vuelan
- 100 Investigadores buscan equilibrio entre el derecho penal y el constitucional
- 104 El derecho a través del cine y los libros
- 108 En la Universidad el conocimiento es propiedad pública
- 112 Una vida dedicada al estudio de la inmunología
- 116 Estudiantes indagan el lenguaje con ojo crítico
- 120 Un espacio en EAFIT para pensar la realidad global
- 124 Nace un centro para innovar en la industria del cemento y el concreto





**Félix Londoño González**  
 Director de Investigación

# + Semilleros fortalecen la investigación formativa

Una nueva dinámica con énfasis en la indagación y en la generación de conocimiento se viene instalando entre los jóvenes de la Universidad EAFIT. Los 81 semilleros de investigación, integrados por 972 estudiantes que ejecutaron 55 proyectos en 2014, evidencian los logros que ha tenido en los últimos tres años esta estrategia que contribuye a reforzar las actitudes investigativas en los alumnos de pregrado de la Institución.

Así mismo, muestra los avances en la formación de comunidades de aprendizaje entre profesores, investigadores y estudiantes con miras a fortalecer la excelencia académica, uno de los tres ejes que se ha trazado la Institución en el Plan Estratégico de Desarrollo 2012-2018.

Los semilleros son espacios de conversación e interacción en torno a asuntos de interés investigativo planteados por sus integrantes, temas que usualmente tienen relación o se complementan con las líneas de desarrollo académico en los programas que cursan.

Estos colectivos, conformados en su mayoría por estudiantes entre cuarto y noveno semestre de pregrado, les posibilitan a sus integrantes desarrollar un vínculo racional y afectivo con los temas de su interés académico. Esto con el fin de estimular más



Foto: Robinson Henao

la pasión con lo que se estudia, lo que deriva en una formación profesional más sólida.

También abren posibilidades para que los participantes consideren continuar con una formación investigativa a través de programas de posgrado y posteriormente se vinculen con grupos de investigación de la Universidad. En suma, una ruta de formación de profesionales con fortalezas en investigación y de preparación de las nuevas generaciones de investigadores.

De esta manera, al fortalecer su sistema de semilleros para impulsar la investigación formativa de manera articulada con los programas académicos de pregrado, EAFIT avanza en su propósito de ser una universidad de docencia con investigación, otro de los ejes.

El programa de semilleros también se articula con el otro eje que tiene como propósito mejorar la proyección nacional e internacional de la Institución al procurar la participación de los estudiantes que los integran en eventos académicos de alto nivel, tanto en el país como en el exterior.

En 2014, por ejemplo, se logró la participación de 151 estudiantes en 19 eventos nacionales y de 81 estudiantes en 27 eventos internacionales. De estas participaciones se destacan la obtención de tres menciones honoríficas en el XVII Encuentro Nacional

de Semilleros de Investigación, así como el primer puesto en el ámbito departamental.

Dichas actividades les permite a los estudiantes foguarse con las comunidades académicas y circuitos de redes de investigadores en sus temas de interés. Lo que en sí mismo hace parte del proceso de formación en competencias en investigación.

En línea con el esfuerzo que se adelanta para fortalecer la investigación formativa desde los programas de semilleros y de Universidad de los Niños, EAFIT fue anfitriona de la VII Expociencias Latinoamericana ESI-AMLAT 2014. Esta es una de las ferias científicas más importantes del mundo, creada por el Movimiento Internacional para el Recreo Juvenil en Ciencia y Tecnología, que busca fomentar la cultura científica en jóvenes de todos los continentes.

El proceso de formación en investigación también se ha enriquecido al brindarles a los integrantes de los semilleros una ruta de formación curricular con diversos cursos de corta y mediana duración, que tienen como objetivo fortalecer y complementar el trabajo investigativo de los estudiantes.

En suma, un conjunto de iniciativas para asegurar y fortalecer la investigación formativa en el contexto de la excelencia académica, la dupla docencia-investigación y el reconocimiento nacional e internacional.

+

# *Jatropha Curcas,* una planta que impulsa motores



Foto: Robinson Henao

El grupo IEXS se interesa por la investigación, diseño, desarrollo e innovación asociados a procesos de transformación energéticos y por el uso racional y eficiente de la energía.

La *Jatropha Curcas* se encuentra aún en etapa de investigación y es considerada una fuente de energía joven.

**Marcela Gutiérrez**

Colaboradora

**Jessica Serna**

Colaboradora

**Esta mata, que crece en zonas semiáridas y no es comestible, contiene aceite útil para la producción de biodiesel. Investigadores de EAFIT optimizaron procesos para aprovechar todo su potencial.**

La palma africana es la mayor fuente de aceite para producir biodiesel en Colombia, pero no es la única. Investigadores eafitenses vienen estudiando otra alternativa: la *Jatropha Curcas*, una planta que aventaja a la palma, al tener un tiempo de cultivo más corto, lo que podría hacer más eficiente la producción de biodiesel.

+

Mediante el proceso mecánico implementado es posible extraer el 80 por ciento del aceite y reutilizar la cáscara de la semilla como combustible, ya que tiene características similares a la madera.

Esta especie crece rápidamente como maleza, en zonas semiáridas, y su primera cosecha se puede dar en tres meses, a diferencia de la palma que tarda aproximadamente tres años.

Además, la *Jatropha Curcas* ayuda a evitar la erosión de los suelos y se concibe como promisoría en el mundo porque, distinta a otras oleaginosas (vegetales de cuya semilla o fruto puede extraerse aceite) como la soya o el girasol, no presenta competencia entre su potencial energético y alimenticio.

Con el crecimiento de la población mundial, que demanda cada vez más energía, el cambio climático y la contaminación por CO<sub>2</sub> asociada al uso extensivo de petróleo y carbón, existe la necesidad de plantear diversas opciones en el tema de energía que disminuyan el impacto ambiental y promuevan una sociedad sostenible.

A partir de este problema, el Grupo de Investigación en Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (IEXS), desde la línea de biocombustibles, puso su atención en la *Jatropha Curcas*. Desarrolló un método para extraer de manera eficiente el aceite de la semilla de esta planta y estudió cómo aprovechar los subproductos resultantes.

Mediante el proceso mecánico implementado, es posible extraer el 80 por ciento del aceite y reutilizar la cáscara de la semilla como combustible, ya que esta tiene características similares a la madera. Esta es la primera investigación que caracteriza la *Jatropha*, cultivada bajo las condiciones geográficas y climáticas propias de Colombia.

## De semilla a combustible

Con el fin de que un campesino que cultive *Jatropha* en su parcela tenga la posibilidad de cosechar, descascarar la semilla y extraer el aceite para entregarlo a la industria que produce biodiesel, los investigado-



Foto: Robinson Henao

**Máquina Expeller:** la prensa tipo Expeller utiliza un husillo, un tipo de tornillo que, al girar dentro de una camisa, transporta y amasa las semillas. De esta manera, lleva los granos a la boquilla donde se presenta la mayor presión, para que fluya el aceite hasta los agujeros de salida.

res diseñaron un modelo que simplifica y dinamiza la cadena productiva del recurso.

“Nuestro propósito es dar valor agregado a los productos, es decir, si un campesino vende el aceite extraído en lugar de vender la semilla, seguramente le van a pagar mejor. Además, como cultivador podría utilizar el residuo para combustible o abono”, comenta Julio César Betancur, investigador del proyecto.

Para extraer el aceite de la semilla de la planta, que es aproximadamente el 35 por ciento de su masa, exploraron el proceso químico y el mecánico. El primero es una extracción por solventes, es decir, la semilla fragmentada se somete a calor junto con hexano, un compuesto químico que separa el aceite del material sólido. El segundo consiste en ejercer presión sobre el grano hasta obtener el aceite.

A pesar de que el proceso químico resulta más eficiente que el mecánico, pues se logra extraer un 95 por ciento de aceite, no es rentable para un modelo a pequeña escala por los altos costos del hexano, que además es regulado por la Dirección Nacional de Estupefacientes.

Para la extracción mecánica se utiliza una prensa tipo Ram, que puede funcionar de forma manual, y la prensa tipo Expeller que actúa mediante un motor,

y es similar a una máquina de moler. Luego, mediante transesterificación (combinación de aceite, alcohol y otros reactivos) se obtiene biodiesel y glicerina, útil para elaborar productos como jabones o velas.

Betancur explica que el biodiesel obtenido, además de ser combustible para vehículos, podría servir también para abastecer plantas que, por ejemplo, proveen de energía eléctrica a zonas no interconectadas del país como Leticia (Amazonas).

Todos los pasos de procesamiento del aceite tienen impacto en la calidad del mismo, de ahí la importancia de su estandarización. “Como es un aceite de origen orgánico, se puede deteriorar y corre el riesgo de acidificarse, lo que hace que el biocombustible no sea óptimo”, afirma Carolina Mira, investigadora del proyecto.

## Biocombustibles en Colombia

Desde 2001 el Ministerio de Minas y Energía decretó que la gasolina corriente o extra comercializada en el país debía tener un 10 por ciento de Etanol. Igual porcentaje fue definido, en 2004, para la mezcla de biodiesel y combustible diesel, usados por vehículos más pesados como camiones o buses.

Como parte de la experimentación con los residuos de la extracción de aceite de *Jatropha Curcas*, se utilizó la cáscara de la semilla como combustible para poner en funcionamiento un prototipo de caldera.

Aunque la implementación de estas normas aumentó la demanda de biocombustibles, la oferta no es suficiente. Para Carolina Mira el problema de las energías renovables es que todavía parecen nuevas, pero no lo son. Además, no se han utilizado de manera masiva y la tecnología no ha evolucionado lo suficiente para convertirlas en una solución completa a la demanda energética.

El porvenir del suministro energético está abierto a la complementariedad de fuentes para evitar la dependencia y agotamiento de los recursos. “Una sociedad acostumbrada a usar petróleo y carbón debe cambiar su esquema a otras fuentes, aunque en un principio sea más costoso porque su consumo no es masivo. Eso lleva a modificar las costumbres, lo que implica un trabajo cultural y de educación”, explica Luis Santiago París, coordinador del grupo IEXS.

Desde la experiencia con la *Jatropha*, el grupo continúa en la exploración de alternativas energéticas con productos agroindustriales.



## Los biocombustibles y el medio ambiente

Los biocombustibles son biodegradables. El 85 por ciento del CO<sub>2</sub> que emiten se degrada en aproximadamente 28 días, mientras que los combustibles fósiles pueden tardar años en descomponerse.

En un estudio contratado por el Ministerio de Minas y Energía, y ejecutado por el consorcio CUE (Centro Nacional de Producción más Limpia, Universidad Pontificia Bolivariana y The Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology) en 2012, se demostró que el alcohol carburante obtenido a partir de caña de azúcar en Colombia reduce en un 74 por ciento las emisiones de gases de efecto invernadero, y el biodiesel obtenido de palma de aceite las reduce en un 84 por ciento.

## Industria de los biocombustibles

Según la Federación Nacional de Biocombustibles, la cadena agroindustrial de los biocombustibles en Colombia ha crecido de manera importante. Se ha ampliado la capacidad instalada de producción de las plantas actuales y se encuentran en ejecución proyectos que esperan incrementar en, al menos, un 60 por ciento la capacidad instalada actual para finales de 2014 y finales de 2015.

Foto: Robinson Henao

+

## Investigadores

### Luis Santiago París Londoño

Ingeniero Mecánico y PhD en Ingeniería Térmica, Universidad Pontificia Bolivariana; y máster en Polymer and Composites Engineering, Katholieke Universiteit Leuven (Bélgica). Profesor-investigador del Departamento de Ingeniería de Producción, investigador asociado al grupo de Tecnologías para la Producción de la Universidad EAFIT y coordinador del Grupo de Investigación Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (Iexs), Universidad EAFIT.

### Julio César Betancur Prisco

Ingeniero mecánico y magíster en Ingeniería, Universidad EAFIT. Perteneció al Grupo de Investigación Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (IEXS) de EAFIT. Áreas de interés: biocombustibles, energías renovables, diseño de máquinas y equipos, gestión de procesos y energía.



Foto: Robinson Henao



Foto: Robinson Henao

Según la investigación en la que participó la Universidad EAFIT, al evaluar a los profesores, los estudiantes tienen en cuenta atributos como la preparación de las clases y el orden de los cursos.

# + Revelan los atributos de los docentes efectivos

Juan Esteban Mejía  
Colaborador

Una investigación llevada a cabo en cinco países encontró que los atributos que mejor califican los estudiantes de sus profesores se pueden aprender. Este estudio es un insumo para el proceso de acreditación de la Escuela de Administración ante la Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB).

¿Cuáles son los atributos que debe tener un buen profesor? La pregunta, aunque parece básica, ha planteado profundos análisis en el mundo académico y, entre las respuestas que más se tienen en cuenta, son las que dan los propios estudiantes.

De ahí que las calificaciones que los alumnos les dan a sus profesores vienen cobrando importancia en universidades de todo el mundo en los últimos años, si se tiene en cuenta que “los resultados de estas evaluaciones normalmente se usan para mejorar la calidad y efectividad de la docencia y para los procesos de acreditación”, explica María Alejandra Gonzalez-Perez, profesora de la Escuela de Administración de EAFIT.

Sin embargo, aunque los académicos no se ponen de acuerdo sobre la manera de medir la efectividad de los docentes, esta se ha relacionado con una evaluación más enfocada al educador como persona, mas no a la calidad de su curso.

más efectivas, se sustenta en 2.224 encuestas a estudiantes y profesores de ocho universidades de Estados Unidos, Suecia, Francia, Líbano y Colombia, de las que EAFIT fue la única participante en Latinoamérica.

Simendinger dice que “esta investigación identificó los atributos más importantes que deben tener los maestros efectivos. Los resultados se clasificaron en orden de importancia estadística, e incluyeron diferencias identificadas por países y género”.

“En un mundo donde cada vez más personas están cruzando fronteras nacionales y culturales para buscar un cierto nivel de educación, es muy importante que los maestros entiendan a sus diferentes estudiantes”, John Crowford, vicedecano de Acreditación Internacional de Lipscomb University.

Para John Crowford, vicedecano de Acreditación de la Universidad de Lipscomb (Estados Unidos) y uno de los investigadores, es muy importante la relación que se hace de los resultados obtenidos en diferentes países. “En un mundo donde cada vez más personas están cruzando fronteras nacionales y culturales, para buscar un cierto nivel de educación, es muy importante que los maestros entiendan a sus diferentes estudiantes”, comenta.

Aunque el estudio se enfoca en la enseñanza en las escuelas de administración y negocios, da luces de cómo deben comportarse los profesores de otras especialidades, señala la investigadora Gonzalez-Perez.

## Principales hallazgos

Además de los atributos que tienen en cuenta los estudiantes al calificar un profesor (ver recuadro: El profesor ‘ideal’), la investigación en la que participó la Universidad EAFIT encontró notorias diferencias al revisar detalles entre las respuestas de los estudiantes y de los docentes.

Mientras que los estudiantes respondieron que para ellos es más importante que el profesor dé ejemplos, los profesores perciben que es prioritario crear una atmósfera de confianza que les permita a los estudiantes hacer preguntas. Mientras los profesores creen que lo segundo en importancia es retar a los estudiantes a pensar, para los alumnos es que los docentes lleguen bien preparados a clase.

## + Acreditación AACSB

La Escuela de Administración de EAFIT actualmente trabaja para ser acreditada por la Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB), una de las agencias acreditadoras de escuelas de administración y negocios de mayor reconocimiento en el mundo académico.

“Esta acreditación representa el más alto estándar de calidad académica de las escuelas de formación gerencial en el mundo. Por eso, tenemos el firme propósito de alinear nuestras actividades docentes, investigativas y administrativas con los estándares de la acreditación internacional AACSB”, explica Francisco López Gallego, decano de la Escuela de Administración.

De esta manera, con el fin de contribuir a desarrollar la efectividad de la docencia, los profesores de esta escuela participaron en un taller, en 2013, liderado por Earl Simendinger, profesor de Gerencia de la Universidad de Tampa (Estados Unidos) y acompañante de los procesos de acreditación de la AACSB.

Como parte del proceso de acreditación, EAFIT fue una de las instituciones que participó en la investigación *Attributes That Produce The Most Effective Business Teachers: An International Comparative Study*. (Ver recuadro: Investigación internacional).

Dicho estudio, que buscaba soluciones concretas sobre la manera como los profesores pueden mejorar el diseño de sus clases para que sean



Foto: Robinson Henao

+

### El profesor 'ideal'

Según las encuestas realizadas en la investigación *Attributes That Produce The Most Effective Business Teachers: An International Comparative Study*, en la que participaron varias universidades, entre estas EAFIT, determinó que estos son los 10 atributos de los docentes que los estudiantes consideran al evaluar la efectividad de sus enseñanzas:

1. Que dé ejemplos prácticos, y que aplique y contextualice el conocimiento.
2. Que lleve bien preparadas y estructuradas las clases.
3. Que cree una atmósfera donde los estudiantes se sientan cómodos para hacer preguntas.
4. Que dé información a los estudiantes sobre cómo se puede aplicar el conocimiento, no solo con ejemplos (como en el primer atributo), sino en casos concretos de la vida real.
5. Que ilustre el conocimiento con explicaciones claras.
6. Que sea apasionado y entusiasta con el tema.
7. Que sea justo con los estudiantes.
8. Que se comunique con claridad y presente los materiales de manera fácil de aprender.
9. Que sea apasionado por la docencia (no solo por los temas que enseña).
10. Que sea organizado.

Por otra parte, los investigadores encontraron que los estudiantes perciben que los aspectos estructurales de la personalidad de los profesores influyen en la efectividad de su docencia, es decir, tienen en cuenta la humildad, la sensibilidad o si tienen la mente abierta.

Estos resultados de investigación son insumo importante para que quienes "quieren ser buenos docentes lo puedan ser, ya que estos atributos que se perciben que afectan positivamente la efectividad en la docencia se pueden aprender y desarrollar", apunta Gonzalez-Perez.

En el orden de prioridades, entre una lista de atributos que debe tener un profesor efectivo, se encuentra, en primer lugar, que dé ejemplos prácticos, y aplique y contextualice el conocimiento. +

La investigación complementa otros estudios previos, incluso uno que Simendinger había publicado en 2009 con información de cuatro universidades estadounidenses. Dichas investigaciones encontraron que los estudiantes tienen en cuenta el conocimiento que muestre el profesor sobre el tema que dicta, la manera como da la clase (estilo pedagógico) y su organización del curso.

Uno de esos estudios previos, *Student ratings of college teaching: a comparison of faculty and their students* de 2010, encontró, además, que la carga académica de los cursos y la retroalimentación que reciben los estudiantes cuando hacen trabajos son decisivos al calificar a los profesores. Así mismo, que los alumnos con mejores notas son más generosos al evaluar a los docentes.

+



Maria Alejandra Gonzalez-Perez

Earl Simendinger

John Crawford

## Investigadores

### Los resultados en Colombia

Los estudiantes encuestados en Colombia consideraron que lo más importante es que un profesor llegue bien preparado a la clase, que les ofrezca información útil y aplicable, y que ilustre sus explicaciones con ejemplos prácticos. También, que es importante que el profesor los rete a pensar, que sea entusiasta con los temas que enseña y que cree una atmósfera en la que se sientan cómodos para hacer preguntas.

### Maria Alejandra Gonzalez-Perez

PhD en Negocios Internacionales y magíster en Relaciones Industriales y Gestión de Recursos Humanos de la Universidad Nacional de Irlanda en Galway, donde ocupó una posición posdoctoral en Responsabilidad Social. Es profesora titular de la Escuela de Administración de EAFIT y editora de la revista AD-minister. Dirige el Observatorio de Comercio, Inversión y Desarrollo, y fue jefe del Departamento de Negocios Internacionales (2009-2013) en la Universidad EAFIT. Ha publicado libros, artículos académicos y capítulos de libros en las áreas de internacionalización, responsabilidad social corporativa y migración internacional. Los resultados de sus investigaciones se han presentado en más de 60 conferencias académicas en todos los continentes.

### Earl Simendinger

PhD y profesor de Gerencia en Sykes College of Business de la Universidad de Tampa (Estados Unidos). Fue miembro del Colegio Americano de Ejecutivos de Atención de Salud, y coautor y coeditor de ocho libros. En su trayectoria académica ha publicado más de 70 artículos en revistas enfocadas en la gestión y atención de la salud. Es facilitador del Seminario de Efectividad de la agencia acreditadora AACSB.

### John Crawford

PhD y vicedecano de Acreditación de la Universidad de Lipscomb (Estados Unidos). Su área de interés es la escritura y la publicación de casos prácticos de marketing. Su artículo más reciente se titula *Who is Winning the War on Drugs? A Case in Marketing and Demarketing*, publicado en Atlantic Marketing Journal.

### Investigación internacional

Los autores de la investigación internacional *Attributes That Produce The Most Effective Business Teachers: An International Comparative Study*, son:

Maria Alejandra Gonzalez-Perez, profesora de la Universidad EAFIT; Earl Simendinger, profesor de la Universidad de Tampa (Estados Unidos); John Crawford, vicedecano de Acreditación de la Universidad de Lipscomb (Estados Unidos); Judson Edwards, decano de la Escuela de Negocios Sorrell de la Universidad de Troy (Estados Unidos); Abdul-Nasser El-Kassar, profesor de la Escuela de Negocios de la Universidad Libanesa Americana (Líbano); Björn Kjellander, director de Calidad y Acreditación de la Escuela Internacional de Negocios de Jönköping (Suecia); Philippe Reynet, profesor de la Escuela de Negocios Kedge (Francia), y Stephanie Thomason, vicedecana de John H. Sykes College of Business de la Universidad of Tampa (Estados Unidos).

+

# + Equipos robustos fortalecen la investigación eafitense

Paula Colorado C.  
Colaboradora

En el contexto académico los equipos robustos, que usualmente requieren un entrenamiento previo para su manejo debido a su nivel de complejidad técnica e instrumental, permiten a las universidades desarrollar proyectos de alto nivel investigativo. El valor de cada uno de estos artefactos tecnológicos puede estar por encima de los 25.000 dólares.

Félix Londoño González, director de Investigación de la Universidad EAFIT, explica que durante años la Institución ha reforzado la infraestructura en este sentido y hoy cuenta con cerca de 50 equipos robustos, entre los que se destacan: el magnetógrafo, el cromatógrafo líquido (HPL), el equipo de pulverización por plasma, y los microscopios de barrido por sonda y electrónico.

A continuación se explica el funcionamiento de cada equipo, para qué sirve y qué actividades apoya.

## + Magnetógrafo

Sirve para evaluar la condición de los cables de acero utilizados en sectores donde es necesario mantener estándares de seguridad como en construcción, minería, energía y transporte.

Hace un año y medio fue adquirido gracias a un proyecto entre Colciencias, el Metro de Medellín y EAFIT para apoyar específicamente al Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi).

El Gemi lo ha utilizado para revisar las líneas



La Universidad EAFIT ha reforzado la infraestructura para apoyar distintos proyectos de investigación. Entre los múltiples instrumentos científicos con los que se cuenta, en esta edición se destacan cinco de estos: el magnetógrafo, el cromatógrafo líquido (HPL), el equipo de pulverización por plasma, y los microscopios de pulverización por plasma y electrónico de barrido.

J, K y L del metrocable de Medellín, el teleférico del Parque Nacional de Chicamocha y la telesilla de Comfama en Rionegro.

El equipo está compuesto por un cabezal magnético y un registrador. El cabezal está constituido por imanes permanentes que magnetizan el cable de acero y, cuando el sistema de transporte se pone en funcionamiento, por lo general a dos metros por segundo, toda la longitud del cable pasa a través del cabezal.

Posteriormente, a través de sensores, el registrador detecta cualquier variación del campo magnético. Por ejemplo, hilos rotos o pérdida de sección transversal del cable. Finalmente, tomando como referencia los valores que entregan las normas in-



Foto: Robinson Heredia

Magnetógrafo.

### Investigador a cargo del magnetógrafo

Leonel Francisco Castañeda Heredia

PhD en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad EAFIT, experto en proyectos de investigación, desarrollo e innovación. En 2012 fue reconocido por el Comité Universidad-Empresa-Estado, capítulo Antioquia, gracias a sus aportes a la industria antioqueña, y por el Ministerio de Infraestructura de Polonia, en 2010. Áreas de interés: sectores transporte, energía y minería.

ternacionales para este tipo de ensayos, se hace una comparación con los valores obtenidos y se decide si el cable puede seguir operando.

### Cromatógrafo líquido (HPL)

Sirve para identificar sustancias a través de un método de separación de componentes. Es muy utilizado en el ámbito industrial, en sectores como el de cosméticos, de alimentos y farmacéutico.

Por ejemplo, si hay un medicamento que debe tener una composición específica en su material acti-



Cromatógrafo líquido (HPL).

Foto: Robinson Henao

vo, lo que hace es encontrar la concentración exacta que tiene este componente, que debe ir relacionada con el control de calidad de la muestra.

Para realizar el proceso de separación, el equipo cuenta con una bandeja de solventes, un desgasificador para quitar gases y vapores, una bomba cuaternaria encargada de arrastrar la fase móvil y un automuestreador donde se pone la muestra.

Luego, con un brazo, se lleva esa muestra a un puerto de inyección. Allí, la aguja toma la cantidad que se va a analizar y, posteriormente, en la fase móvil se coge la muestra, se envía a una columna y se hace la separación de los componentes que son identificados por uno de los tres detectores: de arreglo de diodos, de índice de refracción o de fluorescencia.

El equipo, adquirido hace ocho años cuando el pregrado en Ingeniería de Procesos cumplió 10 años, apoya el área de Bioprocesos y al Grupo de Investigación en Procesos Ambientales y Biotecnológicos (Gipab).

Con el HPL el Gipab creó un proceso avanzado de oxidación para que, por medio de la luz ultravioleta, se hagan transformaciones químicas en los compuestos tóxicos para convertirlos en otros de menor impacto ambiental. La función del equipo es encontrar la concentración exacta. Un aporte importante porque, actualmente, muchas empresas tratan de disminuir contaminantes ambientales.

## Investigador a cargo del HPL

Édgar Darío Arbeláez Henao

Tecnólogo Químico de la Universidad de Antioquia. Coordinador de Laboratorios de Procesos de la Universidad EAFIT. Docente de cátedra en el Laboratorio de Análisis Instrumental para Ingeniería de Procesos. Área de interés: técnicas instrumentales de análisis químico.

## Microscopio de fuerza atómica (AFM)

Sirve para analizar, en detalle, propiedades químicas, mecánicas, morfológicas, magnéticas, entre otras, de los materiales.

Fue adquirido hace siete años para apoyar el área de Física en el análisis de materiales y superficies con alta resolución. Hasta hace poco tiempo fue el único de la región porque, al ser de utilidad científica en materiales, su uso es poco frecuente en Colombia: primero, por el costo; segundo, por el grado de especialidad que requiere su utilización.

El equipo es utilizado por estudiantes del pregrado en Ingeniería Física, de las maestrías en Física



Microscopio de fuerza atómica (AFM).

Foto: Robinson Henao

Aplicada y en Ingeniería, del doctorado en Ingeniería y de la especialización en Diseño de Materiales de Ingeniería. Su uso específico es en temas de recubrimientos funcionales, materiales, microingeniería, óptica, magnetismo, entre otros.

Este microscopio puede llegar hasta un millón de aumentos, teniendo en cuenta que es de rango medio. Sin embargo, un microscopio de este tipo permite llegar hasta los 10 millones de aumentos.

Ha servido en investigaciones que trabajan en el reforzamiento de materiales con fibras nanométricas, específicamente para diagnosticar las dimensiones de las fibras y medir su morfología.

Juan Pablo Hinestroza, profesor de la Universidad de Cornell (Estados Unidos), tiene un laboratorio de investigación en fibras naturales y sintéticas, y contactó a EAFIT para caracterizar las nanofibras de polímeros que produce.

Hinestroza las contamina con unas nanopartículas magnéticas con el fin de que las fibras sean más delgadas. El AFM ayuda a detectar, desde EAFIT, esas nanopartículas en la fibras producidas en Cornell.



Foto: Robinson Henao



Microscopio electrónico de barrido (SEM).

Foto: Robinson Henao

## + Microscopio electrónico de barrido (SEM)

Sirve para analizar detalladamente las propiedades morfológicas y de entorno químico cualitativo de alguna superficie, con alta resolución, en muy poco tiempo.

Como complemento al Microscopio de Fuerza Atómica utilizado en superficies planas cuando la calidad superficial de lo que se va a analizar es muy buena, el SEM analiza y mide superficies irregulares, como fracturas y fibras gruesas.

Fue adquirido a finales de 2011, gracias a recursos de las escuelas de Ciencias y Humanidades y de Ingeniería.

El equipo es utilizado por estudiantes de las ingenierías Física y de Procesos, Geología, Biología, de las maestrías en Física Aplicada y en Ingeniería, del doctorado en Ingeniería y de la especialización en Diseño de Materiales de Ingeniería. Apoya, principalmente, temas de biotecnología, recubrimientos funcionales, materiales, microingeniería, óptica y magnetismo, nanofibras poliméricas, análisis de fractura, entre otros.

Ha servido en proyectos del Centro de Investigaciones Biológicas, de la Corporación para la Investigación de la Corrosión y de Kaplan Energy. Esta última es una empresa francesa que trabaja con energía solar y contactó a EAFIT para caracterizar unos polímeros de estructura esférica.

## + Equipo de pulverización por plasma (Magnetron Sputtering)

Esta plataforma para apoyar investigaciones en nanotecnología está en capacidad de producir recubrimientos por plasma mediante la técnica de pulverización catódica, es decir, permite producir materiales, incluso que no existen, en forma de recubrimientos para que hagan las superficies más resistentes al desgaste.

Por ejemplo, sirve para adecuar superficies de troqueles, de matrices, de cuchillas, de moldes para inyectar, de partes de máquinas, entre otras.

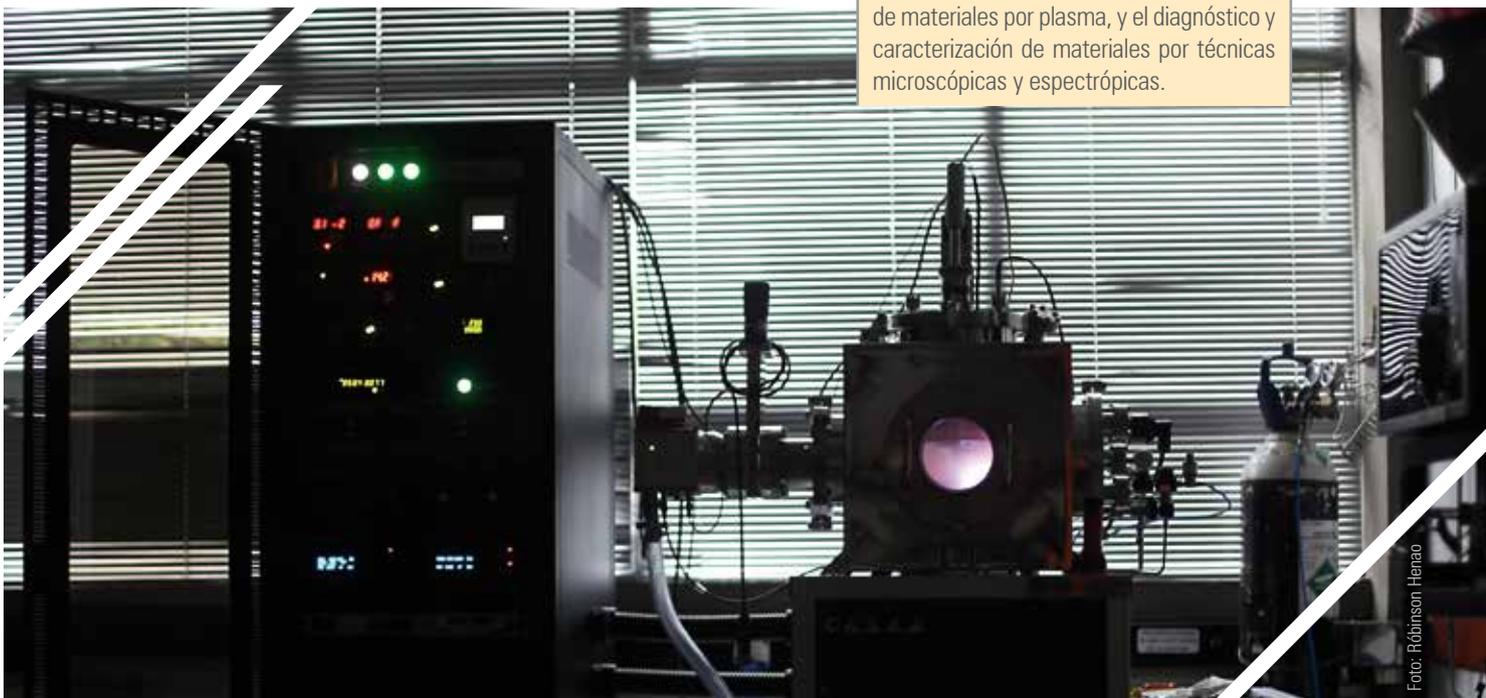
Fue adquirido en julio de 2014, gracias a recursos de Colciencias y EAFIT, para apoyar principalmente las líneas de investigación en Procesos de Materiales por Plasma y de Mecánica Cuántica Computacional del Grupo de investigación en Electromagnetismo Aplicado, en el pregrado en Física.

En este sentido, la idea es desarrollar proyectos para generar nuevos materiales antidesgaste o duros para la *spin off* Tecnoplasma. También, para la empresa Dynacad, se analiza la posibilidad de hacer recubrimientos para el tipo de satélites que desarrolla. Finalmente, para la *spin off* SmartBone, se proyecta realizar materiales biocompatibles.

### Investigador a cargo del AFM, el SEM y el Magnetron Sputtering

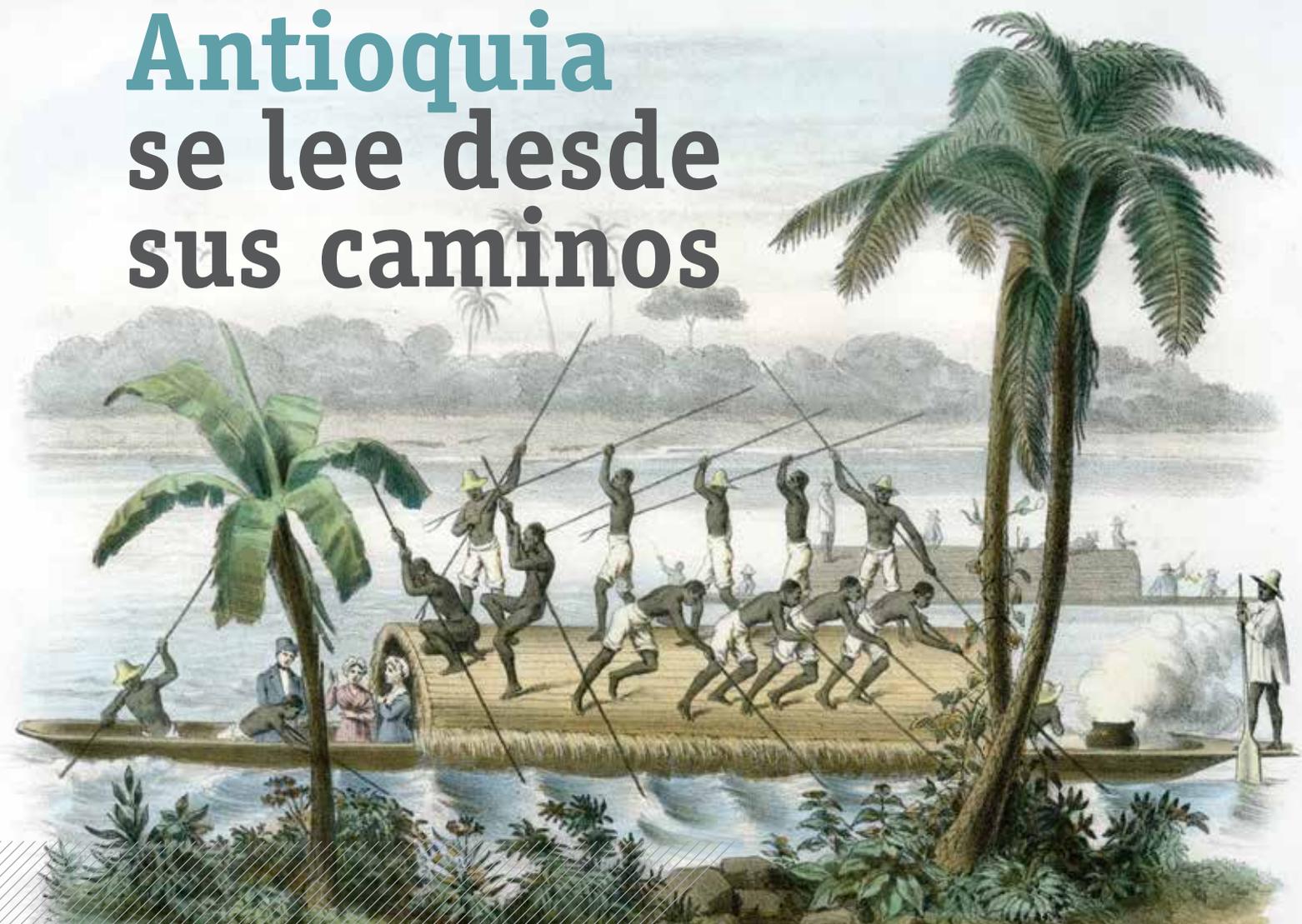
Mauricio Arroyave Franco

Ingeniero electrónico y magíster en Física, Universidad Nacional de Colombia (sede Manizales). Desde 2005 es docente de EAFIT, actualmente es jefe del pregrado en Ingeniería Física y del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT, y líder de Tecnoplasma. Sus áreas de interés son la instrumentación electrónica, la instrumentación remota, la automatización de procesos asistidos por plasma, el procesamiento de materiales por plasma, y el diagnóstico y caracterización de materiales por técnicas microscópicas y espectrópicas.



Equipo de pulverización por plasma (Magnetron Sputtering).

# Antioquia se lee desde sus caminos



"Champán en el río Magdalena-Colombia", 1878, (25,5 x 34,7 cm), Ramón Torres Méndez, Museo Nacional de Colombia, Bogotá, registro 3776.

+

**Andrés Felipe Giraldo**

Colaborador

***De caminos y autopistas. Historia de la infraestructura vial en Antioquia se titula la nueva publicación del Grupo de investigación en Historia Empresarial de la Universidad EAFIT. Disponible desde 2015, realiza un recorrido histórico por las vías de comunicación que marcaron para siempre el destino del departamento.***

En Antioquia aún existen senderos construidos por indígenas en municipios como La Estrella o el corregimiento de Santa Elena, que eran usados para movilizar personas, mercancías y acceder a recursos importantes para la vida, mucho antes de existir el departamento como unidad administrativa.

Teniendo en cuenta la importancia de estos espacios para los habitantes de este territorio en todos los periodos históricos, el grupo de investigación en Historia Empresarial de la Universidad EAFIT inició, en octubre de 2013, un estudio para documentar rutas, caminos, senderos y vías determinantes para el desarrollo de la región.

La iniciativa partió de la Secretaría de Infraestructura Física de la Gobernación de Antioquia, entidad que confió el trabajo a dicho grupo conformado por 13 investigadores. El resultado es uno de los primeros es-

fuerzos por reunir esta información en una publicación.

*De caminos y autopistas. Historia de la infraestructura vial en Antioquia* se titula el libro de ocho capítulos, delimitados por hitos como el inicio del periodo colonial, el nacimiento de la República, la llegada del ferrocarril de Antioquia, entre otros.

Según Juan Carlos López Díez, director del Grupo de investigación en Historia Empresarial y coautor de la publicación, se recopiló un gran volumen de información de fuentes como los cronistas de indias, extranjeros y viajeros que describieron sus proezas al viajar por el país, actas, decretos y todo tipo de relatos, mapas y manuscritos provenientes de bibliotecas, museos y colecciones.

+

“Antioquia siempre se preocupó mucho más por las vías de comunicación con el exterior, que de la maraña que conecta los pueblos”.

Para lograrlo, López, junto con el equipo que construyó el texto y consolidó las imágenes, accedieron a espacios como la Sala de Patrimonio Histórico de la Universidad EAFIT, los archivos de las bibliotecas Pública Piloto de Medellín y Luis Ángel Arango de Bogotá, los archivos históricos de Antioquia y de Medellín, el Museo Nacional de Colombia y la Biblioteca Nacional de Colombia.

## Rumbo al exterior

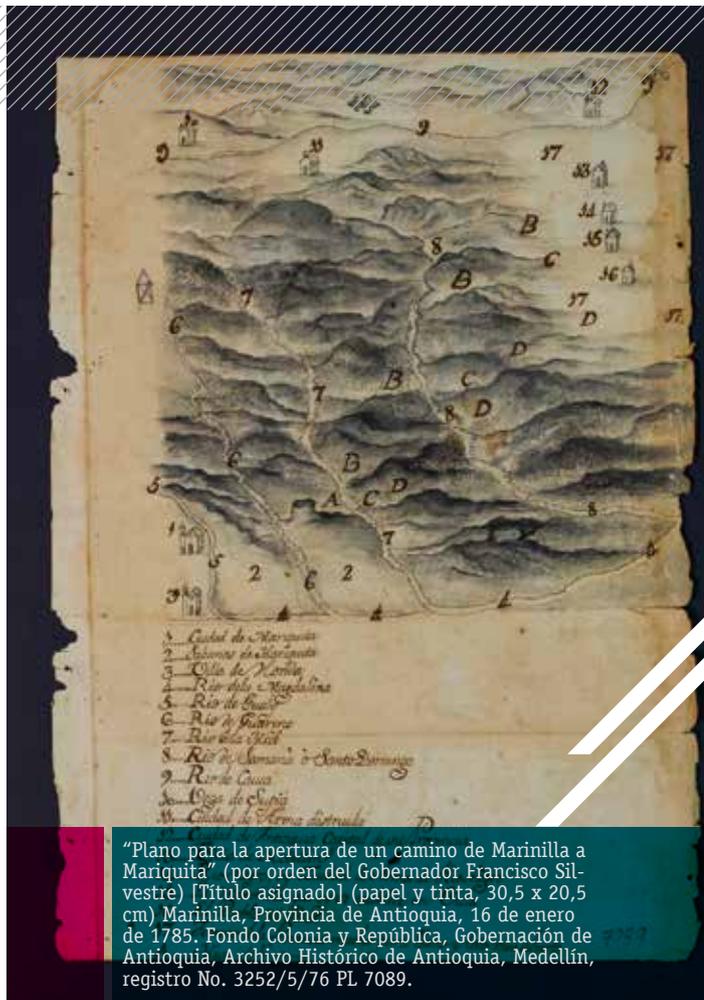
+

Como resultado de la investigación, el desarrollo vial del departamento se dividió en periodos. Por ejemplo, el capítulo 2 de la publicación se dedica al paso de la Colonia a la República, entre 1780 y 1873, cuando la minería y el comercio marcaron el uso de los caminos.

A partir de 1874 inicia una nueva etapa: *La modernización de caminos y transportes*. Juan Carlos López explica cómo, en ese año, comienza la construcción del Ferrocarril de Antioquia, obra que culmina en 1929 y que marca también el final de este periodo.

Para el investigador, este emblemático proyecto del departamento originó novedosas dinámicas comerciales y de transporte, y la posibilidad de viajar desde Medellín hasta el mar Caribe y el exterior del país. Sin embargo, señala que también opacó la existencia de “cientos de pequeños caminos”.

“Una de las sorpresas más grandes que nos encontramos es que Antioquia siempre se preocupó mucho más por las vías de comunicación con el exterior, que de la maraña que conecta los pueblos,



“Plano para la apertura de un camino de Marinilla a Mariquita” (por orden del Gobernador Francisco Silvestre) [Título asignado] (papel y tinta, 30,5 x 20,5 cm) Marinilla, Provincia de Antioquia, 16 de enero de 1785. Fondo Colonia y República, Gobernación de Antioquia, Archivo Histórico de Antioquia, Medellín, registro No. 3252/5/76 PL 7089.

## Fuentes históricas

Algunas de las fuentes más valiosas utilizadas en esta publicación son los relatos de cronistas, viajeros y escritores que narraron, a través de sus letras e ilustraciones, cómo era Antioquia, su topografía, gente, cultura y caminos.

Entre los autores se destacan: el marinero sueco Carl August Gosselman con su libro *Viaje por Colombia 1825-1826*, considerado un clásico en su país de origen; el naturalista y teólogo norteamericano Issac Holton, quien dio vida a la publicación *La nueva Granada: 20 meses en los Andes*, luego de haber pasado ese tiempo en tierras suramericanas; y uno de los antioqueños más destacados del siglo XIX, Manuel Uribe Ángel, reconocido por sus trabajos de geografía e historia de Colombia, de quien se utilizaron dos de sus mejores textos: *Geografía general y compendio histórico del Estado de Antioquia en Colombia* y *Recuerdos de un viaje de Medellín a Bogotá*.



“Río Negro-Provincia de Córdoba”, (acuarela sobre papel, 20x28 cm.) Rionegro, Antioquia, 1852, Henry Price. Fondo Comisión Corográfica, Biblioteca Nacional de Colombia, Bogotá, registro No. 9.

también se le dedica un capítulo de la publicación.

Los dos últimos segmentos del libro están dedicados a las *Autopistas para la Prosperidad, las carreteras locales y el sistema de gestión: la visión que ofrece la infraestructura vial de Antioquia en 2014*; y a *Medellín como eje articulador de la vida regional del departamento en los siglos XVII a XXI*.

## Historia en imágenes

Desde el comienzo de la investigación se planteó que el libro debía enfatizar en la imagen como archivo histórico. Por esto, la publicación se caracteriza por ofrecer un alto porcentaje de lectura visual. Desde oleos hasta fotografías fueron buscadas, clasificadas, verificadas y tramitadas para ser publicadas en el libro.

En esta búsqueda de información se encontraron mapas y cartografías, en colecciones como la de la Fundación Antioqueña para los Estudios Sociales (Faes), alojada en la Sala de Patrimonio Documental de EAFIT, coordinada por María Isabel Duarte.

“Se reunieron cerca de 500 imágenes, de las que

La publicación se caracteriza por ofrecer un alto porcentaje de lectura visual. Se reunieron cerca de 500 imágenes, de las que se escogieron 70.

se escogieron 70 para hacer el libro. Fue una buena oportunidad para mostrar visualmente la apropiación social del camino como espacio público”, señala Karim León, investigadora gráfica de este trabajo.

De esta forma, no solo en datos, textos, citas de crónicas y relatos quedaron registradas las marañas que dieron, dan y darán estructura a las vías de comunicación del departamento. Todo ese sistema circulatorio, igualmente, quedó registrado en imágenes, para darle mayor contundencia a la investigación.

En un departamento en el que la tercera parte del territorio es montañoso, con 202 altos significativos y dos cordilleras, y el resto conformado por planicies inagotables de selvas y sabanas, un archivo que documente la importancia de las vías de comunicación se convierte en texto obligado para entender mejor cómo los antioqueños se relacionan entre ellos y con el mundo.

Se trata de una guía para leer a Antioquia desde el camino como punto de encuentro, de reconocimiento e identidad.

veredas y centros urbanos. Se trata de una mirada volcada hacia afuera, que deja de lado el interior”, afirma Juan Carlos.

Entrado ya el siglo XX se da la mayor explosión de crecimiento vial. Luego de la venta de Ferrocarriles de Antioquia al Estado en 1956, hito que marca el inicio del final de esta empresa, aumenta la importancia de rutas terrestres y autopistas, periodo al que



Fondo: "Plano construcción bodegas de Nare" [título asignado], (papel y tinta, 30 x 20 cm), Nare, Provincia de Medellín, 16 de octubre de 1802. Mapoteca, Fondo Colonia y República, Archivo Histórico de Antioquia, Medellín, registro No. 72/2008/477 PL 7099.

## Iniciativa departamental

Como parte del actual Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015, la Secretaría de Infraestructura Física de la Gobernación de Antioquia adelanta proyectos de planeación, estudios e investigación para la región.

En su componente investigativo, esta institución promovió la realización del libro en asocio con la Universidad EAFIT y el Grupo de investigación en Historia Empresarial. La iniciativa nace de un ejercicio para ordenar la información disponible en la secretaría sobre las rutas terrestres del departamento.

Claudia Rave, directora de Planeación de esta secretaría, señala que se busca garantizar "una visión con valor agregado de lo que ya se ha vivido", con miras a conocer mejor "cuál ha sido el impacto de las intervenciones que se han realizado en Antioquia y contar la historia del desarrollo del departamento en relación con la infraestructura física".

## Investigadores

### Juan Carlos López Díez

Contador Público de la Universidad EAFIT. Licenciado en Educación de la Universidad Pontificia Bolivariana. Magíster en Historia de la Universidad Nacional de Colombia. Es docente del Departamento de Organización y Gerencia, y director del Grupo de investigación en Historia Empresarial de la Universidad EAFIT.

### Karim León Vargas

Historiadora de la Universidad de Antioquia. Es docente de cátedra de la Universidad EAFIT, donde estudia la maestría en Estudios Humanísticos. Es miembro del Grupo de investigación en Historia Empresarial de la Universidad EAFIT.

### María Isabel Duarte

Historiadora de la Universidad de Antioquia. Trabajó con la Fundación Antioqueña para los Estudios Sociales (Faes), cuya colección yace hoy en la Sala de Patrimonio Documental de EAFIT, que coordina actualmente.

### Claudia Cristina Rave Herrera

Ingeniera civil, magíster en Ingeniería de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos y PhD en Ingeniería en Sistemas Energéticos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Es la directora de Planeación de la Secretaría de Infraestructura Física de la Gobernación de Antioquia.



Foto: Robinson Herazo

El ojo curioso de Álex Ossa, siempre atento a descubrir, en el laboratorio que tanto le gusta, los secretos de la materia. Por ejemplo, de qué están hechas, como en este caso, las escamas.

# + Álex Ossa: entre dientes, asfaltos, escamas y blindajes

Ramón Pineda  
Colaborador

Todo está hecho de materia. Eso lo tiene claro Álex Ossa, el investigador senior del Departamento de Ingeniería de Producción que anda preguntándose por el comportamiento mecánico de la materia, sea la que sea, desde un diente y una escama hasta una gota de asfalto y un centímetro de polietileno. Su investigación sobre materiales de blindaje ya tiene productos que utiliza el Ejército Nacional.



*Realidad primaria de la que están hechas las cosas. Eso es la materia. O por lo menos así lo define el diccionario. Para Álex Ossa es eso, y un poco más: es lo que pone a rodar el mundo. Y de pequeño sí que le gustaban, como a cualquier niño, las cosas que rodaban... Las bolitas de cristal, los carritos, los balones. Pero él iba más allá, desbarataba los juguetes para saber cómo era que funcionaban, luego los volvía a armar.*

Y tal vez para armar y desarmar sin ganarse regaños, ni meterse en problemas, estudió Ingeniería Mecánica. Que *lo mecánico es la respuesta a algún estímulo* fue de las primeras cosas que le quedaron claras en el pregrado de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Y de ahí en adelante la vida se le ha ido en eso, en entender el comportamiento mecánico de los materiales. *Cuando se le aplica una carga a un material, sea la que sea, una mordedura o una bala ¿cómo reacciona?*

+

*La naturaleza sabe hacer las cosas mejor que nosotros y la idea es poder aprender y hacer materiales sintéticos que se comporten de la misma manera.*

Luego de graduarse, llegó a EAFIT como coordinador del Laboratorio de Materiales en Ingeniería de Producción, cuando estaba en el bloque 20, y también dictó algunos cursos. Entre 1997 y 2001, mientras ejercía esa labor, se empapó del tema, y aumentó tanto su curiosidad por la materia *–por esa de la que está hecho todo–*, que decidió aplicar a una beca en Inglaterra para hacer un doctorado en Ingeniería de Materiales.

Nadie le ayudó. Por un grupo de discusión en internet se enteró de que existía una beca doctoral por tres años y, aunque se advertía que era en especial para estudiantes europeos, se presentó. En Cambridge les gustó el perfil y se fue. *Daban la matrícula y un sostenimiento para vivir.* Con eso y su inglés muy básico, de autodidacta, fue suficiente. Se graduó con una investigación sobre mezclas asfálticas, sobre cómo se deforman con el peso de los vehículos.

Luego ocupó una posición posdoctoral en Not-

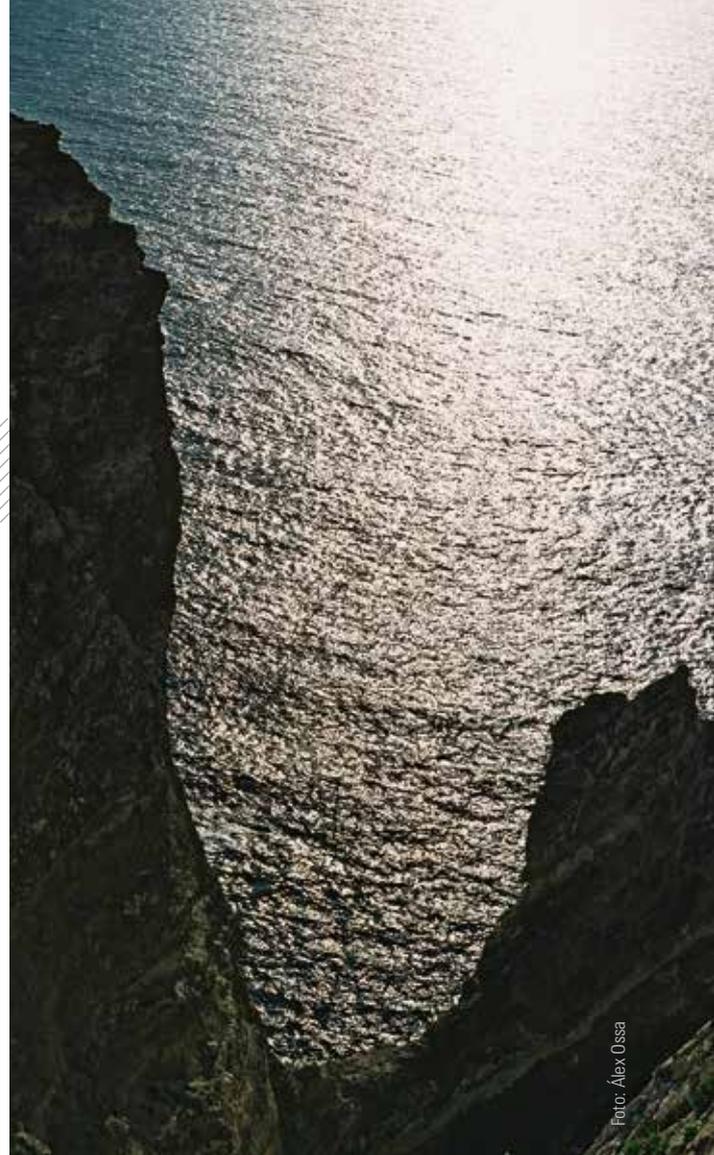


Foto: Álex Ossa

*tingham y decidió regresar. Pudo haberse quedado, pero extrañaba a Medellín. Desde que me fui sabía que iba a volver, siempre he sido de acá, me hacía falta la familia, el calor de la gente.* La UPB lo acogió como profesor durante seis meses, en la Facultad de Ingeniería Mecánica, pero EAFIT lo invitó a que volviera. *Y aquí estoy, desde 2006, hace ocho años, como docente y director del Grupo de Investigación en Materiales de Ingeniería (GME).*

---

## La bioinspiración

---

Incisivos que cortan, caninos que desgarran, premolares que trituran, molares que muelen... toda una maquinaria para desmenuzar, los dientes tienen varias capas. Una de estas es la externa, el esmalte, que es el tejido más duro del cuerpo, *como una roca*, mineral en un 98 por ciento –calcio, fósforo, magnesio–. Y otra, la dentina, 70 por ciento mineral, y el resto colágeno y agua, más blanda y más susceptible de deformarse. ¿Pero en qué radica su resistencia, cuál es su comportamiento mecánico?



Uno de los materiales que más ha estudiado este investigador senior es el asfalto. Aquí su mirada y su lente registró un asfalto en apariencia perfecto, en el de una carretera en California, Estados Unidos, engrandecida por la luz y las montañas.

Junto con Carolina Montoya Mesa, estudiante del doctorado en Ingeniería, Álex Ossa está empeñado en entender al diente, su composición química, cómo reacciona ante una presión externa. ¿Para qué? ¿A quién le puede interesar esto? *Se sabe que al aplicarle una carga por mucho tiempo, el diente se va deformando. A eso se le llama viscoelasticidad.* El estudio podría determinar la necesidad de desarrollar resinas especiales según la edad, pues actualmente, *así se tenga 80 o 20 años, el tratamiento es el mismo.*

+

¿Eso de qué está hecho? ¿Por qué está hecho así? Son preguntas que surgen en todo momento. *La cabeza de uno no hace sino pensar en cómo funciona un material. Y no es una obsesión por la materia, es algo que inconscientemente hace caminando por la vida...*

Esta investigación surgió de una propuesta de un docente de la Universidad de Washington. El propósito incluso es hacer una comparación de los dientes en los Estados Unidos y los de aquí. Los criollos analizados son cordales, muestras extraídas a pacientes de los estudiantes de odontología de la Universidad Cooperativa de Colombia, quienes participan en

el proyecto en lo estrictamente odontológico. En el futuro, se quiere dar un paso hacia el estudio del hueso, de su viscoelasticidad.

Una de las reglas de cualquier material es que su comportamiento mecánico es el mismo. Lo diferente es cómo está conformado, cómo se organiza por dentro. Álex sabe eso y ya poco lo sorprende, aunque no deja de admirar los materiales biológicos, los de la naturaleza, *hacen cosas maravillosas... Por ejemplo, en dónde van pegadas sus alitas, las avispas tienen una configuración que disipa las altas temperaturas de su cuerpo, las ayuda a enfriarse.*

Un material biológico que el grupo analiza, de la mano de Santiago Gil Durán, estudiante de la maestría en Ingeniería, son las escamas de los peces. Asombrosas en su composición –tienen una capa cerámica por encima y más abajo fibras–, son como armaduras que, a la vez que protegen al animal de abrasiones y mordiscos, facilitan su desplazamiento. Protección y movilidad son características tan apreciadas en la vida moderna que bien vale la pena saber todo sobre las escamas para sacar provecho de esto.

*La naturaleza sabe hacer las cosas mejor que nosotros y la idea es poder aprender y hacer materiales sintéticos que se comporten de la misma manera. Eso es lo que se conoce como bioinspiración. Como inge-*



El material para blindajes es un tema que lo apasiona. Aquí se puede ver el uniforme de protección que ha llamado la atención de las Fuerzas Armadas de Colombia.

Foto: Robinson Henao

*nieros siempre estamos transformando cosas, transformando materias para usarlas en mejores condiciones, más económicas y cómodas. Por eso, además de los biológicos, el grupo tiene proyectos con materiales compuestos (como aleación de metales), de construcción y de protección.*

+

## Blindaje ante el peligro

Entre 1990 y 2014, las minas antipersonas dejaron un promedio de 10.000 víctimas. Con la creación de un carrito para desminado, que puede andar por el campo para explotarlas, se dio a conocer Tecnologías Marte, una *spin off* de EAFIT que investiga tecnologías y servicios para la seguridad y la defensa. Actualmente el grupo dirigido por Álex Ossa trabaja de la mano con esta en la producción de materiales de protección balística y antiexplosivos.

*Tenemos proyectos con la Fuerza Aérea, con el Ejército y con la Gobernación para elaborar trajes completos para desminado militar y humanitario. El producto es un uniforme blindado –pantalón, chaleco, visor del casco– que tiene debajo de la tela una capa de material polimérico, es decir, un material de baja densidad y alta resistencia, ideal para usar en sistemas de protección personal. Aunque el material no se fabrica en la Universidad, sino que se importa, la innovación está en el diseño que permite mayor movilidad, pesa menos y protege más.*

En la elaboración de este producto, que ya está en uso, intervienen egresados de Ingeniería de Diseño de Producto, Ingeniería Mecánica y hasta de Física –quienes aportan fundamentos teóricos–. Esta especie de línea de ensamble facilita el desarrollo de otras propuestas, como la de hacer un blindaje para aviones –con el mismo material, pero en otra configuración– de la Fuerza Área Colombiana, también aplicable en barcos y vehículos terrestres.

Así como las escamas son resistentes a los mordiscos, estos objetos con polietileno buscan resistir las balas, las explosiones. Es la resistencia mecánica, de la que tanto sabe Álex Ossa, y de la que él siempre busca entender cómo funciona. *Tiene que ver con los átomos, ellos se enlazan de una manera que en unos materiales es más fuerte y en otros más débiles, y hace, por ejemplo, diferente la capacidad de resistencia de la piedra o de la arena.*

Entender el átomo que conforma la materia es una constante del Grupo de Investigación en Materiales de Ingeniería. Entre profundos interrogantes al diente, a las escamas y al blindaje, también hay tiempo y espacio para preguntarse por la composición del asfalto en su escala atómica, *mirar y analizar cómo se comporta una gota de material asfáltico y, así, predecir qué pasa cuando se pone en la vía.*

En los estudios multiescala hay distintos niveles: macro, meso, micro y atómico... *Por lo general, se cogen muestras de vías y se analizan. Eso cuesta*



Foto: Robinson Henao

En su oficina, en la que se hacen evidentes dos de sus pasiones: la fotografía y el microscopio con el que puede ver muy de cerca de que está hecho el universo.

*mucho, pero si se hace el análisis con una gota y escalamos eso, se ahorra tiempo y costo.* La investigación sobre asfaltos se hace en conjunto con un grupo de ingeniería de la Universidad Purdue –llamada así en recuerdo de su primer benefactor John Purdue–, en la ciudad West Lafayette, de Indiana.

+

**Para mí lo ideal sería llegar y meterme a un laboratorio.**

No es la primera vez que Álex trabaja con asfaltos. Ya lo había hecho para su tesis doctoral y, también, en una investigación aplicada, en asociación con la empresa Ajoever, para mejorar las condiciones termoacústicas de tejas que contienen este material. El grupo desarrolló unos asfaltos especiales que aíslan mejor la temperatura y el sonido, es decir, generan menos calor, así que son óptimas para tierra caliente, y aíslan ruidos como el de la caída de la lluvia. Esas tejas ya están en el mercado.

## Una vida sin sobresaltos

+

A las siete de la mañana, de lunes a viernes, se puede ver entrando a Álex Ossa a la Universidad. A su oficina del piso 3 del moderno bloque 19. Dicta un curso de pregrado y uno en la especialización en Diseño de Materiales, programa que coordina. Y aunque le gusta enseñar y administrar, lo suyo es la investigación. *Para mí lo ideal sería llegar y meterme a un laboratorio*, con los estudiantes, para mirar materiales y tratar de aprehenderlos.

Pero su jornada le debe alcanzar para coordinar, para analizar los resultados de las búsquedas de los estudiantes, para sus cursos, para solucionar asuntos administrativos, para presentar proyectos, para concretar convenios, para asistir a congresos y seguir fortaleciendo a Ingeniería de Producción de EAFIT en eso que lo distingue de otros pregrados similares en el ámbito nacional: los materiales de protección, los as-



Foto: Alex Ossa

En el Reino Unido abundan los lagos, especialmente en Escocia. Allí los llaman *loch*. Fascinado por los materiales de la naturaleza, a Alex Ossa no se le podía pasar inadvertido este bello y frío paisaje.

faltos y el comportamiento mecánico de tejidos duros.

¿Eso de qué está hecho? ¿Por qué está hecho así? Son preguntas que surgen en todo momento. *La cabeza de uno no hace sino pensar en cómo funciona un material*. Y no es una obsesión por la materia, es algo que inconscientemente hace caminando por la vida... *Una vida sin sobresaltos*, de la que no le gusta hablar mucho, a pesar de que no es un hombre adusto, nada rígido, ni desapacible en el trato. Al contrario, siempre está riendo, libremente.

Le gusta viajar e ir a cine, especialmente el del director Wong Kar Wai, ese hongkonés que convierte poemas visuales en dramas plenos de amor y soledad al mismo tiempo. Un Transformer miniatura, un proyectil Punto 50 –que le regalaron luego de hacer unas pruebas a los materiales desarrollados–, una foto suya al lado de su novia (la psicóloga Luisa Montoya) y cuatro fotografías de paisajes, tomadas por él, son parte de la sutil impronta de su personalidad que el investigador deja ver en su oficina.

Dichas fotografías son del cementerio de Edimburgo, las lacustres y frías montañas de Escocia, los toneles de madera en los que se añeja el vino Tío Pepe en Jerez, España, la nieve cubriéndolo todo en el distrito universitario de Cambridge... El manejo sensible de la luz, que aviva los colores del invierno, del otoño, y su composición que quiere abarcarlo todo, sorprenden tanto que parecen destinadas a ser protectores de pantalla.

De hecho, otra foto, la de una larga carretera de asfalto, bien trazada, como nueva, en medio de las montañas en California (Estados Unidos), es lo primero que se ve cuando enciende su computador. A dónde quiera que va, lleva su cámara y no precisamente para tomarse *selfies*. Parece un profesional, pero así como fue autodidacta con el inglés, lo ha sido con la fotografía. Su sensibilidad sale a flote en esos registros de paisajes, es como si quisiera capturar con la luz todo lo que lo asombra de esas materias de las que está hecha la naturaleza.

+

# EAFIT recupera la nueva música colombiana



La maestra Cecilia Espinosa espera que en el futuro la colección permanezca entre el público y los músicos porque el tiempo se encargó de validarla. Así debe recordarlo la gente.

Una investigación liderada por la maestra Cecilia Espinosa Arango, directora de la Orquesta Sinfónica EAFIT, recopila y graba las obras de los compositores colombianos de hoy. El propósito es dejar un testimonio sonoro del patrimonio musical del país que permita difundir y apreciar su valor expresivo, estético y artístico.



Foto: Robinson Henao

Funcionalidad, mensaje, esquema, dimensiones, colores, armonía, lenguaje, contrapunto y lo que hay internamente en cada composición son los méritos que hacen que una obra musical sea buena y configuran patrones de belleza que motivan a conservarla y difundirla.

Muestra de esto son los discos compactos (CD) de la colección *Nueva Música Sinfónica y Coral colombiana*, que se grabaron para la posteridad y están al alcance del público.

Con esa colección se da a conocer parte de los resultados de la investigación que desarrolla la maestra Cecilia Espinosa Arango, directora de la Orquesta Sinfónica EAFIT, junto con Gabriel Rodríguez Zuluaiga, investigador asistente y maestro en Música con énfasis en Dirección Coral.

El propósito de este proyecto, en el que han participado además José Gallardo (compositor) y Andrés López (director), es recuperar el patrimonio musical colombiano en las áreas sinfónicas y corales, mediante la recopilación de obras de compositores colombianos que le han aportado a estas modalidades de la música.

Tras considerar que la Orquesta es un referente grande de producción musical en Medellín, en el Departamento de Música de EAFIT se dieron a la tarea de investigar qué compositores tenía Colombia, qué productos había y cómo podían difundirlos a través de grabaciones hechas con la Orquesta y los coros que Espinosa dirige actualmente.

Lo que están haciendo ahora los compositores es tratar de salir un poco de los formatos antiguos o tradicionales.

La investigación comenzó en 2011 y ha sido un trabajo de recolección, curaduría, selección, aprendizaje, diálogo con los compositores e involucramiento con este tipo de repertorio, especialmente cuando es inédito.

Cerca de 60 compositores han aplicado a las convocatorias de donde se escogen los ganadores. “Escogemos una obra por su estética, por su lenguaje, por su mensaje y por cumplir su cometido”, afirma la maestra.

Durante este proceso han grabado seis CD en total: uno de música coral, uno de sinfónico-coral, cuatro de sinfónica y, para comienzos de 2015, saldrán



El Departamento de Música de EAFIT investigó qué compositores tenía Colombia, qué productos había y cómo podían difundirlos a través de grabaciones hechas con la Orquesta y los coros que la maestra Cecilia Espinosa dirige actualmente. Durante este proceso han grabado seis CD en total.

al aire el quinto volumen de música sinfónica y otro de música coral de compositores vivos.

Una de las características de cada CD es que no hay versiones anteriores y las interpretaciones se graban en vivo. Posteriormente entregan y divulgan el producto de los compositores en sonido.

## + Por qué es nueva música

Espinosa explica que cuando se habla de nueva música, lo “nuevo” se refiere a que las composiciones son un producto reciente que muestra las ideas que manejan los compositores del siglo XXI.

Así como la literatura, el cine o cualquier tipo de arte marcan tendencias, “nosotros recogemos el nuevo lenguaje desde estas músicas sinfónica y coral”, señala. Es muy importante preservar estas obras porque revelan qué está sonando.

Los compositores de hoy tratan de salirse un poco de los formatos antiguos o tradicionales como las sinfonías, por ejemplo. Escriben fantasías, formas fugaces y formas libres. Como ellos no están matricu-

lados ni encasillados en lenguajes anteriores, por eso se llama “nueva música”.

Eso es lo novedoso de las grabaciones que registran qué pasa por la mente de estos compositores, cuál es la nueva estética, qué tratan de representar y cuáles son sus ideas musicales. Así se construye la historia de un país en el campo de la música.

Lo novedoso de las grabaciones es que dan cuenta de lo que pasa por la mente de estos compositores, de cuál es la nueva estética y qué tratan de representar.

## Impacto de las grabaciones

La recepción de las grabaciones ha sido muy buena. La primera impresión que interesa que sea buena es la del mismo compositor, porque si a este le agrada lo que hacen los músicos de la orquesta y los coros, es un buen indicio para que el oyente escuche o perciba la intención más genuina que se pueda proyectar de la obra del autor a través de este producto.

“Apreciamos mucho el valor de la curaduría y respetamos profundamente lo que se ha hecho y los resultados obtenidos”, destaca la directora de la Orquesta, ya que esos son los productos que se han sacado al aire.

**El llamado es a creer en los compositores, intérpretes e investigadores del país.**

De esta manera esperan que la música llegue a las manos y oídos de un mayor número de personas para poder recibir sus críticas o comentarios y conocer las sensaciones que despierta esta música. “Es la única manera de saber si nuestro trabajo cumple con el cometido que nos propusimos”, puntualiza Espinosa.

## Creación nacional

Para Fernando Gil Araque, director de la línea de musicología histórica en la maestría en Música e Investigación en el Departamento de Música de EAFIT, la riqueza musical del país en todas sus vertientes es muy amplia, tanto la sinfónica, la coral y de cámara. De ahí que los archivos de las partituras pasan de ser muertos que yacen en las bibliotecas a ser protagonistas en los conciertos, los CD y las emisoras.

Por eso el llamado de Gil es a creer en los compositores, intérpretes e investigadores del país y en la música que hacen. Saber y reconocer que su obra es de gran nivel, que puede llegar a cualquier escenario del mundo y ser incluida en lo que se escucha diariamente es empezar a desmontar la creencia de que “lo nacional es de poco valor”.

+

## La triada compositor-intérprete-oyente

Uno de los compositores incluidos en la colección es Víctor Hugo Agudelo Ramírez. Su objetivo principal es promover la música nueva. “Desde la academia pretendo unir los hilos de la triada compositor-intérprete-oyente, que está distanciada, para que el público entienda y disfrute más nuestra música”, señala.

“Es muy bonito que la gente pueda evaluar el trabajo que están haciendo los compositores, que escuchen las obras y las disfruten, o que un estudiante indague y busque nuevos elementos, porque uno siempre está creando cosas nuevas. La importancia de las grabaciones se verá en el futuro”, asegura.



Foto: Robinson Henao

## Investigadora

**Cecilia Espinosa Arango**

Directora colombiana con estudios en el Longy School of Music (Estados Unidos) y estudios de posgrado en King's College de la Universidad de Londres. Recibió clases de dirección con los maestros Alan Hazeldine y Colins Meters. Realizó su maestría en Dirección Orquestal en la Hartt School de la Universidad Hartford, Connecticut (Estados Unidos) con el maestro Harlod Faberman. Es profesora de dirección orquestal y coral en pregrado, y maestría en el Departamento de Música de EAFIT.

11:51:09

# Flujos de caja libre: el dilema de las corporaciones

Los resultados de esta investigación hacen parte del trabajo doctoral en Economía y Finanzas del profesor-investigador Jimmy Saravia.

Carlos Mario Cano R.  
Colaborador

## Investigación de EAFIT identificó que las empresas maduras, para mantener su tamaño, invierten en proyectos improductivos.

Cuando una corporación llega a la madurez enfrenta el problema de no saber cómo invertir sus flujos de caja libre, asunto que se le vuelve permanente y conduce a la destrucción gradual de su valor en el mercado.

A esta conclusión llegó el profesor Jimmy Saravia Matus en su artículo *The Lifecycle of the Firm, Corporate Governance and Investment Performance*, luego de analizar el comportamiento financiero, entre 1990 y 2008, de 475 corporaciones norteamericanas.

“En mi artículo extendiendo la teoría del profesor Dennis Mueller, quien sugiere que los flujos de caja libre son un problema permanente para las corporaciones maduras. Yo logro llegar al punto de evidenciar que, para realizar impunemente inversiones que destruyen valor, las corporaciones usan las provisiones anti toma hostil”, afirma el investigador de EAFIT.

Dennis Mueller (2003), en quien apoya sus teorías el profesor Saravia, afirma que las empresas tienen un ciclo de crecimiento, tope y descenso, más que un escenario idealista de aumento constante:

El profesor Jimmy Saravia creó un indicador que determina si una empresa es joven o madura, de acuerdo con sus finanzas.

mientras el mundo económico contemporáneo asienta sus bases en el principio de la maximización de ganancias, esta investigación reafirma que las corporaciones tienen un ciclo de vida y que, en la edad madura, sufren transformaciones que van en contra de los intereses de sus accionistas.

“Hay una falla en el sistema legal que permite, cuando las corporaciones llegan a la madurez, que los gerentes se apoderen de la junta y cambien el contrato entre accionistas y corporación”, afirma el investigador.

Además, cuando las empresas dejan de emitir acciones para apalancar su crecimiento y ven reducidas sus oportunidades de inversión, los gerentes despliegan una serie de provisiones llama-

das ‘atrincheramientos’, que buscan mantener el tamaño de las compañías y evitar una toma hostil (compra no autorizada).

“Luego del cambio en la constitución, los gerentes comienzan a invertir así no tengan nada productivo que hacer con el dinero”, complementa Saravia, quien es miembro del Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (Cief) de EAFIT.

## ‘Atrincheramientos’ deberían eliminarse

Lo que comenzó a finales de los 80 como una serie de acciones para evitar la compra y fusión intempestiva de las corporaciones son prácticas que hoy siguen siendo cuestionadas porque ensombrecen el gobierno corporativo.

En esa época, Michael Milken se hizo famoso por ser el financista de quienes se dedicaban a comprar de forma agresiva algunas compañías. Estas actuaciones le valieron una condena de 10 años –de la que solo pagó dos– y multas por 200 millones de dólares.

Ninguna empresa estaba a salvo de la toma hostil y, por eso, las gerencias de las corporaciones establecieron provisiones para evitar estas prácticas. En los juicios que hubo contra estas provisiones, las cortes en los Estados Unidos le dieron la razón a las corporaciones y no a los accionistas.

Según la teoría de Saravia, el desempeño de las empresas maduras ‘atrincheradas’ es pésimo. Esto lo comprobó estadísticamente al encontrar que, por cada dólar que invertían, el mercado solo les reconocía, en el peor de los casos, hasta 70 centavos de aumento en su valor.

La propuesta de esta investigación es clara: si se quiere mejorar el gobierno corporativo para que maximice el valor de la empresa en favor de los accionistas, la única política efectiva es que el Congreso norteamericano cree leyes que prohíban el despliegue de las provisiones anti toma hostil.

“Si se quiere que la firma maximice las ganancias o que no invierta mal, hay que eliminar el ‘atrincheramiento’. Si prefiere que nadie pierda su empleo, pero se siga siendo ineficiente, entonces que lo dejen”, puntualiza Saravia, investigador nicaragüense que, desde octubre de 2013, es docente en EAFIT.



Songquan Deng / Shutterstock

Luego de analizar el comportamiento financiero, entre 1990 y 2008, de 475 corporaciones norteamericanas, Jimmy Saravia plantea que el desempeño de las empresas maduras ‘atrincheradas’ es pésimo. Esto lo comprobó estadísticamente al encontrar que, por cada dólar que invertían, el mercado solo les reconocía, en el peor de los casos, hasta 70 centavos de aumento en su valor.

Lo que sugiere Saravia es que, al levantar el ‘atrincheramiento’, el dinero fluirá hacia empresas con mayor dinamismo y rentabilidad, organizaciones que probablemente crearían más empleos en comparación con los que se perderían por la reducción del tamaño de las empresas maduras, que se empeñan en mantenerse grandes así sean ineficientes.

+

La investigación propone, teóricamente, basada en los estudios de Dennis Mueller (2003), que las corporaciones tienen un ciclo de vida, y que su fin no es necesariamente la maximización de ganancias.

El profesor eafitense fundamenta sus análisis en los postulados de la Escuela Austríaca de Economía que cuestiona la teoría de la economía matemática en boga. Para él, hay dos críticas específicas a este sistema: que al usar el supuesto del equilibrio general o parcial elimina el papel del empresario como motor de la economía y que da la falsa imagen de que una economía moderna podría funcionar utilizando el trueque.

La crítica va hasta el corazón mismo de la manera como se comprende hoy la economía: cerca de las matemáticas y las estadísticas, pero lejos de la historia y la filosofía que le dan el sentido a sus métodos numéricos.

“La economía se está sobrepasando, siempre había sido una ciencia que estudiaba los medios escasos para alcanzar los fines y no una ciencia que le decía a las personas cuáles deberían ser los fines a perseguir”, concluye Saravia.

## Referencias

- Bebchuk, L. A., A. Cohen, and A. Ferrel. (2009). What Matters in Corporate Governance? *The Review of Financial Studies* 22 (2): 783-827.
- Gompers, P., J. Ishii, and A. Metrick. 2003. Corporate Governance and Equity Prices. *Quarterly Journal of Economics* 118 (1): 107-155.
- Mueller, D. C. 2003. *The Corporation: Investments, Mergers and Growth*. London: Routledge.
- Saravia, J. A. 2014. The Lifecycle of the Firm, Corporate Governance and Investment Performance. *Corporate Ownership and Control* 11 (2): 212-226.



## Medidas anti toma hostil que destruyen valor

En la investigación se retoman los conceptos del profesor Lucian Bebchuk y otros (2009), quienes identifican los seis 'atrincheramientos' que más destruyen valor. Estos son, según las definiciones de Gompers y otros (2003):

**Staggered board:** la junta directiva está dividida en dos o más partes y, cada año, se elige una parte. Aunque comprenden la organización no tendrán la posibilidad de cambiar inmediatamente a sus directivas.

**Limits to amend by-laws:** limita la habilidad de los accionistas para modificar los estatutos o documentos del gobierno corporativo. Para lograrlo les imponen el requisito de una supermayoría o, incluso, les eliminan totalmente esta posibilidad. Mientras tanto, a los directores se les llega a dar el poder de modificar estatutos sin aprobación de los accionistas.

**Poison pills:** derechos especiales de los accionistas en caso de desencadenarse un intento de toma hostil. Si el trato es aprobado por la junta directiva, la *poison pill* es revocada. Si el trato no es aprobado y la oferta procede, se les da a los accionistas la oportunidad de comprar a menor precio las acciones objeto de compra para quitarles atractivo, o se emiten nuevas acciones para diluir el poder de voto de quien quiere adquirir la empresa.

**Golden parachutes:** compensaciones económicas y no económicas a los ejecutivos superiores en caso de terminación, baja de rango o retiro después de un cambio en el control de la compañía. Estas compensaciones no requieren aprobación de los accionistas.

**Supermajority for mergers and for charter amendments:** para autorizar una fusión o una modificación de estatutos se requiere que la votación positiva sea más alta que el umbral impuesto por la ley estatal. Típicamente se trata del 66,7, 75 u 85 por ciento de los accionistas, cifra que excede con frecuencia a la cantidad de personas que van a la junta general (que es anual).

## Investigador

Jimmy Saravia Matus

Ingeniero industrial, Universidad Católica (Nicaragua); máster en Economía y Finanzas, Universidad de York (Reino Unido), y PhD en Economía y Finanzas, Universidad de Surrey (Reino Unido). Profesor-investigador de la Escuela de Economía y Finanzas, y miembro del Grupo de Investigación en Banca y Finanzas del Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (Cief) de la Universidad EAFIT. Áreas de interés: ciclo de vida de las empresas, gobierno corporativo, rendimientos de inversión.

## Madurez o juventud de las corporaciones

¿Cómo saber si una empresa está en su juventud o ya entró en su etapa de madurez? El investigador Jimmy Saravia creó un indicador que le permite determinar en qué etapa se encuentran las organizaciones, de acuerdo con sus finanzas.

- **Empresas jóvenes:** crecen rápido y necesitan obtener fondos mediante la venta de acciones. Coinciden los intereses gerenciales y de los accionistas. Por cada dólar que invierten, el valor de mercado de la compañía se incrementa más de un dólar.
- **Empresas maduras no 'atrincheradas':** aumentan sus flujos de caja, la empresa ya no depende de sus accionistas para obtener fondos, pero sus oportunidades de inversión se reducen. Por cada dólar que invierten, el valor de mercado de la compañía aumenta un dólar.
- **Empresas maduras 'atrincheradas':** el manejo del flujo de caja libre es un problema cada vez mayor. Al no depender de los accionistas pueden llegar a aprovecharse de ellos con la inversión en proyectos de valor presente negativo.



Foto: Shutterstock

Las ciencias agrarias no aparecen reflejadas en estos dos noticieros, lo que es curioso en países con tanta zona rural.

# + Comunicar para debatir la ciencia y la tecnología

+

**Carmenza Gómez**  
Colaboradora

Una investigación de la Red Iberoamericana de Monitoreo y Capacitación en Periodismo Científico, en la que participa EAFIT, analizó cómo dos medios masivos de comunicación de Colombia y Brasil cubren ciencia y tecnología. Las noticias sobre medicina y salud fueron las más frecuentes, seguidas por temas de medioambiente y ciencias biológicas.

El periodismo científico debe ir más allá de difundir los hallazgos de la medicina para la cura de enfermedades, ayudar a entender las partículas subatómicas, mostrar nuevos inventos de la industria o fomentar la protección del medioambiente.

Su reto es articular dicho conocimiento a la cotidianidad de la gente mediante un diálogo permanente entre los científicos, la academia, el Estado, los ciudadanos y los medios de comunicación.

En esa dirección se enfocan varias de las recomendaciones de un estudio realizado por la Red Iberoamericana de Monitoreo y Capacitación de Periodismo Científico, titulado *Ciencia y medios: un estudio comparativo de la cobertura de la ciencia en los noticieros de televisión de Brasil y Colombia*.

En dicha investigación se analiza y compara la cobertura de ciencia y tecnología en dos de los principales noticieros de televisión de Colombia (Noticias Caracol de las 7:00 p.m.) y de Brasil (Globo-Jornal Nacional), en la franja triple A, con una muestra representativa de un año, de cada noticiero.

“El proyecto Colombia-Brasil fue una oportunidad única de estrechar aún más las relaciones entre los grupos de los dos países, que tienen muchas afinidades, y de profundizar en los datos y las metodologías”, destaca la investigadora Luisa Massarani, investigadora del Núcleo de Estudios de Divulgación Científica del Museo de la Vida, perteneciente a la Fundación Oswaldo Cruz (Brasil).

Dicho estudio surgió de la preocupación de entender cómo los medios masivos de comunicación cubren y tratan los temas de ciencia y tecnología y, a su vez, cómo es la percepción de los públicos sobre esta temática.

+

**En Colombia utilizan más fuentes de ciudadanos y miembros del sector público, que científicas.**

A partir de las diferencias encontradas en el tratamiento de la ciencia y la tecnología, por parte de los noticieros de ambos países, los investigadores plantearon la hipótesis de que la ciencia estaría más institucionalizada en Brasil que en Colombia, afirma Tania Arboleda Castrillón, investigadora líder del Área de Apropiación Social de CyT del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), quien participó en el estudio.

Ese nivel de institucionalización al que hace referencia Arboleda pasa por el reconocimiento que los medios masivos, incluyendo los telediaros, le den a dicho conocimiento y sus aplicaciones en el devenir de las sociedades, tanto en sus aspectos positivos como negativos.

## Recomendaciones a los medios

+

A partir de los resultados obtenidos (ver recuadro ‘Hallazgos: cubrimiento de ciencia y tecnología en Colombia y Brasil’), el estudio recomienda que desde la dirección de los noticieros se debe aumentar el número y la duración de estas noticias, lo que implica reconocer y apostar por la viabilidad, pertinencia y sostenibilidad de estos contenidos.

Así mismo, se recomienda que estos medios de comunicación contextualicen más las notas, al mostrar los procesos de producción del conocimiento y, de forma equilibrada, las promesas y beneficios, da-

+

## Hallazgos: cubrimiento de ciencia y tecnología en Colombia y Brasil

El telediaro brasileño Jornal Nacional presentó dos veces más notas científicas que el colombiano Noticias Caracol, con una cobertura más estable, notas más largas y más recursos visuales.

En ambos telediaros, las noticias sobre medicina y salud fueron las más frecuentes, seguidas por temas de ciencias biológicas y medioambiente. Esto habla indirectamente de formas de reconocimiento de los ciudadanos con temáticas que, en principio, les son más cercanas.

En Colombia utilizan más fuentes de ciudadanos y miembros del sector público.

Durante el periodo analizado, más del siete por ciento de la cobertura del telediaro brasileño era sobre temas de ciencia y tecnología, que comparten un espacio con el fútbol, la política y la cultura.

El cubrimiento de las ciencias sociales y humanas en Colombia es poco frecuente y no aparecen en los primeros bloques ni en los titulares del noticiero.

Las ciencias agrarias no aparecen reflejadas en estos dos noticieros, lo que es curioso en países con tanta zona rural.

La ciencia y la tecnología hacen parte de la agenda periodística de Jornal Nacional, a pesar de no tener periodistas expertos en periodismo científico o una sección de ciencia.

Hay más fuentes del comercio, la industria y el sector productivo en Colombia que en Brasil.

La procedencia del investigador consultado, en su mayoría, es nacional para cada caso. Los científicos de América del Norte fueron más consultados en Brasil que en Colombia, mientras que los de Europa fueron más citados en Colombia que en Brasil.



Foto: Shutterstock

Las noticias sobre medicina y salud fueron las más frecuentes en ambos telediarios, seguidas por temas de ciencias biológicas y medioambiente.

ños y riesgos. Además, que le den más visibilidad a las controversias científicas y tecnológicas con el fin de favorecer el debate público.

En noticias en las que la ciencia y la tecnología no sea su objeto principal, el estudio indica que los medios deben buscar dar ese ángulo cuando sea pertinente. Por ejemplo, en el seguimiento de la ejecución de las políticas públicas llamadas “locomotoras” del presente Gobierno en Colombia, se trataría de dar mayor espacio a fuentes académicas y científicas independientes (no solo las alineadas con el Gobierno).

+

El estudio invita a los medios de comunicación a construir relaciones con múltiples investigadores para diversificar las fuentes.

El estudio también invita a los medios de comunicación a construir relaciones con múltiples investigadores para diversificar las fuentes. De esta manera, se apunta a que no aparezcan siempre las mismas personas como ‘fuentes autorizadas’ para dar un punto de vista.

## La metodología creada

Un aspecto relevante de la investigación fue la construcción de la metodología de análisis, una herramienta basada en el estado del arte en los países donde hay más fuerza en comunicación de la ciencia, en periodismo científico y en la relación

medios-ciencia-sociedad, pero con adaptaciones teórico-metodológicas y socio-culturales, explica Daniel Hermelin, jefe del pregrado en Comunicación Social de la Universidad EAFIT e investigador del proyecto.

Para desarrollar la metodología, entre 2009 y 2012, la Red reunió grupos de investigadores de 12 países de la región que se han ocupado de temas similares, de manera independiente. A estos se les brindó la oportunidad de trabajar de forma colaborativa para crear los protocolos de investigación y analizar conjuntamente los datos.

La metodología tiene parámetros que facilitan la observación analítica pretendida: las características generales de la noticia, la relevancia, el tema, el enfoque, el tratamiento y los recursos usados, los actores, la localización del hecho científico o la investigación.

Al implementar la metodología, le dieron prioridad a la noticia principal, al tema base por el que surgía la nota y al que estaba más ligado. De esta manera clasificaron y analizaron la narrativa y los tratamientos de los temas. Por ejemplo, si aparecían imágenes de los científicos, cuál era el género de estos, si el científico estaba en el laboratorio o no, si los noticieros usaban imágenes de apoyo, entre otros detalles, señala Hermelin.

Aunque los criterios de análisis fueron fijados para comparar las noticias de ambos noticieros, los investigadores son conscientes de que la ciencia mencionada de manera tácita –transversal a otras problemáticas– tiende a ser omitida de la muestra.

Al respecto, Arboleda indica que “falta seguir

+

indagando en este tipo de estudios esas formas menos explícitas y dar cuenta de las relaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, para generar miradas más complejas sobre este tipo de representaciones en los medios masivos”.

Es importante que los medios de comunicación cubran la ciencia a profundidad en su agenda informativa y capaciten a sus periodistas en esta materia, en aras de divulgar el conocimiento de los científicos y así dar herramientas para el debate ciudadano.

En conclusión, este estudio evidencia la necesidad de que medios y periodistas propicien un debate permanente sobre la ciencia y la tecnología: el uso dado, a quiénes favorece o no y por qué, y a qué precio. Además, que los medios de comunicación tienen el desafío de aumentar el cubrimiento de este tipo de noticias, consultar a los científicos y múltiples actores sociales, y difundir las investigaciones que cursan en instituciones educativas a cargo de los docentes investigadores, sin perder su perspectiva crítica. Por otra parte, se dan pistas de cómo avanzar en estudios de recepción y audiencias, como un complemento clave para investigaciones de esta índole.

### Instituciones aliadas

+

La investigación, vinculada a la Red Iberoamericana de Monitoreo de Capacitación y Periodismo Científico, fue desarrollada por el Programa de Comunicación Social del Departamento de Humanidades de la Universidad EAFIT, el Departamento de Comunicación de la Facultad de Comunicación y Lenguaje de la Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá) y el Núcleo de Estudios de Divulgación Científica del Museo de la Vida de la Fundación Oswaldo Cruz (Río de Janeiro, Brasil), institución que coordinó dicho estudio. En la primera fase del proyecto también participó la profesora Tania Pérez-Bustos, del Departamento de Antropología de la Facultad de Ciencias Sociales de la Pontificia Universidad Javeriana.

Además, contó con el apoyo de un convenio de movilidad del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) de Colombia y del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) de Brasil.



Luisa Massarani

Daniel Hermelin

### Investigadores

#### Daniel Hermelin

Ingeniero químico, Universidad Nacional de Colombia; magíster en Comunicación de la Universidad de Borgoña (Francia), y magíster en Enseñanza y Difusión de las Ciencias y las Técnicas de la Universidad París XI (Francia). Profesor del Departamento de Humanidades y jefe del Pregrado en Comunicación Social de la Universidad EAFIT, miembro del Grupo de investigación en Comunicación y Estudios Culturales del mismo Departamento.

#### Tania Arboleda Castrillón

Comunicadora Social-Periodista, Universidad del Valle; magíster en Producción Audiovisual (énfasis en divulgación científica), Universidad de Boston (1998). Candidata a doctorado en Ciencias Sociales y Humanas de la Pontificia Universidad Javeriana. Investigadora líder del Área de Apropriación Social de CyT, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT).

#### Luisa Massarani

Licenciada en Comunicaciones, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro; máster en Ciencias de la Información, Instituto Brasileño de Información en Ciencia y Tecnología, y doctora en Área de Gestión, Educación y Difusión de Biociencias de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Investigadora del Núcleo de Estudios de Divulgación Científica del Museo de la Vida, de la Fundación Oswaldo Cruz (Río de Janeiro, Brasil). Actualmente es directora de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPop). Periodista para América Latina de Science and Development Network, SciDev.Net.

#### Marina Ramalho Silva

Comunicadora Social-Periodista, Universidad Federal de Río de Janeiro; máster en Periodismo Científico de la Universidad Rey Juan Carlos (España), y doctora en Área de Gestión, Educación y Difusión de Biociencias de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Investigadora del Núcleo de Estudios de Divulgación Científica del Museo de la Vida de la Fundación Oswaldo Cruz (Río de Janeiro, Brasil).

# + Innovación de productos impulsa las ventas y el empleo



Foto: Robinson Henao

Los resultados del estudio servirán para: primero, contribuir a que sean más acertadas las políticas públicas del país en cuanto a innovación y desarrollo. Segundo, para argumentar que las empresas colombianas requieren agregarle valor a sus productos.

+

Walter Arias Hidalgo  
Colaborador

## Las empresas colombianas que innovan en productos incrementan el empleo en las compañías, según una investigación de la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad EAFIT que analiza el comportamiento de las firmas nacionales.

La innovación es uno de los principales motores de la economía de cualquier país. Impulsa la creación de nuevos productos, mejora los ya existentes, optimiza procesos, reduce costos, entre otros beneficios.

Sin embargo, ¿qué sucede si los empleados de una compañía no tienen los conocimientos requeridos para desarrollar nuevos productos?, ¿qué ocurre si la optimización de procesos implica reducir trabajadores?, ¿qué pasa en países donde, como Colombia, el 50 por ciento de los trabajadores son informales?

Responder este tipo de interrogantes es lo que busca la investigación *La innovación y sus efectos sobre el empleo, evidencia a nivel de las firmas en Colombia*, que desarrollan Juan Felipe Mejía, decano de la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad EAFIT, y Yurani Arias, estudiante de la maestría en Economía de EAFIT y asistente de investigación.

+

**“Aquellas firmas que introducen nuevos productos al mercado generan más empleo en el país”:  
Juan Felipe Mejía.**

Mejía y Arias se propusieron “examinar el impacto que tiene la innovación tanto en productos como en procesos sobre el crecimiento del empleo” y demostrar esta hipótesis: que la innovación, por una parte, es positiva porque genera nuevos productos y procesos, lo que puede incrementar la productividad y competitividad de las empresas; y, por otra parte, que puede tener un efecto negativo si desplaza mano de obra y deriva en la pérdida de empleos.

### Hallazgos del estudio

Los resultados parciales –al cierre de esta edición– muestran dos conclusiones principales: primero, que la innovación, cuando está asociada al desarrollo de nuevos productos, tiene un efecto positivo sobre el

incremento de las ventas y, por ende, en el crecimiento del empleo en las empresas colombianas.

Segundo, que la innovación en procesos genera efectos ambiguos o poco claros, es decir, si se relaciona con reducción de costos el efecto puede ser negativo porque desplaza mano de obra calificada y no calificada. En cambio, si se relaciona con métodos de comercialización o de organización, los efectos no son significativos en la reducción del empleo.

De hecho, explica Arias, “aquellas firmas que están introduciendo nuevos productos al mercado, efectivamente están generando más empleo en el país”. Al respecto, complementa Mejía que “cuando la innovación es sobre procesos, si es empleo calificado, puede haber un efecto positivo, pero si es empleo no calificado puede haber un efecto negativo o no significativo”.

Ambos efectos de la innovación –en productos y en procesos– son más evidentes en las empresas grandes, pues son estas las que más invierten en innovación, investigación y desarrollo.

Sin embargo, si se tiene en cuenta que la mayoría de compañías de Colombia y Latinoamérica son micro y medianas empresas –en Antioquia el 99 por ciento de las empresas son micro, pequeñas y medianas (mipymes)– se comprende otra conclusión parcial del estudio: las mipymes colombianas invierten muy poco en innovación.

“Eso es crítico porque para que haya innovación, las empresas tienen que invertir. El empresario busca un rédito económico pronto y la innovación no es algo que sea tan garantizado y a tan corto plazo”, dice Juan Felipe.

Estos resultados coinciden con algunos estudios realizados en Chile, China y países europeos, donde se evidenció el efecto positivo de la innovación en producto sobre el crecimiento del empleo, y el efecto negativo o ambiguo de la innovación en procesos sobre el mismo.

### Camino investigativo

¿Cómo llegaron Juan Felipe y Yurani a estas conclusiones parciales? Primero revisaron minuciosamente la literatura sobre la relación de innovación y empleo, tanto en estudios nacionales como internacionales.

En la revisión encontraron que el 30 por ciento de las actividades de investigación y desarrollo en Colombia son implementadas por compañías y, el resto, por otros actores como universidades y centros de investigación. Es decir, el mismo nivel que Corea del Sur en la década de los 70 y de China en la década de los



Cuando los efectos de la innovación son negativos si desplazan mano de obra, el estudio recomienda capacitar a estas personas para que puedan vincularse a otros sectores de la economía en crecimiento.

80. En América Latina esta participación es aproximadamente del 40 por ciento, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Ocde).

Después consiguieron los datos con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), que en enero de 2014 autorizó el uso de los siguientes insumos de investigación: Encuesta Anual Manufacturera para los años 2007 a 2010, Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de la Industria Manufacturera para los años 2007 al 2010, y Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Servicios para los años 2010 y 2011.

+

La innovación deriva en crecimiento del empleo y el efecto de la innovación en procesos varía entre países.

Estas encuestas de innovación y tecnología que realiza el Dane, desde 2005, fueron las más útiles para el estudio, ya que consultan a cerca de 8.000 empresas manufactureras y de servicios sobre: impacto de la innovación en la empresa; inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación (Acti); financiamiento para este tipo de actividades, personal dedicado a estas, relación con actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y de cooperación para la innovación; y propiedad intelectual y certificaciones de calidad.

En dichas encuestas, Arias realizó una labor de minería de datos: limpió –retiró los datos que no eran pertinentes para el estudio–, ordenó, clasificó, estructuró, integró, depuró, validó información y trasladó bases de datos a otros programas para poder hacer los análisis necesarios.

Con esta información debidamente seleccionada y organizada, los investigadores pudieron aplicar, por medio de herramientas econométricas (tipo estadística), el modelo teórico planteado en 2008 por los autores Rupert Harrison, Jordi Jaumandreu, Jacques Mairesse y Bettina Peters, quienes proponen una relación teórica entre el crecimiento del empleo y las actividades de innovación en el ámbito empresarial.

Este modelo, aplicado en Francia, Alemania, España y el Reino Unido en el periodo 1998-2000, indicó que la innovación deriva en crecimiento del empleo y que el efecto de la innovación en procesos varía entre países. Es decir, el efecto es ambiguo.

En el caso de las empresas colombianas, Mejía y Arias, de acuerdo con la teoría mencionada, demostraron cuantitativamente que la innovación en producto sí incrementa el empleo en las compañías.

Si bien la iniciativa de emprender una investigación que determinara la relación de la innovación con la generación de empleo surgió a mediados de 2013, la temática se deriva de la trayectoria académica de Juan Felipe, especialmente en su tesis doctoral sobre economía y en su libro *Export Diversification and Economic Growth* (Diversificación de Exportaciones y Crecimiento Económico).

Teniendo en cuenta estas investigaciones y las cifras producidas por el Gobierno Nacional, el Decano enfatiza en que el 80 por ciento de las exportaciones de Colombia son productos primarios (por ejemplo, café o petróleo) sin ningún valor agregado y que en el país hay carencia de investigaciones que determinen el impacto de la innovación sobre el crecimiento económico y la generación de empleo.



## Investigadores

### Juan Felipe Mejía Mejía

Profesional en Finanzas y Relaciones Internacionales, Universidad Externado de Colombia; Master of Advanced European Studies, Universidad de Basilea (Suiza), y PhD en Economía, Universidad de Hohenheim (Alemania). Decano de la Escuela de Economía y Finanzas de EAFIT. Áreas de interés: crecimiento económico, comercio internacional y economía de la empresa.

### Yurani Arias Granada

Economista y estudiante de la maestría en Economía, Universidad EAFIT. Áreas de interés: innovación y competitividad empresarial, economía ambiental, desarrollo sostenible y energías renovables.

## Estudio útil

Los resultados de este estudio, señala el académico, servirán para dos asuntos: primero, contribuir a que sean más acertadas las políticas públicas del país en cuanto a innovación y desarrollo. Por ejemplo, si los efectos de la innovación son negativos si desplazan mano de obra, el estudio recomienda capacitar a estas personas para que puedan vincularse a otros sectores de la economía en crecimiento o sectores nuevos que surjan a raíz de un proceso de transformación productiva.

+

**“No podemos seguir teniendo una estructura económica de principios del siglo pasado”: Juan Felipe Mejía.**

Segundo, el estudio también sirve para argumentar que las empresas colombianas requieren agregarle valor a sus productos. “No podemos seguir teniendo una estructura económica de principios del siglo pasado, de seguir exportando café, petróleo, ferroníquel y productos sin ningún tipo de transformación”, expresa Mejía.

¿Cómo cambiar esa estructura económica? Los referentes teóricos, otras investigaciones, la trayectoria investigativa y académica de Juan Felipe y los resultados parciales de este estudio indican un fin: la innovación como el motor que moverá la economía hacia la modernización.

## Clasificación de empresas según su grado de innovación

Las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica del Dane clasifican a las empresas, según su grado de innovación, así:

**Innovadoras en sentido estricto:** obtuvieron al menos un servicio o bien nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional.

**Innovadoras en sentido amplio:** obtuvieron al menos un servicio o bien nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o para la empresa. O implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva.

**Potencialmente innovadoras:** reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación, ya fuera para obtener un producto nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional o nacional, o para la empresa, o para obtener un proceso productivo para la línea de producción principal o para las líneas complementarias, o una técnica organizacional o de comercialización nueva.

**No innovadoras:** en el periodo de la encuesta no innovaron ni reportaron tener alguna innovación en proceso o haber abandonado algún proyecto para obtener innovaciones.



# Cultivadores fortalecen la cadena del caucho

Los líderes de las 12 asociaciones de cultivadores de caucho se preparan en cinco módulos: procesos, empresa, propiedades de la materia prima, procesamiento industrial y el aspecto social.

+

Una iniciativa de investigación aplicada, financiada por el Sistema General de Regalías de Colombia, busca mejorar la productividad y aumentar la competitividad en la cadena del caucho natural en el Bajo Cauca antioqueño.



Foto: Robinson Henao

**Bibiana Andrea Moná Giraldo**

Periodista del Área de Información y Prensa

Todos saben que es una líder. De eso no queda la menor duda, pues Antolina Mendoza Guzmán, aunque aclara que no es socia fundadora, fue quien tocó las puertas de las familias que hoy forman parte de la Asociación de Productores de Caucho de Zaragoza (Asoprocaza), agremiación de la que hoy es su representante legal y que, a la fecha, cuenta con cerca de 120 afiliados.

La tenacidad, la insistencia, el conocimiento de su gente y, sobre todo, la convicción de que era necesario trabajar por su región, fue lo que la impulsó a creer en que los proyectos productivos y la asociatividad eran una buena salida a los problemas sociales, económicos, políticos e, incluso, de orden familiar en su municipio.

Con la responsabilidad que supone ser madre de seis hijos y líder comunitaria, Antolina tomó las riendas de esta asociación en 2011, y se enfocó en que los afiliados y sus familias alcanzaran una mejor calidad de vida.

Ella hace parte de los cerca de 60 líderes de las 12 asociaciones de cultivadores de caucho, pertenecientes a los seis municipios del Bajo Cauca antioqueño –Caucasia, El Bagre, Nechí, Tarazá, Cáceres y Zaragoza–, beneficiados con el plan de formación para mejorar la calidad del caucho en esta región del departamento.

Esta iniciativa, que tuvo una duración de cuatro meses (agosto a diciembre de 2014), contó con la participación de EAFIT, a través de la Dirección de Investigación y EAFIT Social, y la Gobernación de Antioquia.

Dicho plan es paralelo al proyecto de investigación aplicada e innovación *Mejoramiento de la productividad para el desarrollo y aumento en la competitividad en la cadena del caucho natural*. Este es cofinanciado con aportes del Sistema General de Regalías y de cinco instituciones aliadas: las universidades EAFIT, de Antioquia y Nacional (sede Medellín), el Sena y Corpoica. Un proyecto del que se beneficiaron en principio dos asociaciones en el Bajo Cauca: Asculticaucho y Ascabia.

El propósito de este trabajo, que se firmó con la Gobernación de Antioquia en noviembre de 2013, y que tiene una duración de 36 meses, es el de aumentar la competitividad de la cadena del caucho natural en esta región, mediante el cultivo y la transformación de este elemento como negocio agroindustrial.

Esta iniciativa se suma a un proyecto que la autoridad departamental empezó hace 23 años para sustituir los cultivos ilícitos y apostarle al caucho, un negocio limpio en el que se puede obtener rentabilidad.

“Si bien es un proyecto de investigación, la meta es que los seis municipios en los que trabajamos le ganen la batalla a estos cultivos y puedan mejorar la calidad de vida en la región”, dice Sandra Milena González Villa, docente del Departamento de Ingeniería de Producción de EAFIT e investigadora técnica de ambos proyectos.



Foto: Robinson Henao

El plan de formación de 106 horas, para los líderes de estas asociaciones cultivadoras de caucho, involucra actividades como clases, visitas industriales, prácticas en laboratorio, trabajo de campo, visitas de los investigadores a los cultivos, entre otras.

La propuesta, explica el investigador Jaime Alberto Escobar Arango, se desarrolló con base en un diagnóstico inicial realizado por las instituciones participantes, que develó la baja productividad, competitividad y sostenibilidad de la cadena del caucho en Antioquia.

+

Un total de 60 líderes de 12 asociaciones de cultivadores de caucho, de los seis municipios del Bajo Cauca antioqueño, se beneficiaron con el plan de formación que terminó en diciembre.

De esta manera, determinaron que en el Bajo Cauca hay cerca de 5.000 hectáreas sembradas de caucho natural, de las que solo 1.200 están en edad productiva. Lo que se proyecta es que en los próximos cinco años el resto de hectáreas lo estén también, para fortalecer las capacidades de la zona.

Para comenzar a fortalecer dichas capacidades, cuando en 2012 se firmó un primer proyecto, la Universidad brindó un plan de formación de 56 horas a 20 jóvenes rurales de la vereda Santa Clara, en Tarazá, pertenecientes a la asociación Asculticaucho.

“Fue tan exitoso que cambió la visión de esa intervención, que pasó de ser técnica y se dirigió a empoderar a los campesinos, no solo en el tema tecnológico, sino en el de gestión integral porque ellos también deben ser empresarios para competir desde la subregión en un entorno económico globalizado”, aduce Escobar.

## Sembrar con amor y paciencia

María Beatriz García Palomo, representante legal de la Asociación de Productores de Caucho de Cargueros y Bijagual (Ascabia) del municipio de Nechí, comenzó en este negocio con diversas dificultades, no solo asociadas al orden público de la zona, sino a aspectos económicos, logísticos y del conocimiento sobre el cultivo del caucho.

“Al inicio no sabíamos cómo era esto de sembrar caucho. Y el factor dinero cuenta mucho, porque se trata de sostener un cultivo, cerca de siete años y del propio bolsillo, hasta que el árbol esté en etapa productiva”, comenta.

Por eso hoy que recoge la cosecha y viene la comercialización, Beatriz explica: “ahora sí estamos en la etapa en la que el Gobierno nos puede colaborar y ya sabemos lo que representa el caucho en el ámbito mundial y las expectativas son más grandes”.

Al igual que la siembra del caucho, que requiere de paciencia y constancia, el proyecto ha visto sus frutos con el paso del tiempo, ya que inicialmente se definió con un enfoque de investigación aplicada y, hoy, es un proceso con impacto social que valoran tanto los investigadores como los campesinos de la región, sin importar la etapa productiva en la que estén.

“Notamos que en toda la cadena productiva hay una brecha y es que todos saben cultivar caucho, conocen los clones que ‘pegan’ mejor, cuáles son los componentes nutricionales necesarios, pero existen vacíos en temas como las propiedades, los procesos, las normas y la calidad del caucho. Así



Foto: Robinson Henao

Entre el 29 de septiembre y el 4 de octubre representantes de cerca de 12 asociaciones de cultivadores de caucho del Bajo Cauca antioqueño visitaron la Universidad para continuar con su plan de formación.

como lo que se debe saber acerca de la comercialización de este producto, las normas técnicas, entre otros aspectos”, señala González.

Con base en estas necesidades, los investigadores establecieron sinergias como la que se consolidó, a través de la Dirección de Investigación con EAFIT Social, programa institucional que, con el aval de la Rectoría, le imprimió un valor agregado a este proceso.

+

Esta es una iniciativa cofinanciada con aportes del Sistema General de Regalías y de instituciones aliadas: las universidades EAFIT, de Antioquia y Nacional (sede Medellín), el Sena y Corpoica.

“Somos ingenieros y sabemos del cultivo de caucho, pero nos complementamos en temas empresariales, gerenciales, de mercadeo. Así que, a través de EAFIT Social, entraron otras áreas de la Institución a complementar ese conocimiento que hoy les ha abierto la mente a estas personas hacia otras oportunidades”, señala González.

## EAFIT Social

Así surgió el plan de formación de 106 horas para los líderes de estas asociaciones cultivadoras de caucho, quienes replican los conocimientos en su territorio. “Lo que hicimos fue ampliar las temáticas del plan de formación inicial, de modo que ellos, con las herramientas que les entregamos, se encargan de construir todo de forma colaborativa”, explica la docente.

Estas personas se preparan en cinco módulos: procesos, empresa, propiedades de la materia prima, procesamiento industrial y el aspecto social.

“Cuando hicimos la apertura del plan de formación en Cauca, en agosto de 2014, se percibió en la comunidad una actitud abierta, la gente sonreía y estaba a la expectativa. Esto habla de la apuesta que hace EAFIT por los territorios”, comenta Mario Enrique Vargas Sáenz, director de EAFIT Social.

El programa involucra actividades como clases, visitas industriales, prácticas en laboratorio, trabajo de campo y visitas de los investigadores a los cultivos.



En EAFIT los líderes de las asociaciones caucheras compartieron experiencias, intercambiaron conocimiento y profundizaron en temas relativos a sus procesos productivos.

+

“Esta es una apuesta de transferencia de conocimiento para la habilitación social y productiva de una comunidad. De hecho, durante sus encuentros en EAFIT o en sus municipios, los asistentes tienen la oportunidad de compartir, de hablar de sus diferencias y similitudes. Es un proceso sanador”, puntualiza Mario.

El programa de formación busca estandarizar el proceso en la zona e involucra actividades como clases, visitas industriales, prácticas en laboratorio y trabajo de campo en los cultivos.

Y sí. Es evidente el colegaje de estos líderes, que se encontraron en EAFIT entre el 29 de septiembre y el 4 de octubre de 2014. Fueron seis días

dedicados a su proyecto de vida, en el que además de descubrir cosas nuevas, lograron ser amigos, establecer alianzas, reconocerse y propiciar espacios de confianza entre ellos.

“Hemos aprendido cómo se siembra el caucho y cómo sembrar cultivos alternos durante los años de espera de la etapa productiva, a planificar una empresa, a comportarnos como empresarios negociadores, a establecer alianzas”, afirma María Beatriz García.

Con ella coinciden Robinson Quintana Parra, representante legal de Asobosques, asociación del municipio de El Bagre; Gustavo Alberto Ceballos Torres, vicepresidente de Asocor (asociación de Cauca), y Alfinger Tapias Mejía, vocal de Asproages, del municipio de Nechí.

Alfinger dice estar agradecido con la Universidad porque, en siete años, han recibido muchas

capacitaciones. Además, se veían como competencia, no como colegas, y estar en este proceso de formación les ha permitido descubrir no solo que tenían “los mismos temores y dificultades”, sino que podían buscar soluciones.

Lo que viene, según Santiago París Londoño, investigador del Departamento de Ingeniería de Producción de EAFIT, es saber quiénes necesitan el producto. “Ahí es donde entra la innovación porque es ver qué más podemos hacer. El panorama apenas se abre para buscar nuevas opciones para el caucho”, argumenta.

Así lo confirma Ceballos Torres, vicepresidente de Asocor, quien ve el cultivo del caucho con nuevas expectativas: “Yo creo que esto va a cambiar socialmente a la región y al país. Sin duda, este producto nos va a abrir muchas puertas”.

Hoy, un año después de obtener su título como bachiller, de firmar acuerdos con Naciones Unidas, de trabajar como líder de su comunidad, de contarle el cuento a mucha gente sobre la oportunidad de trabajar en procesos productivos en Zaragoza, Antolina es una de las líderes de los cultivadores de caucho del Bajo Cauca antioqueño que, pese a las vicisitudes, ha salido adelante y cree en esta actividad económica como una opción de vida.

## Apuestas hacia el futuro

Colombia importa más del 95 por ciento del caucho que consume, a pesar de que tiene las capacidades de producirlo. Por eso, el reto de los cultivadores del Bajo Cauca es que la competencia no sea entre ellos, sino con productores de países como Guatemala y Brasil. Incluso del continente asiático, que domina la producción de caucho sólido en el mundo y ofrece los mejores precios.

“Lo que hay que hacer es fortalecer la región, estandarizar el proceso de los cultivadores y empoderarlos para que, como verdaderos empresarios, produzcan caucho y látex de buena calidad en el ámbito internacional”, dice el investigador Jaime Alberto Escobar Arango.

## Investigadores

### Sandra Milena González Villa

Ingeniera de producción, especialista en Diseño de Materiales, y máster en Administración y Dirección de Empresas, Universidad EAFIT. Candidata a magíster en Ingeniería en la misma Universidad. Profesora-investigadora de procesamiento de plásticos y cauchos del Departamento de Ingeniería de Producción. Coordinadora de los semilleros de investigación: Grupo de Investigación en Reciclaje de Plásticos (Girp) y Semillero de Investigación en Caucho (Sinca).

Áreas de interés: procesamiento de plásticos y cauchos, reciclaje de plásticos, diseño de materiales y dirección de empresas.

### Jaime Alberto Escobar Arango

Ingeniero Químico, Universidad de Antioquia; especialista en Entrenamiento en Plantas Industriales, Cooper River Plant-Dupont (Estados Unidos) y Sudamtex (Argentina), y en Desarrollo e Ingeniería de Proyectos (Alemania e Italia).

Profesor-investigador del Departamento de Ingeniería de Procesos y coordinador de la línea de énfasis en Diseño de Procesos.

Áreas de interés: desarrollo y diseño de procesos, polímeros, procesos industriales, optimización de procesos, gerencia de proyectos.

### Luis Santiago París Londoño

Ingeniero Mecánico y PhD en Ingeniería Térmica, Universidad Pontificia Bolivariana; y máster en Polymer and Composites Engineering, Katholieke Universiteit Leuven (Bélgica). Profesor-investigador del Departamento de Ingeniería de Producción, investigador asociado al grupo de Tecnologías para la Producción de la Universidad EAFIT y coordinador del Grupo de Investigación Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad (Iexs), Universidad EAFIT.

Áreas de interés: caucho-vulcanización, reciclaje de materiales plásticos, mecánica de fluidos, termodinámica, materiales compuestos de matriz polimérica, transferencia de calor, cálculos térmicos y evaluación de sacadores de productos.



Juan Felipe Araque Jaramillo, coordinador de esta serie radial, manifiesta que con esta iniciativa se demostró que no hay excusas o límites para que más gente se acerque al conocimiento. Lo acompaña Ana María González Cotes, asistente de contenidos en la Universidad de los Niños.

# + El 'radiality' que construye conocimiento

Marcela Olarte

Periodista Área de Información y Prensa EAFIT

*Con la ciencia en la cabeza es un reality radial en el que 16 integrantes de la sociedad civil, en diálogo con 17 representantes de la ciencia, abordaron siete problemas de la realidad nacional: hacinamiento carcelario, sistema de salud, movilidad, explotación ilegal de recursos, pobreza, conflicto y desplazamiento forzado.*



Foto: Robinson Henao

Si uno como ciudadano conoce su realidad, entonces tiene más bases para cambiarla. A esa conclusión llegó Laura Tobón Restrepo (estudiante de 16 años) en el taller en el que, junto a Gustavo Canavire Bacarreza, director del Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (Cief) de EAFIT, trató de dar respuesta a la pregunta: ¿por qué hay ricos y pobres en Colombia?

Laura fue la participante más joven del 'radiality' *Con la ciencia en la cabeza*, una serie de 30 microprogramas producidos entre marzo y octubre de 2014 para la radio colombiana, cuyo lanzamiento oficial se hizo el pasado 12 de noviembre. En esta serie representantes de la sociedad civil e investigadores intercambian experiencias y generan nuevo conocimiento alrededor de siete temas cruciales para el país.

El proyecto, liderado por la Universidad de los Niños de EAFIT, es el resultado de una convocatoria de Colciencias que tenía como condición la divulgación científica por medio de la radio y a través de métodos innovadores.

Al tener en cuenta estos requisitos, Juan Felipe Araque Jaramillo, coordinador de la iniciativa, comenzó junto con su equipo la búsqueda de las temáticas a tratar en el 'radiality', formato hasta entonces inexplorado en Colombia.

Luego de revisar las noticias más mediáticas de 2013, se determinó que las preguntas que se responderían en *Con la ciencia en la cabeza* serían:

- ¿Cómo viven las personas en las cárceles de Colombia?
- ¿A qué nos referimos cuando decimos que Colombia está en conflicto?
- ¿Cuál es la diferencia entre la minería legal e ilegal?
- ¿Qué significa ser desplazado en Colombia?
- ¿Por qué hay ricos y pobres en Colombia?
- ¿Cómo se movilizan las personas en nuestras ciudades?
- ¿Funciona el sistema de salud en Colombia?

Para seleccionar a los participantes era preciso que tuvieran relación con los interrogantes a resolver. Por eso, todo el equipo de trabajo del 'radiality' visitó instituciones en las que pudieran encontrar, entre otros, a representantes de la comunidad LGTBI, personas en situación de discapacidad y pobreza, pospeñados, transportadores, exparticipantes del conflicto armado y víctimas de desplazamiento.

+

El 'radiality' *Con la ciencia en la cabeza* es una serie de 30 microprogramas producidos para la radio colombiana.

Por su parte, los investigadores pertenecientes a las universidades EAFIT, Pontificia Bolivariana, CES, Nacional, de Antioquia, de Medellín y Autónoma Latinoamericana, a la Escuela de Ingeniería de Antioquia y al Área Metropolitana del Valle de Aburrá construyeron, antes de las jornadas en las que se encontrarían con los 16 participantes, un texto en el que daban respuesta al interrogante relacionado con su campo de estudio, a partir del que construirían las actividades que permitirían crear nuevos saberes de manera conjunta.

## Del taller a la cabina de radio

En 12 encuentros que se hicieron, y luego de las dinámicas grupales, cada uno de los participantes dejaba grabado su testimonio y conclusiones en la



Foto: Robinson Aguirre

En esta serie radial representantes de la sociedad civil e investigadores intercambian experiencias y generan nuevo conocimiento alrededor de siete temas cruciales para el país.

cabina de radio de Acústica, la emisora web de EAFIT.

De cada taller salieron cuatro microprogramas radiales que se pueden escuchar a través de emisoras comunitarias, culturales y universitarias, y también 10 programas audiovisuales. A dichos contenidos se puede acceder a través del enlace [www.conlacienciaenlacabeza.co](http://www.conlacienciaenlacabeza.co).

+

En el 'radiality' representantes de la sociedad civil e investigadores intercambian experiencias y generan nuevo conocimiento.

El primer taller fue sobre hacinamiento carcelario, pero el resultado no fue el esperado, pues aunque las actividades fueron bastante enriquecedoras, no eran las más apropiadas para el formato del 'radiality'.

"Como el programa no tenía guiones, debimos pensar en dinámicas que se ajustaran a la radio, con el fin de que se entendiera qué estaban haciendo y diciendo los participantes", explicó Ana María González, asistente de contenidos en la Universidad de los Niños.

Sin embargo, a medida que fueron pasando los talleres, la estructura se fue ajustando y, simultáneamente, los participantes tímidos en un principio iban tomando confianza al exponer sus opiniones, dudas y puntos de vista. Su capacidad de análisis y la forma como se expresaban también cambió sustancialmente.

## Diálogo de saberes

Respuestas elaboradas y con sólidos argumentos enriquecían los talleres de *Con la ciencia en la cabeza*, un espacio en el que el respeto por la palabra del otro siempre fue la condición esencial, incluso cuando se trataron los temas más polémicos como el de la desigualdad económica en Colombia.

Dicha problemática dividió al grupo, pues algunos sostenían que la razón por la que las personas eran ricas o pobres tenía que ver exclusivamente con su actitud, es decir, que la pobreza estaba en la cabeza. "Eso es una decisión personal, aunque muchas veces se toma de manera inconsciente", dijo Ferney Hernández Avendaño (de 29 años), quien estuvo preso durante cinco años.

Con él coincidieron otros participantes que aseguraban que había familias que educaban a sus hijos solo para que fueran trabajadores de otros, sin permitirles pensar en otro porvenir distinto a seguir siendo pobres.

Estas afirmaciones causaron malestar e indignación a otros de sus compañeros, quienes expresaban que su situación no era, ni mucho menos, escogida. "Yo considero que soy pobre no por culpa mía, sino porque las cosas no se me han dado. Hay muchas personas que quieren salir adelante y le dan y le dan,

pero no les resulta nada. En cambio hay otros que dan un paso y ahí mismo lo tienen todo”, expresó Juan Guillermo Arboleda Córdova, artista urbano y residente de la comuna 13 de Medellín.

Con Juan Guillermo coincidió María Clara Mesa Abad, estudiante de Administración de Negocios y de Derecho en EAFIT, quien si bien reconocía lo afortunada que había sido en la vida, sabía que era una cuestión de azar, “porque uno no escoge dónde va nacer”.

Se trataba de un asunto complejo y de una realidad innegable, pues Colombia es el país más desigual de Latinoamérica y el cuarto del mundo, y un 32 por ciento de su población vive en situación de pobreza.

## El porqué de la desigualdad

El investigador Gustavo Canavire tuvo una ardua tarea. Por esta, decidió empezar por lo básico, es decir, les explicó a los participantes las razones por las que había diferencias: por un lado, dotaciones, aquellas con las que las personas vienen al mundo; y por otro lado, oportunidades, que son las que potencian las primeras y que, en buena medida, sí están condicionadas por terceros.

El proyecto es el resultado de una convocatoria de Colciencias que tenía como condición la divulgación científica por medio de la radio y a través de métodos innovadores.

Luego vinieron las actividades que ayudarían a comprender mejor el porqué, si se vive en el mismo país, unos tienen todo y otros nada. Primero identificaron sus riquezas personales y las de Colombia, después hicieron representaciones teatrales sobre situaciones como recibir una herencia que no esperaban o el dilema de pagar o no los impuestos. Finalmente, llegaron a lo más difícil: cómo distribuir los recursos y atender múltiples necesidades si fueran el Gobierno.

Mientras cada uno daba sus respuestas, Canavire iba exponiendo qué tan convenientes eran o cuáles otros problemas se podían derivar de esas acciones. Así, todos fueron comprendiendo que el asunto no era tan sencillo, tenía muchos matices y la pobreza no era solamente de voluntad, ni tampoco solo culpa de los funcionarios del Estado.

“Este ejercicio nos demostró que no hay excusas o límites para que la gente se acerque al conoci-

miento. Se trata, más bien, de asumir riesgos en el quehacer educativo para que una mayor cantidad de personas pueda acceder al saber, por supuesto, sin que esto signifique perder el rigor científico”, concluyó Juan Felipe.



### Juan Felipe Araque Jaramillo

Comunicador Social con énfasis en educación, Fundación Universitaria Luis Amigó. Es asistente en el Área de Comunicaciones del programa Universidad de los Niños de EAFIT. Coordinó el proyecto *Con la ciencia en la cabeza*. Áreas de interés: creación de nuevos formatos para radio y televisión; contenidos digitales.

### Ana María González Cotes

Comunicadora social, Universidad EAFIT; y candidata a magíster en Educación, Universidad San Buenaventura. Es asistente de contenidos en la Universidad de los Niños. Áreas de interés: comunicación de la ciencia, comunicación transmedia, educación, arte, tecnología e innovación.



# + **Biocomputación, nuevo enfoque de la biología contemporánea**



Foto: Robinson Henao

La biología computacional, que incluye la bioinformática, utiliza algoritmos y computadores para entender problemas biológicos donde la información es tan vasta que aproximaciones tradicionales para el análisis no son opción.

- + Desde separar el genoma y analizar los genes, las proteínas y cómo estas se unen para producir enfermedades, hasta la investigación genómica de especies son algunas de las contribuciones de la biología computacional. Para fortalecer el desarrollo de esta disciplina en Colombia, los investigadores recomiendan establecer redes colaborativas. EAFIT aporta en el área, no solo con investigación, sino con formación de profesionales con este énfasis.

**Claudia Bedoya**  
Colaboradora

Al comenzar el tercer milenio, el 6 de abril de 2000 el estudio de la biología cambió para siempre cuando se conoció la noticia de la decodificación del genoma humano.

Ese hecho representó un hito en la biología. Mostró el esfuerzo de investigadores de varios paí-

ses que en el libro *Cracking the Genome*, de Kevin Davis (director y fundador de la revista *Nature Genetics*), comparan este proyecto con la llegada del hombre a la luna. Incluso, el costo fue semejante, señala Javier Álvarez Correa, doctor en genética molecular e integrante del Grupo de Ciencias Biológicas y Bioprocesos de EAFIT (Cibiop).

“En el proyecto de genoma humano fueron secuenciadas las tres billones de bases nucleotí-



La computación, las matemáticas y la biología son las áreas que aportarán los principales avances en investigación en los próximos años.

dicas que conforman el genoma de cada célula del cuerpo. Es decir, que si las ponemos en un libro, llenamos miles de volúmenes y conformamos una biblioteca completa. Si quiero encontrar un gen de forma manual en esa inmensa cantidad de libros, me costaría toda la vida y no lograría hallarlo”, explica Correa.

En ese contexto apareció en el mundo la biología computacional, que incluye la bioinformática, y utiliza algoritmos y computadores para entender problemas biológicos donde la información es tan vasta, que aproximaciones tradicionales para el análisis no son opción.

Un área del conocimiento que la Rectoría de EAFIT impulsa, con el fin de que la Universidad también aporte a un nuevo enfoque de la biología contemporánea, que surge como respuesta y solución a problemas de generación masiva de información biológica, señala Luis Alejandro Gómez, doctor en Bioquímica y Biofísica e integrante del grupo Cibiop, quien se ha dedicado a investigar el metabolismo energético celular.

## Investigación en EAFIT

Precisamente, con dicho grupo, la Universidad EAFIT viene incursionando en la investigación en biología computacional con varios proyectos en ejecución, uno de estos enfocado, a partir de la identificación genética de microorganismos, en formular productos con alto valor biotecnológico, para luchar contra la Sigatoka negra que afecta al banano.

Por su parte, Diego Fernando Villanueva Mejía, jefe del pregrado en Biología de la Escuela de Ciencias y Humanidades, investiga en el mismo grupo sobre genética de poblaciones. También ha trabajado en la clasificación de insectos para comprender, por ejemplo, el estado genético y poblacional de la plaga de la papa, *Tecia solanivora*, presente en diferentes regiones del país.

“La biología computacional es una manera matemática de describir los procesos biológicos”.

En el campo de la bioinformática, Correa estudia el comportamiento y evolución de los genomas del hongo *Monilia*, que ataca ampliamente los cultivos de cacao del país, labor que enriquece el grupo con los análisis computacionales de procesos metabólicos, los que parecen contribuir al incremento de la patogenicidad de estos microorganismos en el campo.

“Lo que hacemos es ensamblar los genomas, en-

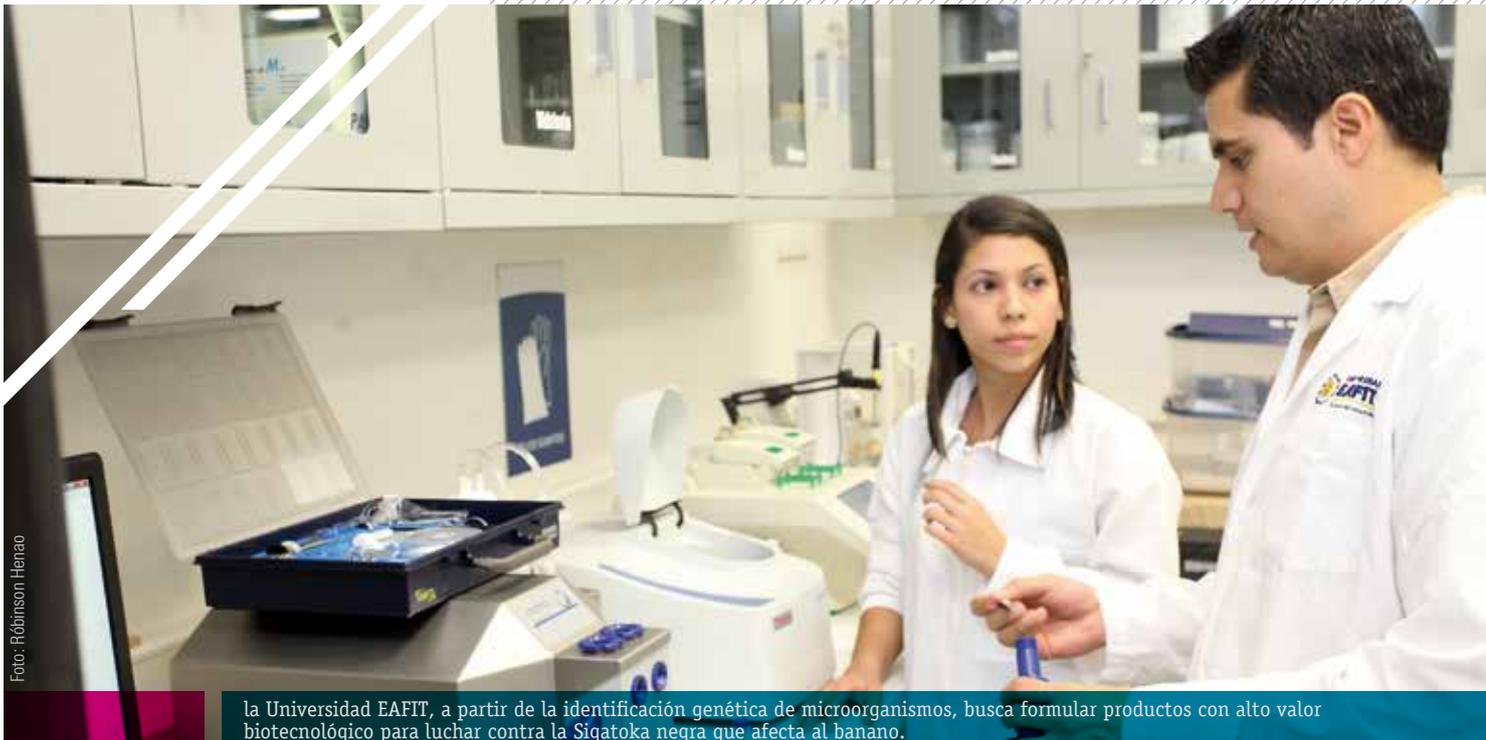


Foto: Robinson Henao

la Universidad EAFIT, a partir de la identificación genética de microorganismos, busca formular productos con alto valor biotecnológico para luchar contra la Sigatoka negra que afecta al banano.

tonces analizamos los genes, proteínas y cómo estas interactúan para causar una enfermedad en las plantas. Esta es el área de la biología computacional que lidero en el grupo, analizamos genomas y transcriptomas de microorganismos y algunos insectos, pero esto es solo una parte de este campo del conocimiento”, enfatiza Correa.

+

“Queremos que nuestros biólogos tengan habilidades en biología, en computación y creen empresas”: Diego Fernando Villanueva Mejía.

Otro proyecto destacado de Correa es en el que participa con la Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB) sobre tuberculosis. “Estamos analizando más de 200 genomas de cepas de *Mycobacterias* aisladas en el Valle de Aburrá y asociando diferentes regiones del genoma, con la capacidad de causar mayor severidad en la enfermedad. Esto nos ayudará a direccionar estrategias de control y tratamiento”, comenta.

Este investigador eafitense agrega que en la Universidad también existen grupos de investigación que tienen mucha interacción con esta área. Por ejemplo, el Grupo de investigación en Modelado Matemático o el Grupo de Investigación en Electromagnetismo Aplicado, que analizan patrones de expresión de los genes y la estructura de las proteínas. Igualmente, el supercomputador Apolo, donde estos

análisis son procesados en tiempos cortos y con gran volumen de información.

La interdisciplinariedad con otras áreas de la ciencia es una de las claves para fortalecer la investigación en este campo en EAFIT. La computación, las matemáticas y la biología son las áreas que aportarán los principales avances en los próximos años, manifiesta Correa.

## Bioinformática aplicada

Además de los aportes de EAFIT, en Colombia también se destacan otras experiencias que buscan apoyar el desarrollo nacional a través de la biología computacional y la biología informática.

Uno de esos casos es el proyecto *Fortalecimiento en ciencia, tecnología e innovación en biotecnología para el Departamento de Caldas*, apoyado con infraestructura computacional avanzada y trabajo colaborativo, y ejecutado por el Centro de Bioinformática y Biología Computacional de Colombia (Bios), con sede en Manizales.

El biólogo Miguel Eduardo Guevara Burbano, coordinador de Investigación y Desarrollo de dicho centro, explica que con ese proyecto buscan generar productos y servicios de valor agregado para



Foto: Robinson Henao

Javier Correa Álvarez, doctor en genética molecular e integrante del Grupo de Ciencias Biológicas y Bioprocesos de EAFIT, analiza, entre otros, genomas de microorganismos y algunos insectos.

agentes gubernamentales, académicos y empresariales que requieren apoyo con infraestructura computacional.

De hecho, para contribuir con el desarrollo de la bioinformática en Colombia, actualmente avanzan en la creación del Sistema de Información Nacional de Biotecnología y desarrollan herramientas informáticas para aprovechar el potencial computacional del data center y, así, integrar la capacidad de más de 300 computadores para analizar secuencias biológicas, señala Guevara.

+

**“La biología computacional no es una amalgama. Lo que pretende es solucionar problemas complejos para la sociedad”.**

Esta infraestructura incluye un simulador que permite estudiar las proteínas, con las que trabajan diferentes grupos de investigación en el país, con el fin de obtener resultados más rápidos sobre su comportamiento. Además, cuentan con un software que les permite hacer anotación automática asociada a onto-

logía de genes. Es decir, permite describir el gen y los atributos del producto génico en cualquier organismo.

Por lo anterior, Guevara destaca que Colombia es referente latinoamericano, al contar con una plataforma de supercomputación que no existía hasta hace poco para el tratamiento de datos científicos.

No obstante, pese a que ya hay avances en este campo en el país, Guevara señala que falta más oferta educativa en biología computacional, biología informática, High Performance Computing (HPC) e infraestructura para realizar procesos de secuenciación masiva de datos.

“Generalmente, tenemos que tercerizar los procesos de secuenciación y mandarlos a otros países donde cuentan con la infraestructura, como China, Corea, Estados Unidos o México”, dice Guevara, quien insiste en la necesidad de que el Gobierno brinde más apoyo, por ejemplo, a proyectos como el Centro Nacional de Secuenciación Genómica de la Universidad de Antioquia.

Con base en lo planteado por Guevara, como un aporte para comenzar a fortalecer la oferta edu-

cativa, la Universidad EAFIT, recientemente, lanzó la diplomatura en Bioinformática y Biología Computacional, integrada por investigadores de varias instituciones del país.

## Secuenciación genómica

Sobre el Centro Nacional de Secuenciación Genómica, su director Juan Fernando Alzate Restrepo destaca algunos de los trabajos internos y externos que desarrollan y que, también, se han convertido en referente en el país.

Uno de esos estudios interinstitucionales es el que busca mitigar el impacto ambiental de un proyecto energético de la Universidad Nacional de Medellín, liderado por Edna Judith Márquez Fernández, en el que el centro brinda apoyo tecnológico, científico y académico.

“Con la investigación genómica se levanta la información sobre especies de forma más rápida y se le entrega a la empresa para que tome decisiones. Ese trabajo se realiza con investigadores colombianos, tres de doctorado y dos de maestría”, explica Alzate.

Internamente, el centro adelanta un inventario de bacterias y microorganismos presentes en las toneladas de subproductos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. “Esperamos encontrar organismos novedosos en ese material, que no ha sido estudiado en detalle, para ver los usos y su potencial”, dice Alzate.

Con aplicación de la genómica lograron también estudiar la brucelosis en perros, “pero estos avances significativos no son suficientes para desarrollar un país. Las máquinas no escriben los artículos ni forman magísteres ni doctores”, enfatiza el científico, al referirse a la necesidad de formar escuela, tiempo y planeación estratégica educativa, atributos de instituciones internacionales que llevan décadas en este trabajo.

De todas formas, Colombia avanza paulatinamente con resultados interesantes. Por ejemplo, uno de los primeros trabajos del Centro Nacional de Secuenciación Genómica fue la secuenciación completa del genoma de la bacteria de la tuberculosis. Alzate lo destaca porque “no es lo mismo mandar las muestras a los Estados Unidos que hacer el trabajo aquí y formar gente”.

El investigador reconoce que hay una semilla sembrada y, lo que falta, es apoyo institucional consistente. “La capacidad de Colciencias no alcanza.

## EAFIT también aporta con la formación de biólogos

Con el fin de contribuir al desarrollo del país, la Universidad EAFIT definió, en su Plan Estratégico de Desarrollo 2012-2018, que en este periodo incursionaría en las áreas de biología y urbanismo.

De esta manera, la primera cohorte del programa de Biología inició en el primer semestre de 2013, con sus cuatro líneas de énfasis: conservación y desarrollo sostenible, biotecnología molecular, biología computacional y bioinnovación.

Para reforzar la investigación de dichas líneas, especialmente de biotecnología molecular y de biología computacional, el pregrado cuenta con el Laboratorio de Biología, dotado con termocicladores para amplificación de fragmentos de ADN o de RNA, y cámaras de electroforesis, entre otros equipos que permiten estudiar moléculas de DNA, RNA y proteínas.

De esta manera, EAFIT contribuye a la formación de biólogos con conocimientos y competencias de investigación e innovación y empresarismo en el desarrollo de las ciencias biológicas, a partir del conocimiento de la biodiversidad del país.

## Referentes nacionales en biología computacional

Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. (Emiliano Barreto y Andrés Pinzón).

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Carlos Eduardo Orrego).

Universidad del Valle (Pedro Antonio Moreno).

Universidad del Cauca (doctora Patricia Vélez).

Universidad de los Andes (Silvia Restrepo).

Universidad Industrial de Santander –UIS– (Carlos Barrios).

Universidad de Caldas (Gustavo Isaza).

Corpogen (María Mercedes Zambrano y Patricia del Portillo).

Universidad Javeriana (Jorge Barreto).

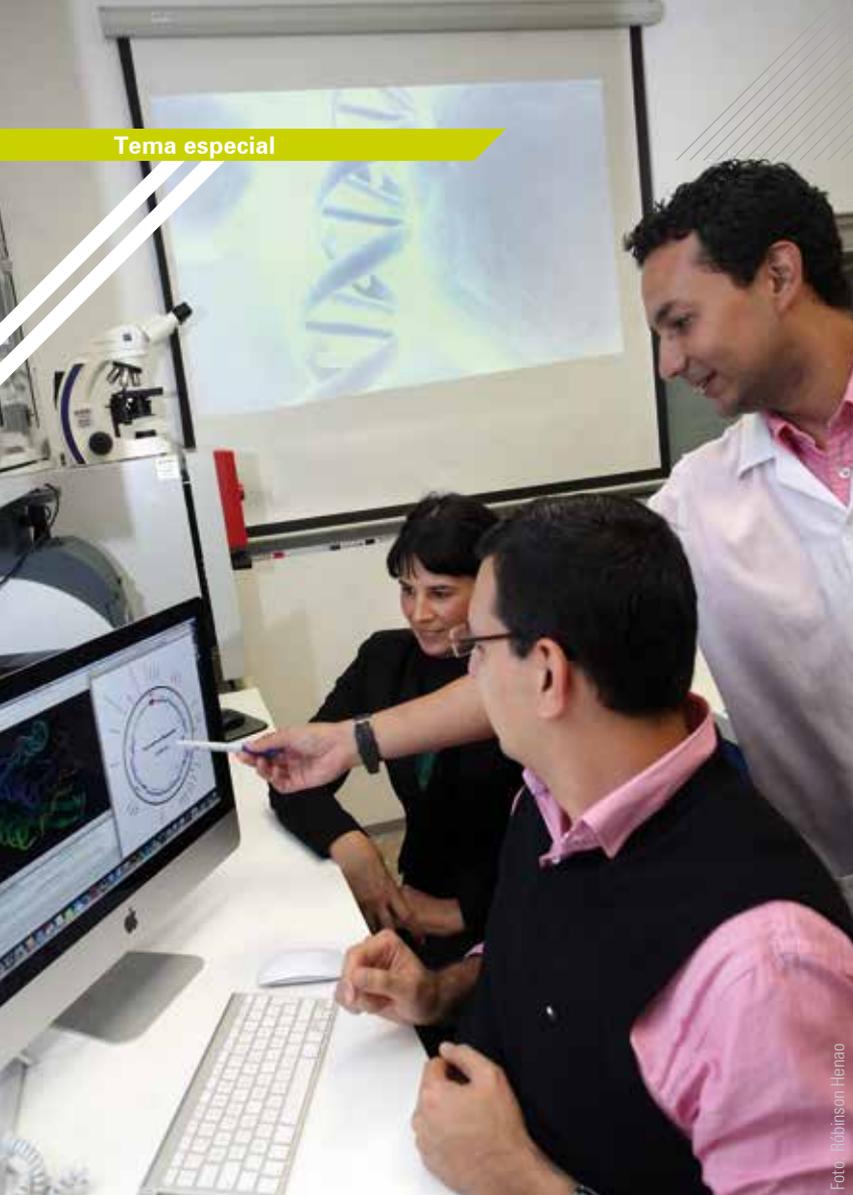


Foto: Robinson Henao

La interdisciplinariedad con otras áreas de la ciencia es una de las claves para fortalecer la investigación en biología computacional en EAFIT.

Algunos le apuestan más a la computación, pero las preguntas biológicas serán las mismas. Lo que cambia es cómo levanto la información. Las tecnologías están ahí. Lo más importante es cómo transformo los datos abstractos en información para integrar a los análisis y estimular el trabajo conjunto”, concluye.

+

Para comenzar a fortalecer la oferta educativa en Colombia, EAFIT, recientemente, lanzó la diplomatura en Bioinformática y Biología Computacional, integrada por investigadores de varias instituciones del país.

## Análisis multifractal

El doctor en biología celular y director del Grupo de Bioinformática de la Universidad del Valle, Pedro Antonio Moreno Tovar, es referente mundial en esta

disciplina por su análisis multifractal de secuencias genómicas o modelación del genoma humano, temas en los que trabaja desde 1994.

En 2011 lograron modelar en forma no lineal todo el genoma humano, un trabajo extenso y denso con el que explicaron muchos de los hallazgos hechos por otros investigadores de manera parcial.

El aporte explica cómo es la estructura del genoma humano y sirve para predecir los puntos, regiones o localidades que se correlacionan con enfermedades o efectos ambientales. “El trabajo tiene la virtud de que sintetiza lo que otros investigadores han hecho”, puntualiza Moreno.

Con el desarrollo de lo que él llama un ‘mapa multifractal’, lograron armar un rompecabezas y encajaron los hallazgos de otros investigadores. En el caso del cáncer, por ejemplo, en este momento, y con parámetros multifractales, hacen una correlación para establecer la sensibilidad al cáncer que puede tener la población de una región determinada.

“Todo ha sido posible porque tenemos un mapa ajustado a la teoría que nos permite navegar y hacernos preguntas nuevas respecto a edad, tipo de cáncer o variación poblacional de los diferentes grupos humanos que son sensibles a diferentes tipos de enfermedades. Por eso, este trabajo tiene muchas implicaciones prácticas a mediano y largo plazo”, explica Moreno.

Respecto al desarrollo de la biología computacional y la biología informática en Colombia, el científico dice: “Infortunadamente estamos empezando en lo que ya otros llevan 20 o 30 años de ventaja. Lo bueno del asunto es que hemos comenzado ya, lo grave sería que no lo hubiéramos hecho”.

Moreno destaca la labor, como referentes nacionales, de Bios en Manizales y de las universidades del Valle, Javeriana, Nacional de Colombia, del Cauca y Los Andes que trabajan la bioinformática a un nivel de primera.

Sin embargo, el investigador hace un llamado a que se estimule la creación “de más pregrados y posgrados en biología informática y computacional. También, a que el Gobierno o Colciencias, en este caso, hagan un proyecto paralelo al Centro de Bioinformática de Manizales para tener un centro de secuenciación de genomas a gran escala”.

El propósito de contar con un centro con esas características sería generar secuencias masivas en el ámbito humano, agrícola, animal y explorar la biodiversidad que ha caracterizado a Colombia.

“Sería un centro a gran escala, masivo, donde se secuenciara cuanto bicho existe de importancia tecnológica y biotecnológica para la industria y para el conocimiento. Es como abrir unas grandes avenidas

a patentes de productos para bioprospección, biorremediación e infinidad de productos que se puedan explotar económicamente”, comenta.

Para avanzar más rápidamente, el investigador considera necesario establecer en el país una red en estas disciplinas de la biología computacional y la bioinformática. “La colaboración es la que enriquece

el conocimiento. Hay un teorema que dice que entre más ediciones haya de un concepto o de una historia, más eficiente será el resultado que se obtenga a partir de ese conocimiento. Es decir, mientras no haya redes colaborativas, seguiremos siendo ‘islas’ haciendo cositas interesantes, pero de ahí no pasamos”, finaliza Moreno.

## Referentes internacionales

En el mundo, son líderes en biología computacional las universidades de Gent (Bélgica), Harvard, Stanford, Illinois, Johns Hopkins y Washington, así como el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y el National Center for Biotechnology Information (NCBI) en Estados Unidos. Este último es referente para procesos asociados a datos de origen biológico.

En México es líder el Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y, en la Unión Europea, el Institute European Molecular Biology Laboratory - European Bioinformatics Institute (EMBL-EBI).

En Suramérica se destacan: en Venezuela, el Centro Nacional de Cálculo Científico (Cecalcula), de la Universidad de Los Andes; en Brasil, USP, Unicamp, de la Universidad de Brasilia, y la empresa de investigación agropecuaria Embrapa; en Chile, la Fundación Ciencia & Vida, centro de investigación especializado en biotecnología fundado hace una década; y en Argentina hay grupos de investigación reconocidos en las universidades de Buenos Aires, Córdoba, Quilmes y San Luis.

## Investigadores

### Javier Correa Álvarez

Biólogo y magíster en Biología, Universidad de Antioquia. Doctor en Genética y Biología Molecular, Universidad de Campinas (Brasil). Miembro del Grupo de Ciencias Biológicas y Bioprocesos de EAFIT (Cibiop). Trabajó en la Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB) y en el Laboratorio de Genómica y Expresión de la Unicamp – Brasil. Fue asistente de investigación en el Departamento de Genética, Escuela de Medicina de la Universidad de Carolina del Norte (Estados Unidos). Profesor e investigador del programa de Biología de EAFIT.

### Diego Fernando Villanueva Mejía

Biólogo, magíster en Biotecnología y candidato a PhD en Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia. Profesor, investigador y jefe del programa de Biología en EAFIT.

### Juan Fernando Alzate Restrepo

Bacteriólogo y laboratorista clínico, y magíster en Biología Molecular, Universidad de Antioquia. PhD en Biomedicina, Universidad de Alcalá de Henares, España. Dirige el Centro Nacional de Secuenciación Genómica (Cnsg) de la Universidad de Antioquia y coordina el Grupo de Investigación en Parasitología.

### Pedro Antonio Moreno Tovar

Biólogo, Universidad Nacional de Colombia. PhD en Biología Celular, Universidad de Houston. Dirige el Laboratorio de Informática de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación (Eisc) y el Grupo de Bioinformática de la Universidad del Valle.

### Miguel Eduardo Guevara Burbano

Biólogo y magíster en Ingeniería Física de la Universidad del Cauca. Es coordinador de investigación y desarrollo del Centro de Bioinformática y Biología Computacional de Colombia, con sede en Manizales.

# + Cultura de innovación, de la teoría a la práctica



Foto: Cortesía

El proyecto logró que todos y cada uno de los empleados supieran que pueden innovar en sus puestos de trabajo, al ejercer sus funciones de manera más eficiente y mejor, ya sea pegando un tornillo o manejando las facturas para los clientes.

+

**Claudia Bedoya**  
Colaboradora

## Después de estar a punto de desaparecer, la empresa Solutions Group S.A. recibió acompañamiento de la Universidad EAFIT, a través del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice), y hoy es considerada un caso de éxito en cultura de la innovación.

Recibir más teorías que respuestas prácticas era uno de los temores del ingeniero industrial Fernando González Velásquez, socio fundador y subgerente de Planeación Estratégica de Solutions Group S.A., al buscar asesoría de la academia.

Este paradigma se derrumbó después de más de un año de trabajo de la mano de organizaciones gubernamentales como Colciencias y Proexport, y la Universidad EAFIT a través de su Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice).

“Temía trabajar con el Gobierno porque lo veía burocrático y, a la academia, muy académica... pura teoría que no aterrizaba”, dice Fernando tras destacar los resultados obtenidos por su compañía, fundada cuando él tenía apenas 30 años y después de desempeñarse como vicepresidente de mercadeo en compañías multinacionales.

Solutions Group S.A. está clasificada como una pequeña y mediana empresa. Desde hace 14 años, mediante herramientas de innovación, diseña y produce material para la publicidad en punto de venta (exhibidores) con base en necesidades específicas de sus clientes. Su sede principal está ubicada en Funza, Cundinamarca.

En 2008, y después de exportar a 42 países, es-

tuvo a punto de desaparecer por el efecto de la revaluación y la crisis de Colombia con Venezuela. Hoy, el 25 por ciento de sus ventas, estimadas en 13.500 millones de pesos para el periodo 2013, se destinan a la exportación. Ha recibido 15 premios internacionales y, entre sus clientes, tiene a firmas como Procter & Gamble, Colombina, Coca-Cola o Nestlé, y es reconocida como un caso de éxito en innovación.

A partir de la experiencia de Solutions en el desarrollo de una cultura de innovación, algunas entidades gubernamentales y el Gobierno Nacional estudian la posibilidad de crear el programa nacional de diseño y convertirlo en política pública.

## Trabajo, no milagro

El éxito de Solutions Group no es un milagro, ni un golpe de suerte. En medio de la crisis y con apenas 20.000 dólares en el banco, los socios de la empresa, Wilson Ardila y Fernando González, decidieron viajar para comprender qué estaban haciendo bien, qué estaba haciendo la competencia y qué podían replicar en Colombia.

“Solutions Group no se quedó con un documento archivado, sino con una ruta de trabajo que está implementando al detalle”. Manuel Esteban Acevedo Jaramillo, director de EAFIT Bogotá.

En el recorrido se dieron cuenta de que el tema de la innovación era clave para desarrollar nuevos productos y diferenciarse. Ejecutaron proyectos con la Cámara de Comercio, con una organización holandesa de jubilados que aportan su conocimiento y contactaron a Manuel Esteban Acevedo Jaramillo, director de EAFIT en Bogotá, con el fin de encontrar apoyos para organizar el modelo de innovación den-

+

**SOLUTIONS GROUP**

Innovación

Una mirada a la innovación



Foto: Cortesía

EAFIT logró organizar un equipo de trabajo, inicialmente con un consultor senior, que fue ampliado posteriormente a un grupo de tres consultores senior.

tro de la compañía. “EAFIT nos acogió, nos sentimos cómodos porque no hacen diferencia entre empresas grandes y pequeñas”, afirma González.

Manuel, por su parte, destaca la transformación de la compañía frente a lo que significa innovación y la forma como se lleva a cabo, ya que “se cree que los temas de innovación son responsabilidad de los encargados de diseño o investigación, limitada a dos o tres personas”, comenta.

+

“Innovación es ver cómo podemos hacer lo que hacemos hoy de forma más productiva y con mejores resultados”. Paola Andrea Villa, coordinadora del Cice en Bogotá.

Por el contrario, el proyecto logró que todos y cada uno de los empleados supieran que pueden innovar en sus puestos de trabajo, al ejercer sus funciones de manera más eficiente y mejor, ya sea pegando un tornillo o manejando las facturas para los clientes.

“Se considera que la innovación está reservada a personas que tienen altísimos niveles de formación como especializaciones, maestrías o doctorados. En este caso, personas con formación básica que cumplen tareas operativas se sintieron parte del proceso de transformación de la compañía, para lograr que

la innovación sea uno de los sellos característicos”, puntualiza el director de EAFIT Bogotá.

Anteriormente, al seleccionar el personal, por ejemplo, la organización se limitaba a buscar hojas de vida en portales. Ahora buscan personas con publicaciones, contactan los servicios de empleo de las maestrías y doctorados, y analizan los perfiles que tienen los competidores.

En Solutions Group, dice el directivo eafitense, “han abierto la mente para dejar de hacer lo que tradicionalmente han hecho e involucran otras maneras de realizar el trabajo, que en últimas es de lo que se trata la innovación”.

## Empresa-universidad

Paola Andrea Villa, coordinadora del Cice en Bogotá, explica que “una de las grandes ventajas de este proyecto es que sí se pudo construir una relación empresa-universidad-Estado. Colciencias apoyó con los recursos e hizo el seguimiento. La Universidad se puso la camiseta. Solutions Group tuvo un acompañamiento total, tanto por el director del proyecto como por los consultores senior y el equipo del Cice”.

+

El proyecto logró que cada uno de los empleados supieran que pueden innovar en sus puestos de trabajo.

EAFIT logró organizar un equipo de trabajo, inicialmente con un consultor senior, que fue ampliado posteriormente a un grupo de tres consultores senior entre los que figuran Geovanny Perdomo Charry y Juan Manuel González, quienes a su vez contaron con el apoyo de otro equipo administrativo y conceptual durante todo el tiempo de ejecución del proyecto.

Colciencias, por su parte, destaca el hecho de que no todas las instituciones educativas que acompañan proyectos se comprometen como lo hizo EAFIT y resaltó también que la compañía haya logrado profundos cambios culturales.

En conclusión, para González “compartir buenas prácticas y trabajar de la mano con el Gobierno y la academia tiene su retorno de inversión en términos de poder recuperarse después de un momento difícil”.

## Logros a la vista

- Directivos hablan el mismo idioma en el tema de innovación.
- Crearon comités en donde participan todas las áreas con proyectos que impactan en el tema de innovación.
- El 25 por ciento del total de las ventas son exportaciones.
- Solutions Group registra crecimientos en ventas en los últimos tres años.
- En 2012, la compañía facturó 10.500 millones de pesos y, en 2013, 13.500 millones de pesos.
- Definieron indicadores de evaluación de clima organizacional.
- 50 personas estudian inglés en el Sena para apoyar los procesos de exportación de la empresa.
- 5 personas estudian maestría en Innovación.
- Ejecutaron un proyecto de responsabilidad social, en conjunto con EAFIT, sobre cómo mejorar la experiencia de compra en la tienda de barrio.
- Crearon la Unidad de investigación, desarrollo e innovación con dos personas vinculadas.
- Comprendieron que la innovación no es un asunto solo para las grandes compañías.
- La organización está comprometida con el proceso de innovación.



Foto: Cortesía

Fernando González Velásquez, socio fundador y subgerente de Planeación Estratégica de Solutions Group S.A., es un apasionado por la innovación y era un escéptico respecto al apoyo de la academia.

## Nuevos proyectos

Sin prisa y sin pausa, Solutions Group S.A. y el Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de EAFIT están en conversaciones para desarrollar un proyecto que involucra la teoría hindú, en la que una compañía, una persona o una familia se reinventa cada siete años.

“Ya aprendimos que sí se puede y, ahora, el objetivo es encontrar diferentes opciones de negocios. Como empresario, uno se da cuenta de que si no se actualiza, el mercado lo actualiza. Vamos a ver lo que haremos y qué vamos a cambiar”, dice Fernando González Velásquez, socio fundador y subgerente de Planeación Estratégica de Solutions Group S.A.

El Cice tiene dos iniciativas en el tintero: una orientada a construir un laboratorio de prototipado industrial y la otra a profundizar la apropiación del modelo con los colaboradores del área de producción.



Foto: Cortesia

En el Banco Mundial, Joaquín trabaja con bases de datos en un proyecto sobre crimen en varios países latinoamericanos, enfocado especialmente en la desigualdad de género.

# De las aulas de EAFIT al Banco Mundial



Claudia Bedoya  
Colaboradora

## Joaquín Andrés Urrego García, economista eafitense de 20 años, trabaja desde septiembre de 2014 como consultor del Banco Mundial en Washington, donde investiga sobre temas relacionados con economía del crimen.

Con 20 años y recién graduado de Economía en EAFIT, Joaquín Andrés Urrego García salió directo de la Universidad a trabajar en el Banco Mundial, como consultor para Latinoamérica y el Caribe, con sede en Washington.

¿Qué hizo para llegar a ‘La Meca’ de los economistas el joven amable y ‘descomplicado’ que quería ser maestro y estudió bachillerato en la Escuela Normal Superior de Medellín?

+

“Mi idea es que los estudiantes desde pequeños comiencen a dar sus primeros pasos y participen en proyectos a medida que van creciendo”.  
Gustavo Canavire Bacarreza.

“No se necesita ser un genio sino motivación y ganas de investigar”, dice Gustavo Canavire Bacarreza, PhD en Economía de la Universidad del Estado de Georgia (Estados Unidos) y actual director del Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (Cief) de EAFIT, al destacar las cualidades de Urrego.

Hasta septiembre pasado y durante los últimos dos años, el recién graduado, de quien sus nuevos compañeros en el Banco Mundial dicen que “es el bebé de la oficina”, trabajó como asistente de investigación en el Cief, centro creado y dirigido por Canavire desde 2012.

## Los caminos

“Mi familia siempre me ha apoyado en todo”, dice Joaquín Andrés agradecido, orgulloso y nostálgico al recordar a su padre, conductor de maquinaria pesada para construcción de carreteras; a su madre, ama de casa; y a su hermana, año y medio menor que él, mientras camina durante unos 15 minutos desde el apartaestudio alquilado hasta el Banco y reflexiona sobre el reto de vivir y salir adelante en otro país, con idioma y costumbres diferentes.

Economía del crimen y econometría espacial son los temas que le apasionan y en los que ya está trabajando con la misma disciplina y dedicación como lo hizo cuando ingresó a la Normal porque quería ser profesor o cuando cambió su opción de vida y prefirió estudiar una carrera profesional.

Terminó la Normal como uno de los tres mejores estudiantes, lo que le dio la oportunidad de participar en el programa de EAFIT llamado Becas con Aportes de Empleados, ofrecidas por la Universidad a estudiantes de colegios públicos.

Los elegidos se prepararon durante un año en matemáticas, español, emprendimiento e informática. Los 10 mejores puntajes obtenían la beca. “Esa fue la mayor oportunidad que tuve. El colegio me envió y, entre todos los que se presentaron, quedé de primero en las pruebas. Me pasaron para el curso y en este quedé de primero y me dieron la beca”, dice Urrego.

Con el apoyo psicológico del programa, recibió orientación profesional y sus habilidades en matemática mostraron que tenía perfil y potencial para ser ingeniero o economista. “Elegí economía porque la gente es querida, descomplicada y yo no soy para nada complicado”, asegura.

+ **La U**

Los primeros semestres fueron difíciles porque no era lo que esperaba. Asistía a clases porque para él: “Las clases son sagradas así uno no esté de espíritu. Me parece que es respeto al profesor y a la Institución”, dice tras insistir en que: “Soy más numérico. Más de matemáticas. Más de econometría y, en ese tiempo, era lea y lea y lea ¡No quiero leer tanto... Me gustan más los números! Cuando pasé al segundo semestre, las cosas fueron cambiando. En el tercer semestre se me juntaron todas las materias de matemáticas y me encantó: esto es lo mío, pensé, y de ahí en adelante fue genial”.

Su entusiasmo y ‘pílera’ le alcanzaron, en 2011, para ganar en EAFIT las preolimpiadas y el segundo puesto de las Olimpiadas Nacionales de Economía organizadas por la Federación Nacional de Estudiantes de Economía (Fenadeco).

“Hacer investigación no es fácil. En el caso de Joaquín es claro que él tenía la motivación y todo el interés de trabajar duro”. Gustavo Canavire Bacarreza.

A partir de ese momento, Catalina Gómez Toro, jefa del pregrado en Economía, le sugirió aspirar a hacer un semestre en la Universidad de los Andes, que solo ofrece un cupo por ciudad, y también se lo ganó.

Cursó con éxito el semestre en Los Andes. Obtuvo calificación de cinco en econometría II con el profesor Jorge Andrés Perdomo, “de quien se sabe no es fácil de impresionar”, regresó a EAFIT en el segundo semestre de 2012 y comenzó a trabajar en un proyecto sobre crimen con la profesora Gómez, y en un análisis sobre el efecto poblacional que podría tener un puerto en Urabá del profesor Juan Carlos Duque, director de Research in Spatial Economics (Rise).

También trabajó en un proyecto dirigido por Canavire para diseñar una metodología dirigida a estudiar el paso de la informalidad hacia la formalidad laboral y viceversa, en países como Colombia, donde no hay información disponible para hacer ese análisis.

Urrego explica que el análisis del crimen pudo esclarecer un poco cuál es el mejor mecanismo disuasivo de este: si la policía o la justicia que se cumple. “Ese proyecto me sirvió mucho para encontrar que me encanta el análisis del crimen y también, por mi cuenta, comencé a interesarme en la econometría espacial. Fueron meses dedicados a aprender, porque cuando a uno le gusta, se puede sentar el tiempo que sea y uno no lo siente”, afirma.

En el Cief elaboró un documento (*paper*) sobre los homicidios en Medellín usando econometría espacial y, para su sorpresa, lo aceptaron en las universidades Nacional de Bogotá y Externado, lo que le dio mayor impulso para continuar por ese camino y, también, siguió fascinado con el tema del crimen.

Llegó la hora de hacer la práctica profesional. Estaba dispuesto a hacer lo que le pidieran, pero prefería seguir enfocado en sus temas. Apareció una oportunidad en el Centro de Estudios Económicos Regionales (Ceer) del Banco de la República y se fue a vivir a Cartagena en el segundo semestre de 2013. Trabajó como asistente del gerente Jaime Bonet Morón y, bajo su orientación, publicó dos artículos sobre el Sistema General de Regalías en Colombia. En ambos firmó como coautor.

“Con Jaime trabajamos todo el tema de análisis fiscales de gobiernos subnacionales en Colombia, pero en realidad lo que más valoro de allá es que él me enseñó a escribir para la gente y no solo para los académicos”, dice tras mencionar que lo titularon *El Sistema General de Regalías: mejoró, empeoró o se quedó igual*, que ya se presentó en Valledupar y Río de Janeiro.

---

## El salto

---

El joven estudiante de Economía no se dejó tentar por los ‘cantos de sirena’ laborales y regresó de sus prácticas en Cartagena con el Banco de la



Foto: Cortesía

Joaquín Andrés Urrego García ganó en 2011 en EAFIT las preolimpiadas y el segundo puesto de las Olimpiadas Nacionales de Economía organizadas por la Federación Nacional de Estudiantes de Economía (Fenadeco).

República a EAFIT, en enero de 2014. Le faltaban solo tres materias y, mientras las veía, empezó un proyecto con Canavire para la Federación Nacional de Departamentos sobre contrabando de cigarrillos y licores, y actuó como responsable de todos los modelos econométricos.

+

“Con estos estudios me di cuenta de que la investigación era una herramienta para mejorar la sociedad”. Joaquín Andrés Urrego García.

Durante ese trabajo, a finales de mayo de 2014, se enteró de la convocatoria en el Banco Mundial por un correo que le reenvió Canavire, quien al final del mensaje le dijo: “¿Te animas?”. Pensó que “nada perdía si aplicaba”. Simultáneamente, analizó los trabajos realizados por la oficina del economista en jefe para Latinoamérica y el Caribe en el tema

de crimen y econometría espacial. Le escribió a la investigadora Laura Chioda, economista senior que lideraba el tema en el Banco, y ella a quemarropa lo puso a prueba, al pedirle que sustentara los artículos sobre crimen durante hora y media.

Una semana después de graduarse recibió el ofrecimiento del puesto por parte del Banco Mundial y, a principios de septiembre, estaba estrenando país, casa, amigos, idioma, trabajo y retos. Allí trabaja con bases de datos en un proyecto sobre crimen en varios países latinoamericanos, enfocado especialmente en la desigualdad de género, y no descarta la posibilidad de que los conocimientos que adquiriera sirvan para hacer análisis sobre criminalidad y posconflicto.

Por ahora, está concentrado en trabajar y tiene claro que quiere hacer un doctorado en Economía. “No puedo acostumbrarme a estar aquí, a vivir bien y quiero ser, algún día, uno de los que está arriba”, puntualiza.

# + En Semidisco el trabajo colaborativo es protagonista



Foto: Robinson Henao

Semidisco trabaja bajo la metodología Inquiry Based, basada en la resolución de problemas y en la indagación.

## Un semillero de investigación de EAFIT demuestra que la investigación no es aburrida ni tediosa. Los alumnos asumen proyectos como profesionales y aplican una metodología que los prepara como investigadores.

Ana María Roldán Arango  
Colaboradora

### Asumen sus propios retos

Las vidas de Andrés Arias Rosales y de Alejandro Mejía Gónima se cruzaron por la pasión que ambos sienten por la investigación, interés que comparten y desarrollan en el Semillero de investigación Diseño Colaborativo y Globalizado (Semidisco).

Arias estudia Ingeniería de Diseño de Producto en EAFIT, programa del que es egresado Mejía, quien estudia la maestría en Ingeniería en esta Institución. En Semidisco los acompañan tres estudiantes: Federico Arbeláez, de Ingeniería de Diseño de Producto; María Isabel Rúa, de Ingeniería Física, y Juan Pablo Osorio, de Ingeniería de Sistemas.

+

“Uno no puede investigar por investigar, esto es algo que se tiene en el corazón y que no te deja dormir pensando en el tema”, Alejandro Mejía.

En este semillero todos tienen claro los aspectos fundamentales por los que son miembros: pasión, motivación y ser autodidactas.

Desde su creación en 2013, Mejía coordina el semillero de investigación Diseño Colaborativo y Globalizado, que recibe este nombre por dos razones: primero, el trabajo conjunto y multidisciplinario busca la participación de todos los integrantes; segundo, cada año desarrolla un proyecto colaborativo en ingeniería con un grupo de universidades de Ecuador, Chile, Honduras, República Dominicana, México, Estados Unidos, Colombia e Italia.

Actualmente este grupo de universidades, en el que Semidisco representa a EAFIT, desarrolla *The Americas and Italy by Desing*, un proyecto colaborativo internacional de ingeniería con impacto social.

Los integrantes de Semidisco son los responsables de liderar su propia investigación y de colaborar con sus compañeros. Son ellos quienes establecen los objetivos, el cronograma y los alcances, todo con la guía y supervisión de Mejía.

La idea es que, tras una capacitación, los estudiantes lleguen a la solución de problemas sobre un tema a través de sus propias pesquisas. “De esta manera, incentivamos la investigación para que los estudiantes hagan lo que quieren hacer por pasión, no por obligación, con el tema que les gusta”, dice Mejía.

De ahí que, al definir los temas a trabajar, los estudiantes plantean los que los inquietan. Sin embargo, Alejandro también sugiere algunos y, según las temáticas, busca alumnos de diferentes ingenierías que quieran aportar su conocimiento y aprender.

Uno de esos temas es el proyecto de grado de maestría en Ingeniería (EAFIT) de Carlos Palacio La-verde, quien busca desarrollar una metodología de diseño de pequeños aerogeneradores con base en herramientas PML, una solución informática que permite implementar una estrategia de gestión de toda la información relacionada con el producto.

Esta investigación sería la base de los sueños y la motivación de Andrés Arias Rosales, quien lidera en el semillero un proyecto de energía eólica. “Me encanta participar y desarrollar proyectos de complejidad que apunten a la búsqueda de cosas nuevas. Lo interesante es que no tienes que llegar sabiendo demasiado del tema, en el camino vas aprendiendo”, comenta Andrés, quien trabaja en el proyecto de grado de Palacio.

+



Los proyectos que se adelantan en Semidisco buscan ser aplicados dentro de la Universidad para que trasciendan y beneficien a la Institución.

De esta manera, el trabajo colaborativo se extiende. El semillero, dice Palacio, le ayuda en la aplicación del caso de estudio para poder validar los instructivos que diseñó. Además, cuenta con agrado, el aporte del trabajo colaborativo va más allá: “los estudiantes ya quieren montar unas estaciones meteorológicas en la Universidad y fabricar los aerogeneradores, entre otras cosas. Me parece que es un grupo muy bueno, interesante e importante. Para mí los estudiantes del semillero son un brazo de apoyo”.

EAFIT, por medio de Semidisco, integra *The Americas and Italy by Desing*, un proyecto colaborativo internacional integrado por universidades de ocho países.

## La metodología

En la metodología que Alejandro Mejía aplica para que este semillero marche sin problemas, la apropiación

y el liderazgo de un proyecto son fundamentales. “Hay un proyecto para cada uno, pero todos participan, así deben planear, liderar y estar pendientes de los avances que se hagan, pero la idea es que ellos trabajen en conjunto, sabiendo que cada persona tiene una fortaleza”, afirma.

Semidisco trabaja bajo la metodología Inquiry Based (basada en la resolución de problemas y la indagación). “Esto significa que en un tema específico les envío a los estudiantes mucha información o les indico dónde buscar. Ellos tienen que llegar a la solución y, después de una capacitación en búsqueda, deben encontrar lo que necesiten”, explica Mejía.

Por su parte, Arias afirma que asumir una responsabilidad implica que cada integrante del semillero obtenga un papel de profesional, ya que se hace responsable de procesos y logros, por lo que todos responden a la altura.

Para que la metodología y el semillero funcionen, los recursos son necesarios para desarrollar las investigaciones. “Yo me encargo de presentar las propuestas a Colciencias para que el semillero siempre tenga fondos y, con los estudiantes hacemos proyec-

## Proyectos de Semidisco

Aerogeneradores	Aras	Plataforma para medición de desempeño en proyectos colaborativos	Virtual Pet
<p>Proyecto para generar energía eólica en Medellín. En el futuro pretende integrar energía solar y agua lluvia para hacer autosostenible un edificio, en este caso el bloque 19 de EAFIT.</p> <p>Líder: Andrés Arias Rosales</p>	<p>Metodología para la construcción de los aerogeneradores con un sistema de PLM. Busca implementar el aerogenerador en un edificio.</p> <p>Líder: María Isabel Rúa Taborda</p>	<p>Busca crear una página web para medir y evaluar el desempeño de un grupo. Esto por medio de una evaluación 360° en la que todos evalúan a todos los miembros.</p> <p>Líder: Juan Pablo Osorio Restrepo</p>	<p>Este proyecto va de la mano con el Plan Teso y busca diseñar una metodología para hacer aplicaciones para XO dirigidas a los niños para educarlos para la vida.</p> <p>Líder: Federico Arbeláez Correa</p>

tos internos para recibirlos también por parte de la Universidad. Esto nos da constancia”, señala Mejía.

### La proyección

Entre asumir un proyecto, liderarlo, investigar, obtener los recursos y trabajar en equipo hay una labor aún más desafiante y enriquecedora, un objetivo claro: obtener una publicación científica.

“La intención del semillero es que cada alumno salga con una publicación científica con dos componentes: una teórica y una aplicada. De lo contrario no tiene mucho valor, ya que se puede escribir lo que se quiera, pero si no se aplica se queda a mitad de camino. La idea es aportarle este tipo de desarrollo a EAFIT”, indica.

En este sentido, Arias enfatiza en que lograr una publicación científica es muy importante si se desea ingresar al mundo académico, y esto puede “significarlo todo” para un estudiante, ya que establece la diferencia cuando se proyecta como investigador y busca una beca en una universidad en otro país.

Además de que cada proyecto se convierta en un artículo científico, la proyección en Semidisco va más allá: ayudar a que los estudiantes, desde su paso por el semillero, puedan visualizar un proyecto de maestría y doctorado, acceder a becas en universidades internacionales o nacionales y obtener fondos para sus investigaciones.

Arias ya está logrando su sueño gracias a su trabajo: este año se gradúa y ya consiguió un lugar como Joven Investigador de Colciencias con EAFIT para 2015. Además, está en la búsqueda de becas en los Estados Unidos para iniciar su maestría.

“En Joven Investigador voy a liderar un proyecto de energía eólica y estaré contratado como investigador profesional”, dice Arias, quien aprovechará esta experiencia para encontrar un camino dentro de la investigación, el mismo que ya ha ido aclarando gracias a su participación en el Proyecto Primavera (el carro solar de EAFIT) y a Semidisco.

Respecto al futuro de este semillero, Mejía enfatiza en que está cultivando personas para que, llegado el punto de su partida, “se quede alguien al que haya formado, que le guste la investigación y esté preparado para manejar un grupo multidisciplinario”.

+

# Tecnoplasma desarrolla nuevos materiales

Mauricio Arroyave y su equipo de investigadores realizan las pruebas de implementación en el Magnetron Sputtering, un sistema avanzado para pulverización por plasma con el que es posible producir materiales en forma de recubrimiento en una amplia gama de composiciones.

Laura Botero  
Colaboradora

Un grupo de investigadores de EAFIT lidera una *spin off* intrauniversitaria que, mediante el diseño molecular de nuevos materiales, busca disminuir los efectos de la fricción y el desgaste de las piezas usadas en la industria.

+

A partir de un proceso técnico para hacer recubrimientos especiales de materiales sometidos a fricción, la *spin off* intrauniversitaria Tecnoplasma busca ofrecer soluciones a los sectores de energía, alimentos, autopartes, biomedicina y aeroespacial.

Dichos recubrimientos se hacen a través de métodos por plasma, el cuarto estado de la materia, con el fin de aumentar la vida útil de las piezas, disminuir los coeficientes de fricción y proporcionar bajo espesor en los recubrimientos.

De esta manera, esta *spin off* le apunta no solo a desarrollar y comercializar formulaciones de nuevos materiales, sino a mejorar las propiedades de materiales convencionales como el acero y las aleaciones no ferrosas, ante fenómenos como la corrosión, la abrasión y el desgaste natural.

Mauricio Arroyave, jefe del Departamento de Cien-



Foto: Robinson Henao

cias Básicas de EAFIT y líder de Tecnoplasma, explica que este proyecto surgió del concurso de iniciativas empresariales de EAFIT hace seis años, donde resultó ganador. Luego participó en el programa Nuevas Empresas a partir de Resultados de Investigación (Neri), perteneciente a la Alcaldía de Medellín y Ruta N.

Desde ese momento tuvieron el acompañamiento en la construcción de una idea de empresa, a través del Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo (Cice) de la Universidad. A propósito, Arroyave destaca ese respaldo que EAFIT siempre le ha dado al grupo de investigación en Electromagnetismo Aplicado y su línea de procesamiento de materiales por plasma.

“Ese apoyo ha sido muy valioso para el desarrollo del proyecto y es una constante en todas las iniciativas de investigación que se gestan en EAFIT.

De hecho, hoy este proyecto se consolida como una *spin off* interuniversitaria”, afirma el docente.

## Innovación en nuevos materiales

Adriana García Grasso, directora del Cice, destaca otros aportes que contribuyen al desarrollo y comercialización de formulaciones de nuevos materiales para ser aplicados por plasma: “Estos recubrimientos no solo permiten disminuir los efectos de la fricción y el desgaste, sino generar condiciones de biocompatibilidad y mejorar el aspecto de las piezas”.

Adicionalmente, señala Adriana: “si bien el desarrollo de cada material ofrece beneficios específicos para el mercado para el que fue diseñado, nuestro principal elemento diferenciador está en la seguridad y la disminución de los tiempos de desarrollo, debido a las capacidades de simulación computacional con que cuenta EAFIT”.

+

Esta *spin off* le apunta no solo a desarrollar y comercializar formulaciones de nuevos materiales, sino a mejorar las propiedades de materiales convencionales como el acero y las aleaciones no ferrosas.

Así lo confirma Mauricio, al explicar que la principal innovación radica en el desarrollo del producto: “El diseño molecular de los nuevos materiales se realiza con técnicas computacionales, que luego pasan al laboratorio. Lo que vemos es que se obtienen resultados muy semejantes al proceso de simulación que realizamos previamente en el computador. Esto hace la diferencia con otros desarrolladores de materiales por plasma, que solo abordan el problema en el nivel experimental, lo que aumenta el tiempo y los costos de desarrollo”.

## Desarrollo de mercados

Sara Hernández, del equipo de Transferencia de Conocimiento del Cice, explica de qué manera puede implementarse este desarrollo en diversos sectores: “Muchos instrumentos de biomedicina podrían recibir estos recubrimientos en materiales biocompatibles para prolongar su vida útil y eliminar el riesgo en pacientes. El desarrollo de estos materiales contempla este tipo de exigencias. Así mismo, podría darse el caso de una



Foto: Robinson Henao

Tecnoplasma consiguió la patente del Reactor dual asistido por plasma generado por microondas para ataque iónico y deposición de materiales.

turbina en una central eléctrica que requiere de un material especial que la proteja de la fricción o la corrosión para máxima durabilidad y eficiencia, incluso, de instrumentos para equipos aeronáuticos”.

+

“Estos recubrimientos no solo permiten disminuir los efectos de la fricción y el desgaste, sino generar condiciones de biocompatibilidad y mejorar el aspecto de las piezas”. Adriana García Grasso.

La posibilidad de desarrollar nuevos materiales a partir de la síntesis por plasma abre una importante oportunidad de negocio para Latinoamérica, tal como lo indica Sara: “En este momento solo Brasil y Argentina tiene centros especializados para el desarrollo de materiales mediante la síntesis por plasma. Con este proyecto específico, Colombia logra una oportunidad de negocio, porque este desarrollo adapta una tecnología de punta en el mundo para un mercado que así lo requiere. Tenemos la capacidad de hacerlo y todo lo necesario para ser fuertes en el ámbito internacional en el desarrollo de nuevos materiales”.

## Equipo para nanotecnología

En la actualidad, los investigadores realizan las pruebas de implementación en el Magnetron Sputtering, un sistema avanzado para pulverización por plasma con el que es posible producir materiales en forma de recubrimiento en una amplia gama de composiciones y con amplio control de las variables en el proceso.

“Es uno de los más completos y avanzados equipos para recubrimiento por plasma que se haya traído al país, con el que esperamos seguir avanzando y mejorando nuestro portafolio, así como nuestras posibilidades en investigación. Por sus características es válido también decir que se trata de un equipo que mejora la infraestructura en equipamiento para hacer nanotecnología en la Universidad y la región”, concluye Mauricio Arroyave.

+

## Cice apalanca las *spin off* de EAFIT

Adriana García Grasso, directora del Cice, asegura que la Universidad EAFIT siempre ha estado muy interesada en apalancar las *spin off* en las áreas administrativas y académicas, lo que ya funciona como una unidad de negocio. De hecho, hay proyectos académicos, de investigación, de desarrollo y comerciales en todas las áreas de la Universidad. Lo que hace el Cice es coordinar y articular los proyectos que desarrolla la *spin off* para garantizar que se cumplan los objetivos planteados inicialmente”.

Adriana explica que cada uno de estos proyectos puede contar con infraestructura de la Universidad como laboratorios, talleres, aulas y oficinas. “Esto permite disminuir costos de operación de esta unidad de negocio en sus etapas tempranas. Y, finalmente, en el área de propiedad intelectual que lidera la Jefatura de Contratos y Convenios, que apoya estos proyectos con la protección de sus activos intelectuales”.

## Equipo de alto desempeño

La *spin off* está constituida por un grupo interdisciplinario de EAFIT. El componente científico está conformado por los profesores Claudia Constanza Palacio Espinosa, Jorge León David Caro, Mario Elkin Vélez Ruiz y Mauricio Arroyave Franco. Por su parte, el equipo Transferencia del Conocimiento del Cice está formado por Lady Janeth Giraldo Ortiz, Marcela Aristizábal Valencia y Sara Hernández Hernández.

## Patentes y logros

Tecnoplasma consiguió la patente del *Reactor dual asistido por plasma generado por microondas para ataque iónico y deposición de materiales*. Además, recientemente radicó una nueva solicitud de patente de invención de un nuevo material ternario, desarrollado por el equipo científico de la *spin off*. Se trata de “un material cerámico compuesto por tres especies atómicas diferentes, cuyas propiedades de alta dureza y baja fricción lo hacen apropiado como material de alta resistencia al desgaste”, explica el investigador Mauricio Arroyave.

Así mismo, logró adquirir un reactor experimental para continuar escalando hacia la comercialización de esta tecnología de punta utilizada en el ámbito empresarial de los países desarrollados.



+

## Investigadores

### Mauricio Arroyave Franco

Ingeniero electrónico y magíster en Física, Universidad Nacional de Colombia (sede Manizales). Desde 2005 es docente de EAFIT. Actualmente, es jefe del pregrado en Ingeniería Física y del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT, y líder de Tecnoplasma. Sus áreas de interés son la instrumentación electrónica, la instrumentación remota, la automatización de procesos asistidos por plasma, el procesamiento de materiales por plasma, y el diagnóstico y caracterización de materiales por técnicas microscópicas y espectrópicas.

### Claudia Constanza Palacio Espinosa

Ingeniera Metalúrgica de la Universidad Industrial de Santander, máster en materiales y procesos, y candidata a doctora en Cerámicos Avanzados de la Universidad de Limoges (Francia). Sus áreas de interés son la corrosión en materiales y la protección superficial de los materiales a través de recubrimientos funcionales. Desde 2009 es docente del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT.

### Jorge León David Caro

Químico, PhD en Físico-química Molecular de la Universidad Andrés Bello de Chile. Sus áreas de interés son la mecánica cuántica computacional y la termodinámica estadística. Desde 2008 es docente del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT.

### Mario Elkin Vélez Ruiz

Físico y magíster en Física de la Universidad de Antioquia. Sus áreas de interés son la mecánica cuántica computacional y la computación cuántica. Desde 1998 es docente del Departamento de Ciencias Básicas de EAFIT.

# Vocación y espíritus que vuelan



Esta iniciativa está orientada a fomentar la vocación en 300 estudiantes de octavo y noveno grado de 20 instituciones educativas públicas de Medellín con media técnica relacionada con ingenierías.

Foto: Robinson Henao

**Ingeniería N es un espacio para los jóvenes con inquietud por el conocimiento técnico y con ganas de hacer algo por sus comunidades. Un esfuerzo de EAFIT, Ruta N y la Secretaría de Educación de Medellín.**



Los estudiantes realizan el trabajo mediante talleres que se desarrollan en cinco fases: encontrar una necesidad, descubrir soluciones existentes, idear, diseñar en detalle y materializar.

**Laura Botero**  
Colaboradora

La trayectoria vital de cualquier individuo adquiere sentido cuando esa persona identifica una vocación: en el arte, el deporte, la ciencia, la comunicación, la ingeniería o en cualquier área.

En este sentido, la experiencia de un joven se transforma en el momento que conecta sus sueños con un proyecto de vida y se entera de que aquello que más le gusta hacer puede convertirse en una opción para sobresalir en la sociedad.

A eso le apunta el proyecto Ingeniería N, una iniciativa orientada a fomentar la vocación en estudiantes de octavo y noveno grado de instituciones educativas públicas con media técnica relacionada con ingenierías.

“Queremos fomentar en los jóvenes la pasión por la ciencia y la ingeniería. El objetivo es promover en ellos una vocación. Ellos deberán decidir si se van por instalación de redes eléctricas o desarrollo de software o lo que deseen, lo importante es lograr la meta de disminuir un poco la deserción en estas escuelas de media técnica y abrirles un mundo de posibilidades en proyectos que se pueden hacer por medio de las ingenierías”, dice Alejandra Vidal, coordinadora del programa Ingeniería N, que hace parte de la Universidad de los Niños EAFIT.

## Aprender a aportar

La metodología, que se fundamenta en los principios de la Universidad de los Niños, promueve el trabajo en grupo y la interacción entre los jóvenes. “Los

jóvenes se sientan en círculos porque tratamos de romper con el esquema académico de salones y escritorios en fila. Los talleres se dan a partir de conversaciones espontáneas y la formulación de preguntas. Buscamos que haya experimentación, exploración y juego en cada jornada”, señala Alejandra.

La metodología, que se fundamenta en los principios de la Universidad de los Niños EAFIT, promueve el trabajo en grupo y la interacción entre los jóvenes.

Lo que se procura, además de despertar una vocación en los participantes, es sembrar en ellos el interés por mejorar las condiciones que rodean sus comunidades. Así, algunos de los proyectos que se diseñan están orientados, por ejemplo, a formular un mecanismo de protección de cuencas y quebradas, a establecer un método para el manejo adecuado de residuos o un mecanismo que permita reducir el consumo de energía eléctrica en el alumbrado público.

Ingeniería N inició en marzo de 2014, con un grupo de 300 estudiantes de 20 instituciones educativas de Medellín. Ellos fueron seleccionados luego de participar en un reto académico al que se inscribieron de manera voluntaria, es decir, allí están los chicos que desean vivir esta experiencia de aprendizaje.

La Secretaría de Educación de Medellín y Ruta N se hacen cargo de los recursos que permiten el transporte, los refrigerios y los materiales requeridos, lo que significa que los muchachos solo tienen que llevar el entusiasmo.



Foto: Robinson Henao

Ingeniería N procura, además de despertar una vocación en los participantes, sembrar en ellos el interés por mejorar las condiciones que rodean sus comunidades.

## + Pensamiento colectivo

Alejandra Vidal dice que una de las gratificaciones que ha obtenido en el desarrollo de esta experiencia es evidenciar el interés de los jóvenes por transformar la realidad que los rodea.

“Cuando ellos identifican una problemática en sus barrios y quieren darle solución, no piensan en sí mismos, sino en el interés de su comunidad. Ellos no van a diseñar una rampa de *skate* o un teatro. Lo que buscan es soluciones, por ejemplo, para educar sobre el riesgo que tienen las personas al conectarse a la energía de contrabando, para descontaminar las quebradas o para brindar alternativas de desplazamiento para las personas con movilidad reducida”, explica Vidal.

Lo que se procura, además de despertar una vocación en los participantes, es sembrar en ellos el interés por mejorar las condiciones que rodean sus comunidades.

De ahí que el enfoque de este proyecto promueva el pensamiento de largo alcance, pero con metas ajustadas a su entorno.

“¿Qué queda en estos chicos? Hay un montón de posibilidades abiertas, no solo con desarrollos de punta porque sabemos que esto no es la Nasa, pero se aprende a pensar en la ingeniería como una herra-

menta para intervenir en la comunidad. Ellos piensan en conectar las experiencias que tienen con las posibilidades que ofrece la Universidad, las máquinas y los laboratorios”, afirma Alejandra.

El trabajo lo hacen mediante talleres que se desarrollan en cinco fases: encontrar una necesidad, descubrir soluciones existentes, idear, diseñar en detalle y materializar. Posteriormente, los participantes exponen sus resultados en una muestra general de proyectos.

Los talleres, que se realizan en Ingeniería N, son posibles gracias a la gestión en equipo y la alianza de cinco grupos de investigación en Ingeniería de la Universidad EAFIT: Centro de Estudios Urbanos y Ambientales, Electromagnetismo Aplicado, Materiales de Ingeniería, Ingeniería de Diseño de Producto e Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad.

## La voz de los elegidos

A Andrés Felipe Cuartas le gusta componer canciones y practicar natación. Tiene 14 años y está en noveno grado en el Instituto Técnico Pascual Bravo. Es uno de los estudiantes que participan en este proyecto y está convencido de que “la ingeniería sirve para ayudar a crear las cosas y mejorar la ciudad”.

Así como sabe qué lo hace feliz, Andrés sabe qué quiere para el futuro: “Sueño una ciudad en la

que uno pueda practicar deportes en paz y que no tenga que estar preocupado por ir a ver un partido en el estadio o apoyar un equipo, y que no haya tanta inseguridad. Mi compromiso es, cuando vaya a escenarios deportivos, cuidarlos y no dañarlos. Ingeniería N me ha parecido muy bueno, me ha enseñado cómo investigar cosas y cómo poder solucionarlas”.

Verónica Salazar Agudelo estudia en la Institución Educativa Fe y Alegría y le bastan sus 15 años para entender que en el barrio El Playón, donde vive, tienen un problema de movilidad.

“Las calles son muy reducidas, nos faltan aceras y hay muchos carros, sobre todo de transporte público. Quisiera buscar una solución bien estruc-

turada para poder mejorar la movilidad de mi barrio y, si se puede, de toda la ciudad. Si podemos solucionar esto en este barrio podríamos expandir esta idea al resto de Medellín. Hablo de señalización, ampliación y cambio de vías, que fueron algunas de las soluciones que propusimos en mi grupo”, manifiesta Salazar.

Los líderes de estos chicos son estudiantes de ingeniería de EAFIT o miembros de equipos de investigación en la Universidad. De la mano de estos alumnos e investigadores, los participantes van desarrollando una pasión por la ingeniería e identifican su vocación. Sí, esa que permite transformar la sociedad, crear equidad.

## Buscan evitar deserción de estudiantes de media técnica

Para Ruta N, aliado institucional en este proyecto, Ingeniería N surge como una respuesta al déficit que tiene Medellín de estudiantes con interés en adelantar alguna carrera de ingeniería, sumado a que la necesidad en innovación y tecnología es cada vez mayor. La meta es impedir la deserción de los estudiantes de media técnica.

De esta manera, busca crear una sinergia entre los estudiantes de octavo y noveno grado de bachillerato y los investigadores en pregrados, relacionados con la ingeniería, para formular soluciones útiles para la comunidad local.

+

## Ingeniería N en cuatro claves:

El proyecto fortalece en los jóvenes estos aspectos:

- Pensamiento crítico.
- Perseverancia.
- Habilidades para resolver problemas.
- Trabajo en equipo.



EAFIT, Ruta N y la Secretaría de Educación de Medellín fomentan en los jóvenes la pasión por la ciencia y la ingeniería.

Foto: Robinson Henao



Foto: Robinson Henao

# Investigadores buscan equilibrio entre el derecho penal y el constitucional

+  
**Róbinson Úsuga Henao**  
Colaborador

## Un creciente aumento de las penas y una disminución en garantías para los procesados es el rumbo que toma el derecho penal en el mundo. Investigadores de la Universidad EAFIT y la Universidad de León (España) trabajan para enfrentar ese reto.

Entre los libros de derecho penal que lo rodean, el profesor Juan Oberto Sotomayor pasa buena parte de su tiempo. En su oficina, en el Consultorio Jurídico de la Universidad EAFIT, analiza lo que él considera es el mayor reto que enfrenta el derecho penal actualmente.

“Asistimos al crecimiento de un fenómeno comprobado por diversos investigadores: la expansión del punitivismo en el derecho penal”, afirma Sotomayor, miembro del grupo de investigación Justicia y Conflicto de la Escuela de Derecho de EAFIT. Una de sus líneas de trabajo es el derecho penal, campo al que ha dedicado su carrera profesional.

+  
En la mayoría de países occidentales crece la lista de conductas catalogadas como delitos y, al mismo tiempo, aumenta el rigor de las penas tradicionalmente previstas por el derecho penal.

En los últimos años Juan Oberto mantiene comunicación permanente con otro penalista que vive al otro lado del Atlántico, el profesor Miguel Díaz y García Conlledo, director del Departamento de Derecho Público y catedrático de derecho penal de la Universidad de León (España).

A ambos los une el interés por estudiar la expansión en el mundo que tiene el punitivismo al impartir justicia. En sus análisis estos investigadores evidencian que en la mayoría de países occidentales crece la lista de conductas catalogadas como delitos y, al mismo tiempo, aumenta el rigor de las penas tradicionalmente previstas por el derecho penal.

“Este exceso de leyes penales y de dureza de las penas ha significado una disminución de las garantías del debido proceso consagradas en la Constitución Política (en el caso colombiano), pero no

una disminución de la criminalidad”, afirma Juan Carlos Álvarez, abogado e investigador del grupo Justicia y Conflicto.

Otra de las conclusiones del trabajo que vienen haciendo es que en el país “se recurre cada vez más al derecho penal para enfrentar todo tipo de problemas sociales. Y depositar tantas expectativas en el sistema penal ha provocado un efecto negativo: el sistema se ha desprestigiado, pues al no poder cumplir con tantas expectativas termina por ser un sistema en el que la ley solo cumple un papel simbólico”, puntualiza Juan Carlos.

## ¿Sociedad del control?

Este fenómeno comenzó su expansión en Estados Unidos y en Europa durante los últimos 25 años. Uno de los autores que más da cuenta de esto es David Garland, profesor de leyes y de sociología de la Universidad de Nueva York. Con su libro *La cultura del control*, publicado en 2001, Garland le entregó una obra de culto a la ciencia de la criminología contemporánea.

Dicho libro alerta sobre un declive en la justicia penal de bienestar, que ideológicamente situaba la desviación del delincuente como un producto social, tratable y manejable. De esta manera, los problemas de criminalidad y violencia en las sociedades empezaron a verse como productos de decisiones netamente individuales.

Al respecto, Juan Oberto explica que “en los Estados Unidos y en los países desarrollados, durante mucho tiempo, la esencia del sistema penal era lograr la rehabilitación del delincuente. Por eso se requerían procesos de resocialización”.

Sin embargo, el concepto “Estado de bienestar” entró en crisis en las últimas décadas y el neoliberalismo impuso las lógicas del mercado sobre la justicia penal, al incorporar un racionalismo económico y moral que afecta seriamente las garantías.

De esta manera, debido a los costos que conlleva la búsqueda de rehabilitación de los delincuentes, esta dejó de ser una prioridad para la justicia penal.

## Resonancias del 11 de septiembre

Para el catedrático Miguel Díaz y García Conlledo, los atentados del 11 de septiembre en Nueva York y sus trágicas secuelas en Londres y Madrid agravaron el fenómeno en los estados democráticos.



Foto: Robinson Henao

Juan Oberto Sotomayor explica que el exceso de leyes penales y de dureza de las penas ha significado una disminución de las garantías del debido proceso consagradas en la Constitución Política (en el caso colombiano), pero no una disminución de la criminalidad.

“En España, por ejemplo, las estadísticas muestran una de las tasas más bajas de delincuencia de Europa y el mundo. Sin embargo, independientemente de los gobernantes de turno, aumenta la creación de nuevos tipos penales, la ampliación de los existentes y el endurecimiento de las penas, con un abuso importante de la prisión”, afirma Díaz y García Conlledo.

Para Sotomayor, estos parecen síntomas de una sociedad más ávida de venganza que de justicia. Y, en gran medida, se debe al radical cambio en la percepción que se tiene sobre el llamado delincuente.

+

Debido a los costos que conlleva la búsqueda de rehabilitación de los infractores, esta dejó de ser una prioridad para la justicia penal.

“Ahora al delincuente, en la mayoría de los casos, se le ve como a una persona que simplemente buscó un atajo. Por ende, es él quien tiene que responder por sus acciones y no la sociedad”, señala Juan Oberto.

Si el derecho penal clásico buscaba un equilibrio entre la prevención o amonestación y las garantías individuales para los procesados, ahora sobresale el castigo como fin prioritario del derecho penal.

De esta manera, la búsqueda de castigo se convirtió también en un recurso atractivo para los

medios de comunicación y para algunos partidos y movimientos políticos que buscan votos con promesas de más penas contra el delito.

A esto se le llama “populismo punitivo” y la Comisión Asesora de Política Criminal del Ministerio del Interior ya reveló las graves consecuencias que tiene el fenómeno en Colombia, con mayor hacinamiento carcelario, sin repercusión tangible en la reducción del delito.

## Una propuesta para la administración de justicia

Ante este panorama mundial y nacional, el grupo de investigación Justicia y Conflicto y la Universidad de León vienen formulando propuestas y alternativas para que el populismo punitivo y la expansión del punitivismo no estén en desequilibrio con los derechos y las garantías mínimas que debe tener todo procesado.

Una de esas propuestas es volver a las normas rectoras del Código Penal, que recogen muchas de las garantías constitucionales y prevalecen sobre las otras normas penales. Pero no es la única, cada vez



profundizan más en el tema para encontrar salidas.

Para el investigador Miguel Díaz y García Conlledo resulta fundamental no buscar resolverlo todo con el endurecimiento de las penas, sino “mejorar las condiciones sociales para prevenir la delincuencia. También, que los medios de comunicación contribuyan con una información veraz y sensata de los problemas y el sistema penal”.

Este grupo de investigación internacional, en el que participan expertos colombianos, peruanos, españoles y alemanes, quiere presentar respuestas alternativas a las penas carcelarias. Y lo hace con el análisis concienzudo de la situación en cada uno de los países de origen de los investigadores.

“Yo, por el momento, me concentro en el Código Penal y el papel que cumplen las normas rectoras de este, porque definitivamente tenemos que reforzar el sistema de garantías para que se mantenga el equilibrio y, así, contener el excesivo punitivismo”, puntualiza Sotomayor.

### Algunos principios del derecho penal clásico

Exclusiva protección de bienes jurídicos, subsidiariedad, intervención mínima o *ultima ratio*, legalidad estricta, responsabilidad por el hecho, efectividad o idoneidad, proporcionalidad, responsabilidad subjetiva, culpabilidad, responsabilidad personal, humanidad y resocialización, y *non bis in ídem* (principio jurídico que prohíbe que una persona sea sancionada dos veces por el mismo hecho).

### Investigadores

#### Juan Oberto Sotomayor Acosta

Abogado, Universidad de Medellín; doctor en Derecho de la Universidad de Salamanca (España). Profesor del área de Derecho penal. Miembro del grupo de investigación Justicia y Conflicto. Dirige la maestría en Derecho Penal y la revista Nuevo Foro Penal de la Universidad EAFIT. Sus más recientes investigaciones han girado en torno a los temas de política criminal y racionalidad legislativa, y los desarrollos de una teoría garantista del derecho penal. Áreas de interés: derecho penal, política criminal y criminología.

#### Juan Carlos Álvarez Álvarez

Abogado y magíster en Derecho, Universidad de Antioquia. Candidato a doctor en Derecho de Universidad de León (España). Profesor del área de Derecho penal y miembro del grupo de investigación Justicia y Conflicto. Sus más recientes investigaciones se han centrado en la corrupción y el papel del derecho penal en el control y prevención de la misma. Áreas de interés: derecho penal, política criminal y criminología.



La película *Hotel Ruanda* (2004) es uno de los ejemplos que les permite a los estudiantes acercarse a temas jurídicos, en este caso con un énfasis en los conflictos internacionales.

# + El derecho a través del cine y los libros

**Jonathan Montoya**

Periodista Área de Información y Prensa EAFIT

Una iniciativa que lidera María Virginia Gaviria Gil, docente de la Escuela de Derecho, busca enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta disciplina desde la literatura y el séptimo arte.

Marjane es una niña que vive en el Irán de los años setenta y debe enfrentarse, junto a su familia, a los dictámenes y abusos del poder del régimen fundamentalista y la revolución islámica. Su posterior huida a Europa, sus ideas de izquierda y su particular forma de analizar lo que sucede en su patria natal conforman el argumento central de *Persépolis*, una película francesa animada, de 2007, dirigida por Vincent Paronnaud, y basada en las experiencias reales de Marjane Satrapi.

El Festival de Cannes le concedió el premio especial del jurado y fue nominada a múltiples reconocimientos internacionales por su manera de retratar la situación en el Medio Oriente. Adicionalmente, la docente eafitense María Virginia Gavia Gil se percató del potencial académico de este tipo de filmes y los convirtió en su objeto de estudio.

Gavia, profesora e investigadora de la Escuela de Derecho, es la líder del proyecto *Relaciones del derecho con la literatura y el cine*, una iniciativa que surgió desde la academia con la intención de relacionar estas disciplinas, aparentemente tan diferentes, y convertirlas en un insumo educativo.

+

*Relaciones del derecho con la literatura y el cine*, una iniciativa que surgió desde la academia con la intención de relacionar estas disciplinas, aparentemente tan diferentes, y convertirlas en un insumo educativo.

“En mis asignaturas y proyectos, generalmente relacionados con temas históricos, surgió el interés de vincular el cine y la literatura con el derecho. Sin embargo, esta es una relación muy amplia, por lo que el proyecto se suscribe a dos áreas muy precisas”, comenta la académica y coordinadora de esta propuesta, que se encuentra actualmente en desarrollo como parte del grupo de investigación Derecho y Poder.

La eafitense explica que el primero de los enfoques apunta a entender el derecho como un producto humano, es decir, a visualizar a sus profesionales como personas que no son ajenas a los sentimientos o a los problemas de los otros.

“La idea es analizar cómo, desde esa perspectiva, se puede aportar a la creación de normas jurídicas o a la resolución de conflictos. Y el cine y la literatura son excelentes mecanismos para involucrarse en estas realidades”, señala María Virginia.

El segundo enfoque está más encaminado a im-

pactar los procesos de enseñanza y aprendizaje del derecho. “La docencia de esta disciplina está ligada a la cátedra magistral y no pretendemos alejarnos de esto. Solamente queremos aportar herramientas adicionales para estudiantes que cada vez son más visuales”, añade.

María Virginia enfatiza que el proyecto no trata simplemente de proponer películas y libros para ser vistos en clase, sino de elaborar metodologías que contribuyan a la construcción conceptual del estudiante. Adicionalmente, han realizado una exploración cinematográfica por los cinco continentes, con el objetivo de construir una base de películas que ilustren a esta profesión desde diferentes perspectivas.

---

## Mirada al derecho en cinco continentes

---

Doce hombres son los miembros de un jurado que tiene la responsabilidad de deliberar y dictaminar la inocencia de un joven acusado de asesinar a su padre. Once de ellos lo señalan como culpable, mientras que uno de ellos decide seguir su instinto y poner en duda todas las evidencias.

Se trata de una típica situación en un juzgado de los Estados Unidos de América y es, al mismo tiempo, la trama del clásico cinematográfico de 1957, *12 hombres en pugna*. Este es precisamente otro de los filmes que María Virginia ha analizado como parte de su investigación. Sin embargo, la docente no se ha centrado únicamente en la perspectiva norteamericana.

*Hotel Ruanda* (2004) o *Los Juicios de Núremberg*, (1961) son, en palabras de la investigadora, otro par de ejemplos que les permiten a los estudiantes acercarse a temas jurídicos, esta vez con un énfasis en los conflictos internacionales.

Y la lista continúa: *Osama* (2003), de Siddiq Bar-mak, aporta una mirada al derecho tradicional musulmán y, especialmente, al impuesto por el régimen Talibán. Casos a los que se suman también *La Extraña* (2010), de Feo Aladag, o la misma *Persépolis*, que ponen de relieve las situaciones del Medio Oriente, pero desde una perspectiva occidentalizada.

Igualmente, la docente destaca la película *Rashomon* (1950), de Akira Kurosawa, que se centra en el tema de la verdad, vital para los asuntos del derecho procesal, y en general para el Derecho.



Foto: Robinson Henao

La iniciativa liderada por María Virginia Gaviria Gil (segunda de izquierda a derecha) busca elaborar metodologías que contribuyan a la construcción conceptual del estudiante.

+ “No ha sido una tarea fácil porque lo que buscamos es acercarnos a diferentes puntos de vista, más allá del estadounidense, que es el más común. Queremos mostrar cómo se concibe el derecho en otras realidades como las de África, Asia, Europa y el Medio Oriente”, puntualiza Gaviria.

No se trata simplemente de proponer películas y libros para ser vistos en clase, sino de elaborar metodologías que contribuyan a la construcción conceptual del estudiante.

La finalidad es que esta base cuente con obras que aborden diversos puntos y, de esta manera, se pueda compartir con otros docentes de la Escuela, asesorarlos en las diferentes temáticas y ayudarlos a construir nuevas metodologías de enseñanza. La profesora también se muestra bastante interesada en realizar rastreos sobre cine no comercial, de la India y sobre los problemas de género.

La base de datos es solo uno de los primeros avances que ha arrojado la investigación. La docente aspira a entregarla este año, al igual que otra serie de productos derivados del proyecto.

“También queremos compartir este trabajo con la comunidad científica a través de un artículo en una revista indexada, apoyar la dirección de proyectos de investigación de estudiantes de pregrado y posgrado, y crear una asignatura para la maestría en Derecho, y, eventualmente, para el pregrado en Derecho”, señala.

*Derecho y otras narrativas* sería el nombre de esta materia, prevista para comenzar a ser dictada a partir del primer semestre de 2015 a los estudiantes de la maestría en Derecho y, posiblemente, a estudiantes del último semestre del pregrado. Una asignatura que podría acomodarse a cualquiera de las líneas de énfasis del pregrado.



+

## El caso colombiano

Respecto a los proyectos de investigación, María Virginia menciona que ya una estudiante realizó su monografía en este tema. *Derecho y cine colombiano: un acercamiento a los poderes públicos del Estado* es el título del artículo de Alicia Betancourt Mairieri, resultado del proyecto de grado con el que obtuvo, en 2014, su título como abogada de EAFIT.

La egresada, con interés desde su época de estudiante en el Derecho Público, decidió analizar la presencia de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial en la cinematografía nacional. Y, para este fin, Alicia trabajó con la asesoría de María Virginia y el grupo Derecho y Poder.

“En Colombia existe una sensación generalizada de inexistencia del Estado. Lo que hice, entonces, fue elegir algunas películas entre 1980 y 2010 y analizar si efectivamente estaba esta percepción o si había cambiado”, explica Alicia, quien tuvo también que acercarse a conceptos sobre historia del cine e interpretación cinematográfica.

Para la identificación de la representación del Estado en cada una de las películas, Alicia analizó los diálogos y situaciones de cintas como *Cóndores no entierran todos los días* (1983), *Los colores de la montaña* (2011) y *Porfirio* (2011), entre otras.

De esta manera, Betancourt se encontró con un Estado hostil, violento y agresivo en la primera, en contraste con una esperanza de Estado en las otras. “Una de las conclusiones es que, efectivamente, sí hay presencia del Estado, aunque este no sea el idóneo. Lo que seguramente va a generar otro tipo de reflexiones y debates para enriquecer la academia”, afirma.

En el caso del cine colombiano, María Virginia Gaviria también lo considera un campo de estudio para entender el derecho en las realidades nacionales y menciona, especialmente, el caso de la película *La Estrategia del Caracol*, (1993), del director Sergio Cabrera.

“Este filme muestra diversos escenarios donde hay actores jurídicos: una casa, un contrato de arrendamiento, normas, conflictos, entre otros. Se trata de una buena obra para ser puesta en contexto en el aula de clase”, señala.

+

## Investigadora

### María Virginia Gaviria Gil

Abogada, Universidad Pontificia Bolivariana; magíster en Historia, Universidad Nacional. Docente de la Escuela de Derecho de EAFIT, donde ha participado en investigaciones relacionadas con el campo histórico como *Filosofía y Derecho en Medellín* (2009), *Historia del Derecho en Colombia* (2010), *Derecho comparado, culturas jurídicas entre derecho occidental, musulmán y socialista* (2011), y *Derecho de propiedad en Colombia con respecto a la Ley de Restitución de Tierras* (2012).

La investigación que lidera María Virginia también se detiene en la literatura. Sin embargo, este es un campo en el que todavía se encuentran trabajando para afinar aspectos teóricos y metodológicos. Por ahora, la docente y su grupo de trabajo han identificado textos como *300 días en Afganistán*, de Natalia Aguirre Zimmerman; *El librero de Kabul*, de Asne Seierstad, y la versión escrita de *Persépolis*, de Marjane Satrapi.

“Es un tema en el que debemos profundizar más y ser selectivos, pues el estudiante de Derecho ya tiene una suficiente carga de literatura jurídica. Así que debemos llegarle con textos atractivos y específicos. Por el momento consideramos que el cine sigue siendo una alternativa más atractiva”, afirma.

Por ahora, la docente y su equipo de monitores se encuentran finalizando la base de datos cinematográfica, que esperan redondear con un rastreo de cine colombiano y de películas independientes, antes de compartir los resultados en 2015.



Con el proyecto *Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental*, el grupo de investigación en Geología Ambiental de EAFIT participó en Propiedad Pública, proyecto de divulgación masiva de la ciencia y apropiación social del conocimiento.

# + En la Universidad el conocimiento es propiedad pública

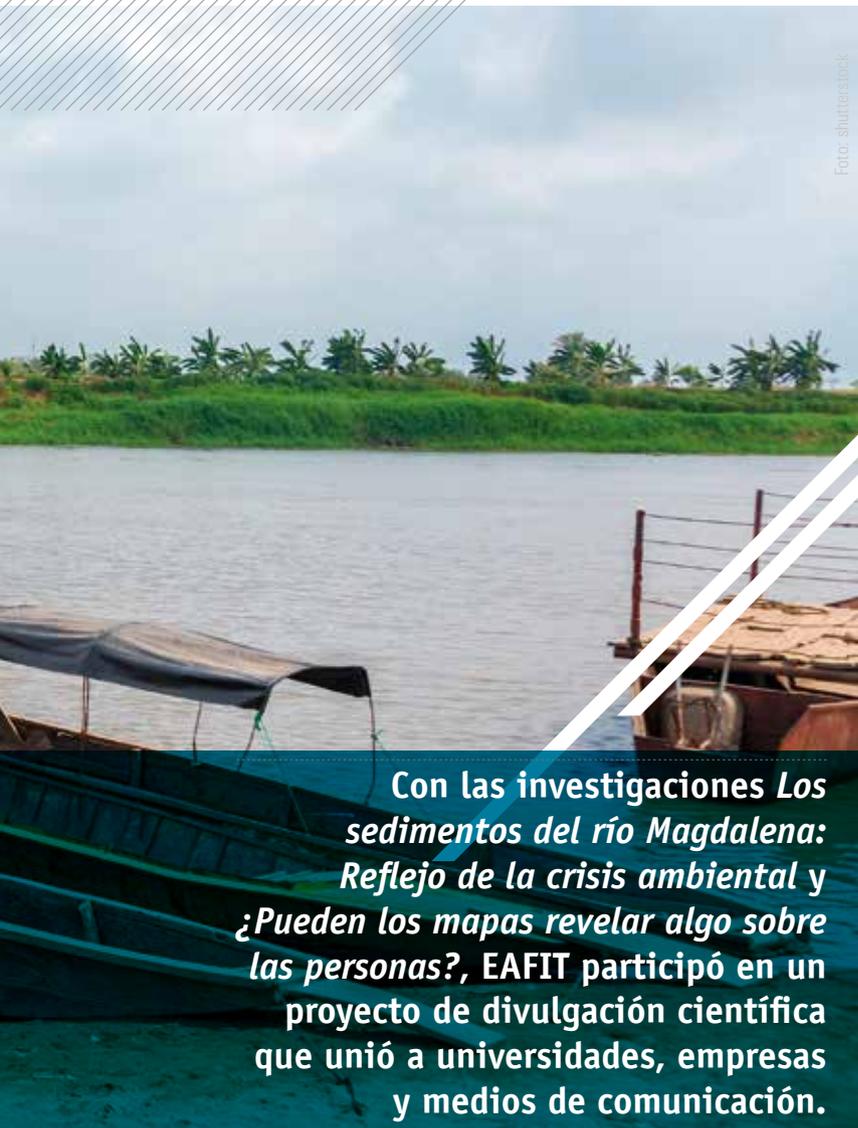


Foto: shutterstock

**Con las investigaciones *Los sedimentos del río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental* y *¿Pueden los mapas revelar algo sobre las personas?*, EAFIT participó en un proyecto de divulgación científica que unió a universidades, empresas y medios de comunicación.**

**Róbinson Úsuga Henao**  
Colaborador

Las palabras azules “Propiedad Pública” se masificaron desde agosto de 2013. Aparecieron en Internet y en televisión, envueltas en una atmósfera de animaciones digitales.

**La ciencia puede adoptar lenguajes amables para un público amplio.**

Un grupo de estudiantes y un profesor en la espesura del bosque, una niña mirando la luna en el horizonte, una lámpara encendida bajo la tierra, una red de neuronas y glóbulos rojos. Un hombre corriendo sobre los piñones de una gigantesca maquinaria, las profundidades del océano con medusas transparentes y una pesada ballena. Una barca y la misma niña mirando por un catalejo, sobre una isla que flota entre nubes, globos de colores y planetas. Y allá, en lo profundo, el dibujo de una ga-

laxia que gravita en la infinidad del universo.

Esta introducción publicitaria, elaborada con los meros efectos especiales de la industria del entretenimiento, era en sí misma todo su mensaje: que la ciencia puede adoptar lenguajes amables para un público amplio.

## Ciencia para el público

Para el historiador Eduardo Domínguez Gómez, profesor de la Facultad de Comunicaciones de la Universidad de Antioquia, las ciudades y universidades latinoamericanas, en general, siguen caminando lento en los escalafones mundiales de publicaciones científicas. Eso se debe, dice, a una falta de convicción radical que cambie esa realidad por parte de las élites políticas, académicas y científicas.

La tarea también involucra los medios masivos de comunicación y la pedagogía pública que se le hace a las ciencias. “La percepción pública de las ciencias depende de los modos de publicación, divulgación, apropiación y uso del conocimiento, la investigación y los desarrollos tecnológicos. Por eso urge quitarle el tono pedante, dogmático y de rivalidad a las conversaciones discrepantes relacionadas con las ciencias”, explica Domínguez.

Con todas las intenciones de hacer algo al respecto, este historiador coordinó el proyecto de divulgación masiva de la ciencia y apropiación social del conocimiento llamado *Propiedad Pública*.

Catorce universidades, seis ciudades, ocho empresas entre públicas y privadas, y más de diez medios de comunicación (entre digitales, radiales, televisados e impresos) se juntaron para hacer la divulgación científica de 47 proyectos de investigación terminados.

Las técnicas empleadas fueron mixtas y se unieron en una plataforma multimedial publicada en el sitio web [www.propiedadpublica.com.co](http://www.propiedadpublica.com.co), apoyada con impresos y programas de radio y televisión.

“El paso siguiente es que esta multimedia sea acogida como material didáctico en la enseñanza básica y media, de modo que genere, entre estudiantes, profesores y padres de familia, nuevos criterios para orientar sus planes en el futuro cercano”, dice Domínguez.

Para sumar a la alianza por la divulgación de las ciencias, la Universidad EAFIT propuso una investigación sobre la sedimentación en el río Magdalena y un modelo que ya aplica con éxito desde hace diez años con la Universidad de los Niños.



## Universidad de los Niños

Programa de responsabilidad social de la Universidad EAFIT, adscrito a la Dirección de Investigación. Sirve para fomentar espacios donde los niños y jóvenes de diversos orígenes y contextos sociales se apropien de la ciencia y la investigación. Nació en 2005, como parte de las celebraciones de los 45 años de la Universidad.

Foto: Robinson Henao

Con la pregunta “¿Pueden los mapas revelar algo sobre las personas?”, Research in Spatial Economics (Rise) de EAFIT participó en Propiedad Pública.

## Con el corazón en el río

El grupo de investigación en Geología Ambiental de EAFIT, que desde hace más de diez años estudia los fenómenos de erosión que afectan al río Magdalena (principal arteria fluvial de Colombia), participó con el proyecto *Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental*.

Esta investigación de conciencia ecológica concluyó que el modelo extractivo y dependiente de los minerales, que cada vez toma más fuerza en la economía del país, viene castigando con fuerza al afluente del río Magdalena.

+

“Urge quitarle el tono pedante, dogmático y de rivalidad a las conversaciones discrepantes relacionadas con las ciencias”. Eduardo Domínguez Gómez.

“Gran parte del PIB del país en los últimos 10 años se debe a minería e hidrocarburos. Gran parte de esa minería se hace en la cuenca del Magdalena y eso ha producido cambios ambientales, como deforestación. En los últimos 100 años hemos perdido, prácticamente, el 90 por ciento de los bosques originarios de toda la cuenca del Magdalena”, lamenta Juan Darío Restrepo Ángel, investigador eafitense.

El río también transporta cada vez mayores sedimentos y sustancias contaminantes de los desechos industriales, y de los vertimientos de ciudades y pueblos. Pero un problema más grave aún es la se-

dimentación. Esta enturbia las aguas, afecta la biodiversidad subacuática y es responsable de ocasionar grandes inundaciones, entre los años 2010-2011, que afectaron a miles de personas en las áreas adyacentes de la Depresión Momposina y La Mojana.

La investigación analizó más de 70 estaciones hidrológicas del Ideam sobre toda la cuenca del río durante los últimos 30 años. Se observaron las tendencias de la erosión y qué relación tenían los sedimentos con procesos naturales y procesos humanos.

Desde su concepción hasta su posterior desarrollo, lo que busca esta investigación es entregar datos útiles para un mejor conocimiento de los ríos y plantear las decisiones requeridas para salvarlos. “Lo que hicimos fue demostrar por qué el río Magdalena está entre los 10 ríos del mundo que más sedimento llevan. Con esta pregunta científica nos encontramos que la degradación ambiental del país y de la cuenca del Magdalena era exponencial y en unos niveles alarmantes”, llama la atención Juan Darío.

## Preguntas de niños

Para *Propiedad Pública*, la Universidad EAFIT también compartió los modelos pedagógicos y de divulgación científica que ha empleado con la Universidad de los Niños, un programa que, desde 2005, fomenta en los infantes el disfrute de las ciencias y el interés por la investigación.

## Instituciones con Propiedad Pública

En *Propiedad Pública* participan las universidades EAFIT, Distrital Francisco José de Caldas, del Norte, Autónoma de Occidente, del Valle, Nacional (sede Medellín), de La Guajira, Popular del Cesar y de Antioquia, así como la Escuela de Ingeniería de Antioquia, el Instituto Tecnológico Metropolitano, el Tecnológico de Antioquia, la Corporación Universitaria Lasallista y el Politécnico Jaime Isaza Cadavid.

También Grupo Familia, Grupo Nutresa, Argos, EPM, Isagen, Jardín Botánico de Medellín, Parque Explora y Fundación Sura.

Apoyan y respaldan: Metro de Medellín y los periódicos *El Mundo*, *El Heraldo*, *El Nuevo Siglo*, *El Tiempo*, *La Crónica*, *La Tarde*, *El Meridiano de Córdoba* y *El País*.



### Investigadores

#### Juan Darío Restrepo Ángel

Biólogo Marino, Universidad Jorge Tadeo Lozano, y PhD en Oceanografía, Universidad de Carolina del Sur (Estados Unidos). Es docente-investigador del Departamento de Geología de la Universidad EAFIT, donde coordina la maestría en Ciencias de la Tierra. Áreas de interés: mecanismos del transporte de sedimentos de los ríos del Pacífico y Caribe de Colombia, procesos dinámicos que ocurren en los principales deltas del país e investigación sobre las causas y tendencias de la erosión en la cuenca del río Magdalena durante los últimos 30 años.

#### Juan Carlos Duque Cardona

Administrador de Empresas, Universidad Nacional (sede Manizales); magíster en Economía y Empresa de la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona, España), y PhD en Estudios Empresariales de la Universidad de Barcelona. En 2005 se trasladó al Departamento de Geografía de la Universidad Estatal de San Diego, donde ocupó una posición posdoctoral. Es docente-investigador del Departamento de Economía de la Universidad EAFIT, donde dirige el grupo de investigación Research in Spatial Economics (Rise).

Cada año este programa recibe a cientos de estudiantes de colegios públicos y privados, quienes se relacionan con el quehacer del trabajo científico a través de dos etapas: Encuentros con la pregunta, donde los niños indagan, y Expediciones al conocimiento, donde asumen funciones junto a los investigadores.

Uno de los guías de estos niños es el investigador Juan Carlos Duque, director de Research in Spatial Economics (Rise) de EAFIT, quien con la pregunta “¿Pueden los mapas revelar algo sobre las personas?” abrió un camino de exploraciones, en 2012, que para gran parte de esos niños se convirtió en una experiencia inolvidable.

“Al principio empecé con una presentación general donde explico a los niños, en un lenguaje muy sencillo, en qué consisten los mapas, qué es georreferenciar y cómo leer esos mapas. Entonces les mostramos un mapa de Medellín con diferentes aspectos demográficos, de mercado laboral, seguridad y educación. Esto les daba una idea de la situación en que se encontraba la ciudad en diversos ámbitos”, describe Juan Carlos.

A continuación, los niños y niñas obtenían fichas que les servían para hacer el tipo de inversiones

que un gobierno público podía implementar, como librerías, parques, sistemas de transportes, vías, hospitales y CAI. Luego de explicar que los recursos públicos eran limitados, los niños comprendían que debían priorizar las inversiones. Desde ese momento se convertían en planificadores sociales y territoriales por primera vez en sus vidas.

“Jamás habría encontrado todos estos conocimientos en mi colegio, y muy generosamente estos maestros y doctores los compartieron con nosotros. Ya hay muchas oportunidades para los niños, y yo los invito a que salgan a buscar esas oportunidades para aprender cosas nuevas y conocer personas solidarias que compartan lo que saben. Para divertirse y adquirir conocimiento, lo esencial es no quedarse quieto sino empezar a buscar y preguntarse todo”, dice Sofía López, una de las jóvenes participantes.

De esta manera, con investigación puesta en preocupaciones ambientales y el disfrute de la ciencia a partir de las preguntas de los niños, la Universidad EAFIT entrega más de sus saberes para que la sociedad colombiana logre que el conocimiento sea de amplia difusión y de *Propiedad Pública*.

# Una vida dedicada al estudio de la inmunología

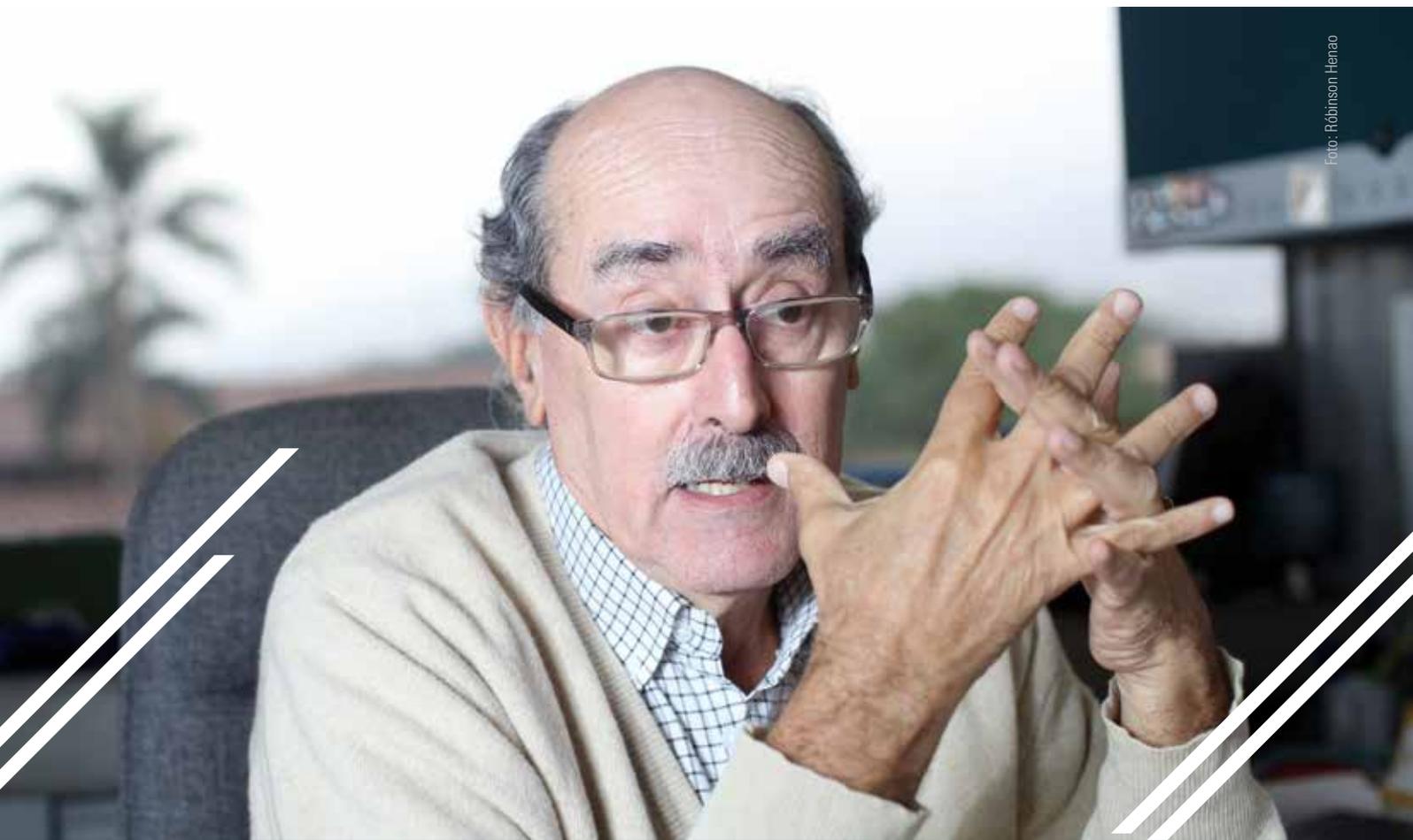


Foto: Robinson Henao

La trayectoria de Luis Fernando García no solo ha sido en los laboratorios, también ha ejercido labores administrativas en la Universidad de Antioquia para fortalecer la investigación científica en el país.

Luis Fernando García es uno de los investigadores más importantes de Colombia y desde hace 40 años ha destinado su trabajo a comprender el sistema inmunológico. Recientemente fue reconocida su labor científica por sus estudios en el tratamiento de la tuberculosis y en el avance de los trasplantes de órganos.

**Juan Ignacio García**  
Colaborador

Aunque se retiró como profesor en 2012, la alta figura del médico Luis Fernando García se ve casi todos los días en el Laboratorio de Inmunología Celular e Inmunogenética de la Universidad de Antioquia, donde continúa desarrollando lo que ha sido su pasión: la vida académica y la investigación.

## El inicio

Quiso ser investigador desde el colegio, gracias a la inspiración que le dieron las clases de biología. Sin embargo, su paso inicial fue la carrera de Medicina en la Universidad de Antioquia, porque “quería hacer investigación dirigida al humano”, dice García, quien se enfocó en la inmunología como su campo de acción y profundizó sus estudios en esta rama en los Estados Unidos.

La tuberculosis “es un modelo muy interesante para estudiar la interacción entre un microorganismo y el sistema inmune”.

Durante esa estadía en el exterior, recibió la oferta para ser profesor de su Alma Máter. De esta manera, desde 1977 se convirtió en docente de la Facultad de Medicina, que salía de una fuerte crisis y cuyo laboratorio de inmunología estaba en precarias condiciones.

En su camino como científico se enfrentó a unos recursos limitados en cuanto a infraestructura y a un escaso reconocimiento social, pero su pasión y dedicación le permitieron sobreponerse a estas circunstancias e impulsar dos líneas de trabajo que lo han posicionado en el ámbito nacional e internacional: la tuberculosis y la inmunología de trasplantes.

## La tuberculosis

La decisión de estudiar la tuberculosis nació de sus estudios en los Estados Unidos, donde trabajó en la respuesta inmune a esta enfermedad. De hecho, su tesis de maestría en Microbiología fue sobre esta enfermedad y su año de servicio social lo prestó en el Hospital La María, un lugar de referencia para dicha dolencia.

Sin embargo, el interés por esta área de investigación se debió no solo a que “es una enferme-

dad y un problema grande de salud pública, sino a que es un modelo muy interesante para estudiar la interacción entre un microorganismo y el sistema inmune”, comenta.

Al tratar de resolver la pregunta básica de por qué entre las personas que se infectan, unas desarrollan la enfermedad y otras no, el médico destaca dos trabajos: el primero es un estudio que buscó determinar lo que sucedía con las células en las que se replica la bacteria que produce la tuberculosis.

De esta manera, empezó a identificar, desde 1994, que “las células de los pacientes se morían de manera distinta a las de quienes tenían la infección latente”. Encontrar esta particularidad significó conocer los mecanismos que hay detrás de cada tipo de muerte celular, así como identificar cuáles moléculas y genes están involucrados.

El segundo trabajo buscó identificar, entre los sujetos que tienen la infección, quiénes terminan con la enfermedad de forma activa o latente. Para esto se estudió durante tres años a 2.000 personas que tenían contacto con pacientes tuberculosos.

Gracias a los resultados obtenidos, el Ministerio de Salud implementó, desde 2010, la terapia preventiva profiláctica para niños que están en contacto con una persona enferma de tuberculosis. Además, estableció visitas epidemiológicas a los seis meses del reporte de un caso, para identificar el posible surgimiento de otro paciente. Este logro permitió “pasar del laboratorio a la realidad de lo que ocurre en la comunidad”, afirma.

## Inmunología de trasplantes

Su trabajo en inmunología de trasplantes fue algo que inició por un requerimiento institucional, ya que a medida que la Universidad de Antioquia y el Hospital Universitario de San Vicente Fundación avanzaban en el área de los trasplantes, se hacían necesarios los estudios de compatibilidad en el ámbito genético e inmunológico entre el donante y el receptor.

Gracias a esta labor se establecieron las capacidades tecnológicas y humanas para apoyar a los grupos que hacen trasplantes en Medellín y en el país. “Esta infraestructura permitió el desarrollo de los trasplantes de riñón, hígado, médula ósea y corazón”, comenta.

De esta manera, se aprovecharon estos procedimientos para investigar no solo los casos de rechazo del trasplante, sino también aquellos de tolerancia. El propósito era identificar las variables que permiti-

## Reconocimientos por sus aportes a la ciencia

La labor científica en Colombia de Luis Fernando García fue reconocida con el premio Vida y obra a los investigadores eméritos de Colombia 2014, en el área de ciencias médicas y de la salud, por su trabajo en el tratamiento de la tuberculosis y en el avance de los trasplantes de órganos.

Dicho reconocimiento lo otorgó el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) junto con *Revista Semana*, en el evento Suma Convención Científica Colombiana, realizado en julio, en Cartagena.

En 2000, García recibió el premio de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Fundación Alejandro Ángel Escobar, por su investigación *Interacción micobacteria-macrófago: su papel en la inmunopatogénesis de la tuberculosis*.

rían que un paciente pudiera aceptar un órgano sin tomar fármacos inmunosupresores.

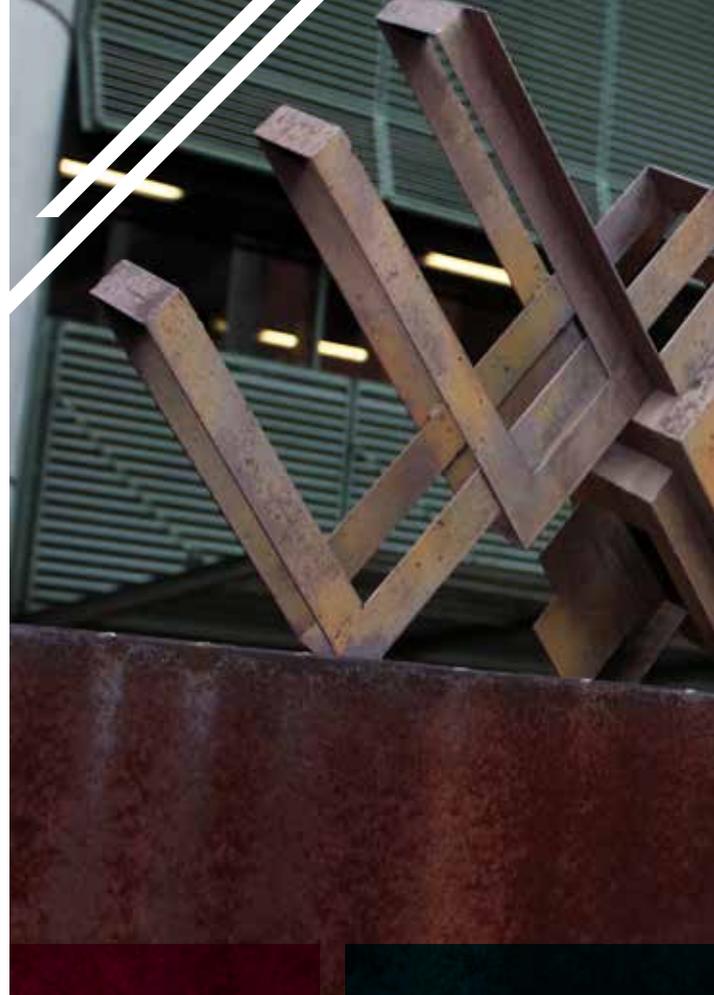
## La investigación en Colombia

La trayectoria de Luis Fernando Gracia no solo ha sido en los laboratorios, también ha ejercido labores administrativas en la Universidad de Antioquia para fortalecer la investigación científica en el país. De hecho, poco después de su regreso a Colombia, en 1980, se le encargó la creación del Centro de Investigaciones de la Facultad de Medicina y fue su primer director.

La Ley 1286 de 2009 “rompe el equilibrio que tiene que existir entre ciencia, tecnología e innovación, ya que privilegia este último”.

Además, participó en el Comité de Investigaciones de la Universidad de Antioquia en tres etapas: 1978-1984, 1992-1994 y 2010-2012. Allí ayudó a establecer políticas que tuvieran en cuenta los ritmos propios de la investigación y la necesidad de brindar reconocimientos institucionales que alentaran a los profesores a continuar sus pesquisas.

También fue vicerrector de Investigaciones



de su Alma Máter, de 1992 a 1994, y participó en Colciencias en el Consejo de Ciencias Básicas (1993-1995 y 1996-1997) y en el Consejo de Salud (2002-2004 y 2005-2007). Hizo parte del grupo de trabajo que asesoró la creación de la Sede de Investigación Universitaria (SIU), de la que fue su director entre 2010 y 2012.

Toda esta experiencia y larga trayectoria en los ámbitos académicos y científicos lo convierten en una autoridad para opinar sobre el desarrollo de la investigación en el país.

En este sentido, dice que a pesar del impacto positivo inicial de la Ley 29 de 1990, que crea el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, el Estado no aumentó los recursos en la medida del crecimiento del sistema. Por eso en Colombia se sigue invirtiendo solo entre 0,3 a 0,4 por ciento del PIB en ciencia y tecnología.

Por otra parte, considera que la Ley 1286 de 2009, que transforma a Colciencias en Departamento Administrativo y busca fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, tiene un desbalance conceptual que rompe el equilibrio que tiene que existir entre ciencia, tecnología e innovación, ya que privilegia este último.

Sin embargo, indica que “el gran desbarajuste viene con el acto legislativo (05 de 2011) que define las regalías para ciencia y tecnología”, pues en su concepto hay tres problemas: primero, los recursos



Foto: Robinson Henao

Luis Fernando García con una de sus esculturas favoritas de la plazoleta de la SIU: El Cóndor.

no se reparten de acuerdo a donde están las capacidades de ciencia y tecnología; segundo, se entrega la decisión a los gobernadores de cuáles proyectos se financian; y, tercero, el Fondo Francisco José de Caldas no se alimenta con las regalías y “termina siendo un fondo sin fondos”.

Por eso, sumado al constante cambio de directores durante los últimos cuatro años, Colciencias se ha limitado a ejercer la secretaría técnica de los Órganos Colegiados de Administración y Decisión (Ocad) y ha perdido liderazgo en la investigación científica del país, por lo que García no cree “que el país esté en un buen momento para ciencia y tecnología, a pesar de que hay toda esa plata de regalías”.

Pese a las dificultades que existen para la investigación científica en el país, García ha logrado contribuir no solo en el campo de estudio de la inmunología, sino en las posibilidades para que el camino de los nuevos investigadores sea menos complicado, gracias a su trabajo en la definición de políticas de apoyo e incentivos para los investigadores, como directivo de la Universidad de Antioquia y como asesor de Colciencias.

Él habla del esfuerzo de 40 años como un intento para “mostrarle al mundo que en Medellín, en este huequito en la mitad de los Andes, hay una gente, hay unas instituciones que quieren hacer investigación y que puede ser atractivo colaborar con ellos”.

## Destaca la capacidad investigativa de EAFIT

Para el médico Luis Fernando García, la continuidad en la Dirección de Investigación ha permitido consolidar a la Universidad EAFIT como una institución que puede hacer investigación no solo aplicada sino de base. La creación de pregrados en Biología y Geología indica la importancia que se le está dando a la ciencia básica y a la ampliación de sus capacidades investigativas. “Hay que persistir, pero van bien”.

## Investigador

### Luis Fernando García Moreno

Médico y magíster en Microbiología Médica, Universidad de Antioquia; posdoctoral Fellow en Inmunología, Wake Forest University. Es profesor pensionado de la Universidad de Antioquia e integrante del grupo de Inmunología Celular e Inmunogenética de la Sede de Investigación Universitaria (SIU).

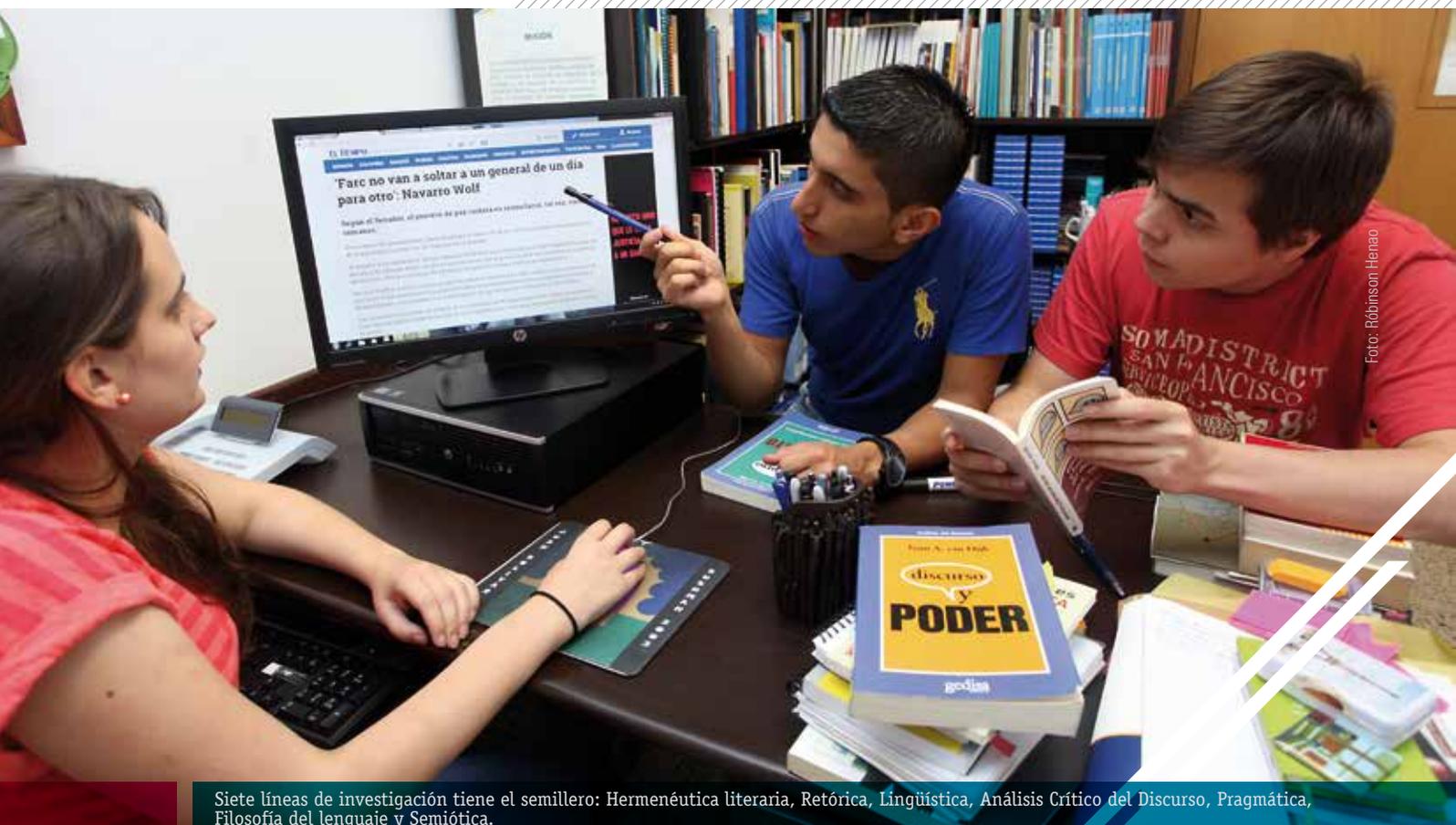


Foto: Robinson Henao

Siete líneas de investigación tiene el semillero: Hermenéutica literaria, Retórica, Lingüística, Análisis Crítico del Discurso, Pragmática, Filosofía del lenguaje y Semiótica.

# Estudiantes indagan el lenguaje con ojo crítico

## Un semillero de investigación de la Universidad EAFIT sobresale por analizar el lenguaje con una mirada crítica y humanística. En 2015 representará a Colombia en Expociencias Mundial en Bélgica.

Con la convicción de que el lenguaje es un eje transversal de todas las actividades del ser humano y que no está aislado de ningún contexto, Yonathan Escobar, estudiante de Comunicación Social en EAFIT, se unió a un grupo de estudiantes 'gomosos' que querían investigar este tema a través del trabajo interdisciplinario.

Yonathan junto con Natalia Londoño y Verónica Suárez, ambas estudiantes del pregrado en Comunicación Social de EAFIT, pensaron en 2012 que el programa necesitaba un énfasis en lenguaje y crearon un espacio donde pudieran formarse como investigadores con una mirada crítica y humanística.

"Debemos buscar espacios para formarnos paralelamente a lo que la Universidad nos ofrece". Yonathan Escobar, estudiante de Comunicación Social.

Así, con el apoyo de Sonia López Franco, docente del Departamento de Humanidades, nació el Semillero en Análisis del Lenguaje, que hoy integran 16 estudiantes de Comunicación Social, Economía, Contaduría Pública y Ciencias Políticas, así como de las maestrías en Hermenéutica Literaria y en Estudios Humanísticos.

"Hay estudiantes que tienen una tendencia muy sensible hacia la literatura, otros hacia el discurso como instrumento de poder, otros hacia la semiótica como vida cotidiana, otros a la incidencia del discurso en las personas y así muchas manifestaciones más", explica Sonia.

Precisamente, a partir de los intereses y afinidades de los estudiantes se han construido las siete líneas de investigación del Semillero: Hermenéutica literaria, Retórica, Lingüística, Análisis Crítico del Discurso, Pragmática, Filosofía del lenguaje y Semiótica. Cada estudiante puede inscribirse en al-

guna de las líneas de investigación que es asesorada por algunos de los profesores del Departamento de Humanidades.

Harold Salinas, docente del Departamento de Humanidades, indica que algunos semilleros pueden convertirse en una clase más con los profesores como protagonistas, pero este es diferente porque son los mismos integrantes quienes le han dado la solidez que tiene hoy.

"Los estudiantes han trabajado en diferentes líneas de estudio sobre el lenguaje, han generado cronogramas y temáticas, y han asumido la coordinación del grupo. Los profesores hemos sido más un apoyo y nos han invitado para asesorar temas específicos", explica Salinas.

### Listos para Bélgica

Según Sonia López, gracias a que los estudiantes han trabajado juiciosamente en sus iniciativas y les han aplicado un diseño metodológico preciso, coherente y organizado, los reconocimientos no se han hecho esperar.

Una de esas iniciativas es *Análisis Crítico del Discurso (ACD) aplicado a la prensa escrita colombiana*, investigación liderada por los estudiantes Yonathan Escobar, coordinador del semillero, y María Paulina Baena.

Este proyecto se materializó en 2012 cuando desde la lingüística, la sociología y la política abordaron el proceso de paz en Colombia para analizar el discurso de los tres medios de comunicación escrita con mayor circulación en Colombia: *El Tiempo*, *El Espectador* y *la Revista Semana*.

"Analizamos los titulares como elementos discursivos, además del contenido de los artículos para contextualizar la información. De esta manera identificamos cómo los medios privilegian o no algunos actores, cómo se perfilan esos roles y cómo se controla la percepción de la opinión pública", afirma Escobar.

Sonia López indica que a través del análisis cuantitativo de datos textuales, realizado con la herramienta Atlas TI, se puede identificar cuántas veces fueron mencionadas algunas palabras, en qué medios y quién nombra más hacia el lado positivo o el negativo.

Con este proyecto Yonathan y Paulina participaron en 2012 en la Red Colombiana de Semilleros (Redcolsi, nodo Antioquia), donde obtuvieron el aval para participar en 2013 en el encuentro nacional de la misma organización, realizado en Montería.

## Reconstrucción analítica de un discurso ecológico

Este proyecto analiza los textos del discurso de Brigitte Baptiste, directora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, sobre la ecología y la relación de los seres humanos con el medio ambiente. Sus investigadoras son Paulina Yepes, estudiante de quinto semestre de Comunicación Social, y Sonia Guerrero, estudiante de la maestría en Hermenéutica Literaria.

En dicho encuentro se ganaron la posibilidad de representar al Semillero en el Encuentro Latinoamericano de la ESI AMLAT, una feria de ciencia y tecnología que se desarrolló en julio de 2014 en Medellín y que reunió investigaciones de diferentes países.

“Ahí obtuvimos muy buena aceptación por parte de los jurados. Nos dieron cinco reconocimientos: pertinencia e impacto, presentación, diseño metodológico, uno por llegar a esa instancia y el pase para el mundial, avalado por el Movimiento Internacional para el Recreo Científico y Técnico (Milset)”, dice Yonathan.

“Los estudiantes han trabajado en diferentes líneas de estudio sobre el lenguaje, han generado cronogramas y temáticas, y han asumido la coordinación del grupo”. Harold Salinas, docente del Departamento de Humanidades.

De esta manera, gracias al buen desempeño y la rigurosidad con que se ha abordado el tema, en mayo de 2015 este trabajo será presentado junto a cerca de 20 iniciativas de diferentes continentes en Expociencias Mundial en Bélgica.

Para Sonia López es un orgullo que los trabajos propuestos, indagados y desarrollados por los mismos estudiantes sean reconocidos no solo por instancias nacionales, sino internacionales.

La profesora menciona también que otros proyectos que han logrado reconocimientos importantes por parte de Redcolsi son: *El papel de los discursos mediáticos en la construcción de la realidad social*, *Reconstrucción analítica de un discurso ecológico* y *La esperanza de la comuna ocho de Medellín reflejada por sus conceptos de miedo y confianza*.

Los dos últimos proyectos, junto a la investigación de Paulina y Yonathan, representaron al Semillero en el XVII Encuentro Nacional y XI Internacional de Semilleros de Investigación de Redcolsi, realizado en Tunja del 9 al 12 de octubre de 2014.

## La esperanza de la comuna ocho de Medellín reflejada por sus conceptos de miedo y confianza

Este trabajo investigativo pretende, a través del análisis crítico, reconocer los discursos de los jóvenes de la comuna 8 en Medellín e identificar cómo hay un relato de esperanza y miedo en sus narraciones. Su investigadora es María Camila Cardona, estudiante de Comunicación Social.

### Investigadora

Sonia López Franco

Magíster en Lingüística del Instituto Caro y Cuervo (Bogotá) y candidata a doctora en Humanidades de la Universidad EAFIT, donde es docente de tiempo completo del Departamento de Humanidades y coordinadora del Semillero en Análisis del Lenguaje.

Sus áreas de interés son análisis crítico del discurso, desarrollo de habilidades en lectura y escritura, y lingüística en general.

## Reconocimiento para todos

Mauricio Vélez, profesor del Departamento de Humanidades, explica que la noción de semillero viene de algo que germina y, se supone, luego va a producir. Es un concepto que, aunque se origina en la agricultura, se ha trasladado a la academia.

“La noción clave de un semillero es la de cultivo. Entonces surge una pregunta: ¿quién se encarga del cultivo de un semillero? Se ha querido que lo hagan los estudiantes para que muestren tres cosas: iniciativa, autonomía y responsabilidad”, reflexiona Vélez.

Por eso, el reconocimiento más grande obtenido por estos estudiosos del lenguaje es que han logrado cultivar sus propias investigaciones al in-



Foto: Robinson Herra

En mayo de 2015 este semillero presentará en Exprociencias Mundial en Bélgica su trabajo *Análisis Crítico del Discurso (ACD) aplicado a la prensa escrita colombiana*.

yectarles iniciativa, autonomía y responsabilidad, al apostarle a la actualización constante de conocimientos por fuera de las aulas.

El semillero funciona hace dos años y actualmente cuenta con la participación de 16 jóvenes investigadores en el estudio del lenguaje.

“La participación de los docentes en este semillero ha sido proporcionando preguntas, sugiriendo bibliografía y mostrando inconsistencias o falencias en los diferentes proyectos, pero los estudiantes hacen todo el trabajo y así debe ser”, puntualiza Vélez, quien participa como asesor.

Otro factor que se destaca del semillero es que los integrantes, aunque trabajan diferentes líneas de

investigación, siempre cuentan con espacios para someter a discusión entre sus compañeros los proyectos, enfocarlos y buscar un asesor.

Además de los docentes de EAFIT, los estudiantes también han contado con el apoyo de docentes internacionales como José Luis Ramírez, PhD en Filología Hispánica de la Universidad de Deusto (España), quien asesoró a Yonathan en el desarrollo del proyecto *Las Farc y el Gobierno colombiano en el discurso periodístico de la prensa española: una aproximación desde el Análisis Crítico del Discurso*.

Por todo lo anterior y gracias al compromiso que han demostrado sus integrantes, la profesora Sonia López espera culminar sus estudios de doctorado en Humanidades en la Universidad EAFIT con el fin de convertir este semillero en un grupo de investigación.

# Un espacio en EAFIT para pensar la realidad global



Desde hace ocho años, EAFIT asumió el reto de impulsar este centro como un embrión de los *think tank*. El programa Glocal representa una de sus líneas de desarrollo.

**Paula Colorado C.**  
Colaboradora

## Con ciclos de conferencias gratuitas para la ciudad, una publicación sobre temas empresariales y estratégicos, y un programa de análisis internacional, el Centro de Pensamiento Estratégico de EAFIT le apunta al desarrollo social mientras se da a conocer en el ámbito internacional.

Algunas veces se habla de economía y otras de política, sociedad o educación, pero más allá de los temas lo que importa es que lo discutido sirva para promover y reflexionar sobre ideas que le apunten al desarrollo.

Hace ocho años la Vicerrectoría de EAFIT creó un espacio neutro, que no se encuentra adscrito a ninguna escuela y que promueve a la Universidad como referente social desde una perspectiva integral: el Centro de Pensamiento Estratégico.

Este se encarga de establecer vínculos con los diferentes *think tank* (centros de pensamiento) en el ámbito mundial, principalmente de los Estados Unidos, como Council on Foreign Relations, Brookings Institution, Cato Institute, Interamerican Dialogue y Wilson Center, para que aporten desde su experiencia en el análisis de las realidades locales.

En este sentido, una de las apuestas es invitar expertos en diferentes disciplinas para que compartan sus conocimientos, no solo con estudiantes y docentes eafitenses, sino con la ciudadanía en general.

“Traemos personas con el más alto nivel para hacer conferencias gratis que les sean útiles a la ciudad, por ejemplo, a empresarios, estamentos gubernamentales y universidades”, indica Juan David Escobar Valencia, director del centro.

Entre los conferencistas que han participado en las charlas se destacan María Vélez de Berliner, presidenta de Latin Intelligence Corporation; Evan Ellis, analista latinoamericano del Center for Hemispheric Defense Studies; Abraham Lowenthal, uno de los principales expertos de América Latina en el mundo; Julia Sweig, del Council on Foreign Relations, entre otros.

Escobar explica que la intención es abrir espacios para que los expertos puedan reunirse con grupos específicos luego de las ponencias y, así, abordar problemas específicos. Además, las diferentes escuelas de la Universidad pueden tener la posibilidad de asesorías en proyectos internos que quieran implementar.

“Somos un espacio neutro que promueve reflexiones con una mirada integral”. Juan David Escobar, director del Centro de Pensamiento Estratégico.

Por su parte, Julio Acosta Arango, vicerrector de la Universidad EAFIT, indica que una de las intenciones del Centro de Pensamiento es buscar una proyección internacional que no solo se limite a que los expertos de afuera vengan a exponer lo que pasa en el mundo, sino que los investigadores eafitenses salgan y regresen con otras visiones.

En este sentido, la misión de Escobar ha sido promover que, desde la Institución, se aborden temas actuales que abarquen diferentes disciplinas. “La idea es que desde EAFIT se aporte análisis al debate y también buscar personas de afuera que puedan aportar”, puntualiza.

## Vínculos y visibilidad

Los enlaces logrados con los *think tank* de los Estados Unidos no solo han dado como fruto los ciclos de conferencias gratuitas para la ciudad. En el primer semestre de 2014, por ejemplo, un estudiante de Economía logró realizar su práctica profesional en el Cato Institute, en Washington, una organización dedicada a la investigación de políticas públicas.

“Estos logros promueven el aumento de los vínculos y ayudan a darnos a conocer”, dice Juan David Escobar Valencia, director del Centro de Pensamiento Estratégico de la Universidad EAFIT.



## Herramienta para empresarios

Los *think tank* tienen un objetivo claro: llegar a la gente que toma decisiones importantes, es decir, aquellas de las que no solo depende el futuro de una organización, sino el desarrollo de una región.

El programa de televisión Glocal, alianza entre EAFIT y Telemedellín, es una de las apuestas del Centro de Pensamiento Estratégico para promover el desarrollo y la formación social.

En este sentido, hace tres años el Centro de Pensamiento Estratégico de EAFIT comenzó a editar Temas de Reflexión, una publicación que no busca

ser masiva sino llegar a los altos ejecutivos de las regiones donde EAFIT tiene sedes. Circula cuatro veces al año, con un tiraje de cerca de 800 revistas que abordan dos o tres temas entretenidos, relevantes y cortos que informan y reflexionan sobre temáticas actuales enfocadas al ámbito empresarial.

“Los ejecutivos solo leen cosas cortas porque no tienen mucho tiempo, entonces sacamos una revista para ellos con letra grande y lenguaje fácil de entender. Así podemos posicionarnos en su cabeza y, cuando tengan una necesidad, van a pensar en nosotros”, afirma Escobar.

El vicerrector Acosta destaca que la publicación trata de llevarles a los dirigentes inquietudes sobre cómo transformar la sociedad. “Los líderes y la formación de estos es muy importante, tanto en el sector público como privado. Por eso el papel



“Los centros de pensamiento buscan la reflexión sobre temas de importancia para la sociedad en general, desde un punto de vista económico, social, educativo, entre otros. Siempre que hay una transformación en la sociedades es porque hay personas que se han dedicado a pensar en esos problemas”. Julio Acosta Arango, vicerrector de la Universidad EAFIT.

ca, economía, educación, conflicto, ciencia y globalización, que permiten entender, por ejemplo, crisis como las que atraviesan Venezuela y Ucrania.

Más allá de la formación ciudadana, el programa también se plantea con la intención de promover las capacidades y los desarrollos de las diferentes escuelas de la Institución.

Glocal se emite todos los martes de 9:00 a 10:00 p.m., a través de Telemedellín, y se graba en el Centro Multimedial de la Universidad EAFIT.

Con el aporte de Glocal, Temas de Reflexión y el ciclo de charlas, el balance que hace el vicerrector Acosta del Centro de Pensamiento Estratégico es muy positivo: “ha sido muy apreciado por el sector directivo de la sociedad”, finaliza.

de la Universidad es preocuparse por la formación permanente de estos y, así, aportar al sector empresarial”, señala.

## Mirada Glocal

Otra de las apuestas del Centro de Pensamiento Estratégico es contribuir a la formación ciudadana. “Para nosotros ser abiertos al mundo no es solo una promesa, sino un compromiso muy importante. Por eso, hace cerca de seis meses, en alianza con Telemedellín, le apostamos a crear un programa de análisis sobre actualidad internacional que pudiera llegarle a toda la ciudadanía”, afirma Escobar.

De esta manera, a través de un lenguaje sencillo, Glocal aborda temáticas relacionadas con geopolíti-

## Profesor

### Juan David Escobar Valencia

Ingeniero Civil y MBA de la Universidad EAFIT. Docente de pregrado del área de Geopolítica y de posgrado en las áreas de Estrategia, Contexto Nacional e Internacional de los Negocios y Prospectiva. Coordina la especialización en Estudios Políticos y dirige el Centro de Pensamiento Estratégico. Es columnista del periódico *El Colombiano* y miembro del Consejo Directivo de la Fundación de Estudios de Economía Sistémica.

# Nace un centro para innovar en la industria del cemento y el concreto

Diana Cárdenas  
Colaboradora

La Universidad EAFIT albergará el Centro Argos para la Innovación, espacio que abrirá sus puertas a partir del segundo trimestre de 2015, con una idea de museografía que invita a mirar lo que allí sucede.

Con el concepto de ciencia a la vista, desde mediados de marzo de 2014 comenzó en EAFIT la construcción del Centro Argos para la Innovación, un proyecto que busca fortalecer la relación universidad-empresa y contribuir con el desarrollo tecnológico y sostenible de la industria del cemento y el concreto.

Es la primera vez que en Colombia una empresa cementera y una universidad se comprometen con la innovación abierta y la investigación aplicada, con un proyecto de estas características. De la actividad investigativa y de innovación que se desarrolle en este espacio saldrán las próximas generaciones de concretos y cementos con nuevas y mejores funcionalidades.

“Con esta iniciativa le apostamos a consolidar la relación con la Universidad para el desarrollo de procesos y productos de valor agregado, que atiendan las exigencias de un mercado dinámico y exigente. Le apostamos a reinventar la forma como hacemos las cosas, en alianza con la Universidad y con estudiantes, profesores y profesionales que encuentren



Imagen: Interpretación y ambientación gráfica del proyecto en construcción. (Render)

El Centro tendrá un área construida de 4.807 metros cuadrados y un área intervenida en primer piso de 4.371 metros cuadrados, que albergará laboratorios, oficinas y espacios multipropósito dedicados a la investigación y la innovación.



El centro será un edificio sostenible por el aporte de sus materiales y diseño arquitectónico, y contará con los parámetros de diseño y construcción Leadership in Energy and Environmental Design (Leed).

en el Centro Argos para la Innovación, el lugar ideal para desarrollar la creatividad”, expresa Jorge Mario Velásquez, presidente de Cementos Argos.

En este sentido, Camilo Restrepo, vicepresidente de Innovación de Cementos Argos, menciona: “con la construcción del Centro le abrimos las puertas a los estudiantes de todas las universidades para que participen en nuestros proyectos. Así continuamos esta interacción social entre la academia y la industria a favor de la innovación, teniendo en cuenta siempre el componente ambiental que es clave dentro del desarrollo de los proyectos”.

Con el concepto de ciencia a la vista cobrará forma el Centro Argos para la Innovación.

Por su parte, Juan Luis Mejía, rector de la Universidad EAFIT, señala que este proyecto de cooperación “es un ejemplo de la nueva universidad y de la nueva empresa colombiana. Estamos muy

orgullosos de poder ser socios de Argos en esta aventura de construcción de futuro de país que hoy estamos iniciando”.

## Ciencia e innovación a la vista

El centro está concebido para albergar tecnología dispuesta para la innovación, en el que la ciencia pueda ser accesible a todos, con una idea de museografía que invita a mirar lo que allí sucede.

De hecho, “el edificio se puede recorrer de forma perimetral, es decir, cualquier persona puede mirar hacia adentro de los laboratorios y, a su vez, los investigadores pueden ver la actividad del campus. El edificio es un instrumento para mirar y ser mirado”, explica Lorenzo Castro, arquitecto del proyecto.

Dicho espacio tendrá un área construida de 4.807 metros cuadrados y un área intervenida en primer piso de 4.371 metros cuadrados, que albergará



Imagen: Interpretación y ambientación gráfica del proyecto en construcción. (Render)

El centro está concebido para que la ciencia pueda ser accesible a todos, con una idea de museografía que invita a mirar lo que allí sucede.

laboratorios, oficinas y espacios multipropósito dedicados a la investigación y la innovación.

“Al edificio, que comienza en un semisótano, se ingresa a través de un auditorio-atrio que estará abierto todo el tiempo. Del primer piso se desprende una plazoleta que conecta con la Universidad Parque. Continúa con cuatro plantas de laboratorios y, en su último nivel, tendrá una cubierta verde que servirá como espacio de recreación y encuentro que le permite extenderse y tener una relación con la ciudad”, indica Castro.

Con el Centro Argos para la Innovación, Argos busca consolidar su compromiso con la investigación académica.

El espacio interior, diseñado para promover un ambiente de trabajo colaborativo, productivo y creativo, contará con un mobiliario de oficinas flexible y laboratorios adaptados a las necesidades de los in-

vestigadores. El fin es propiciar el encuentro de estos para que fluya el conocimiento requerido para solucionar los retos de la industria.

Al ser coherente con los principios de sostenibilidad de Cementos Argos, será un edificio sostenible por el aporte de sus materiales y diseño arquitectónico, y estará construido con los parámetros de diseño y construcción Leadership in Energy and Environmental Design (Leed). Con esto se le apunta a obtener una certificación Leed en la categoría oro.

## Capacidades tecnológicas

El Centro Argos para la Innovación estará dotado con equipos de laboratorio de alto valor tecnológico y será operado por un equipo interdisciplinario.

Entre los equipos con que cuenta, se destaca el microscopio electrónico de barrido por emisión de campo (Fesem, por sus siglas en inglés), único en el



+

Jorge Mario Velásquez, presidente de Cementos Argos, y Camilo Restrepo, vicepresidente de Innovación de Cementos Argos.

país por su precisión y que permite analizar materiales a una escala nanométrica.

Dicha técnica es ampliamente utilizada en estudios de investigación que permiten obtener imágenes de excelente resolución y con aumentos mayores a los microscopios electrónicos comunes. La técnica complementaria Electronic Diffraction Scanning (EDS), acoplada a este equipo, permite, además, realizar análisis químico del material. De esta manera, se obtiene información completa de la morfología y la composición de los materiales.

Esta iniciativa fortalece la relación universidad-empresa, en la que la compañía comparte sus retos y la Institución aporta conocimiento a las soluciones.

El centro también contará con un difractor de Rayos X y un equipo de fluorescencia de Rayos X para análisis de composición de materiales y fases mineralógicas.

En total, un conjunto de más de 70 equipos especializados de alto valor tecnológico con un precio en el mercado cercano a los 6.000 millones de pesos (3 millones de dólares, aproximadamente), que no solo servirán para la industria del cemento, sino también para los demás negocios del Grupo Argos (sectores: energético, portuario, carbonífero e inmobiliario).

## Edificio polivalente para desarrollar tecnologías de vanguardia

El objetivo fundamental del Centro Argos para la Innovación es contribuir con el desarrollo tecnológico y sostenible de la industria del cemento, el concreto y la construcción, para convertirse en un referente en los ámbitos nacional e internacional por sus aportes en diferentes campos del conocimiento en tecnologías de procesos, de materiales, sistemas energéticos y sostenibilidad.

La idea es que dichos conocimientos sean aplicables de forma transversal en otros sectores industriales para contribuir con el crecimiento productivo, competitivo y sostenible de la economía de la región y el país.

Esta capacidad para innovar se pondrá al servicio de los grandes retos de la industria y el sector, entre los que se destacan:

- El desarrollo de nuevos materiales cementantes con mejores desempeños, nuevas funcionalidades, facilidad de uso y mayor productividad.
- El desarrollo de nuevos y más eficientes procesos de producción con menores consumos energéticos y mejores desempeños ambientales.
- Mediante la combinación de los dos ejes anteriores, el desarrollo de soluciones de construcción sostenible, confiables, responsables con el medio ambiente y económicamente viables.

Estos retos solo pueden ser solucionados si se trabaja conjuntamente. Por eso, este centro operará bajo un modelo de innovación abierta que canalice y potencie el torrente de nuevas ideas y tecnologías que dinamicen la industria.





Publicado por

Revista  
Universidad EAFIT  
Periodismo Científico

---

Medellín - Colombia  
Enero-junio de 2015