

# CONTACTO

El presente documento tiene como objetivo proporcionar información sobre los canales de comunicación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. Para cualquier consulta o solicitud de información, se recomienda contactar directamente con el área de atención al estudiante o con el departamento de comunicación institucional.



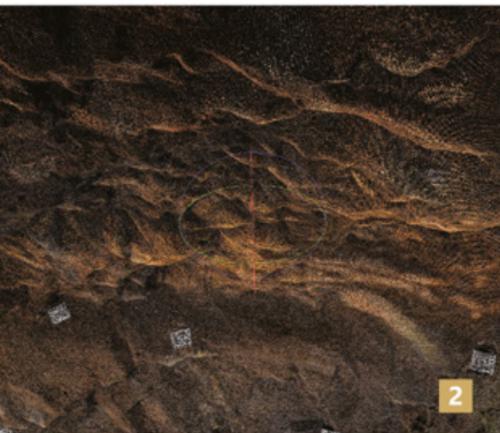
# V I C L A CONGRESO 20 19 LATINOAMERICANO DE ARQUEOMETRÍA

BOGOTÁ, COLOMBIA

3 AL 7 DE JUNIO

1

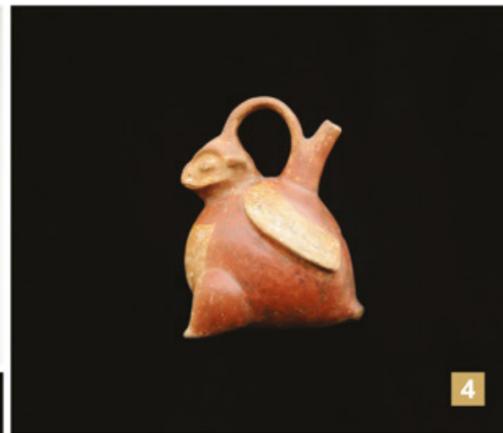
El CLA 2019 es un escenario donde se promueve la divulgación de últimos avances y aplicación de técnicas científicas en el estudio de bienes culturales y sitios arqueológicos e históricos. Tenemos como objetivo principal el generar un espacio para fomentar el intercambio académico a partir de experiencias en la investigación arqueométrica, así como comparar y contrastar metodologías y desafíos de la disciplina.



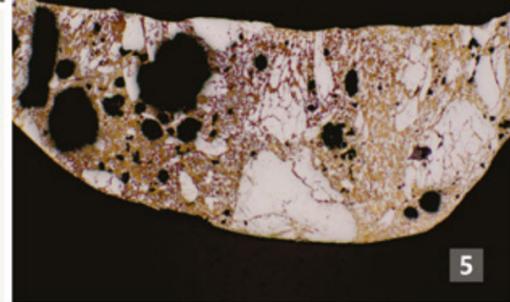
2



3



4



5

## CURSOS

- Fotogrametría aplicada a la Arqueología.
- Fluorescencia de Rayos X para el estudio del Patrimonio Cultural.
- Estudios de procedencia de metales.
- Espectroscopia Raman para el estudio del Patrimonio Cultural.

## TALLERES

- Cerámica Prehispánica.
- Práctica de dorado por oxidación y plasticidad en metales.
- Fundiciones alternativas a través de moldes.

## ¿QUÉ ES LA ARQUEOMETRÍA?

La Arqueometría es una disciplina en la que profesionales aplican técnicas y métodos en problemas arqueológicos y de patrimonio desde la física, química, biología e ingeniería, entre otros. De manera integral, estas disciplinas y ciencias proporcionan datos y métodos que permiten aportar al conocimiento del patrimonio arqueológico e histórico desde la escala atómica hasta la escala macroscópica de artefactos y ecofactos. Las aplicaciones son amplias y diversas, que ocurren en campo, en laboratorios y en museos, como técnicas de datación, el estudio de materiales para procedencias y reconstrucciones tecnológicas, el uso y desecho de artefactos, hábitos alimenticios, entre muchos otros. La gran interdisciplinariedad e integración de varias ciencias hacen de este campo un terreno fértil para generación de nuevo y enriquecedor conocimiento.

## PATROCINADORES



Departamento de Ingeniería Mecánica



Departamento de Química



Escuela de Posgrados FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES



DIS DEPARTAMENTO DE DISEÑO UNIVERSIDAD DE LOS ANDES



Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes

Decano  
Alfonso Reyes Alvarado

Vicedecana Académica  
Silvia Caro Spinel

Director de la Escuela de Posgrado e Investigación  
Juan Carlos Briceño Triana

Secretaria General  
Pilar Navas Navas

Directores por Departamento

Biomédica  
Juan Manuel Cordovez Álvarez

Civil y Ambiental  
Luis Alejandro Camacho Botero

Eléctrica y Electrónica  
Andrés Felipe Gómez Uribe

Industrial  
Camilo Enrique Olaya Nieto

Mecánica  
Juan Pablo Casas Rodríguez

Química  
Andrés González Barrios

Sistemas y Computación  
Yezid Donoso Meisel

Coordinadora de Comunicaciones  
Mónica Meléndez Álvarez

Gestor de Comunicaciones  
Diego Andrés Páez Barros

Edición y redacción de textos  
Mónica Meléndez Álvarez  
Diana Cristina Carvajal  
María Angélica Huérfano  
Silvia Estefanía Gamba  
Aida Carolina Lancharos  
Diego Andrés Páez Barros

Concepto gráfico y diagramación  
Daniela Benítez -  
daniaba.88@gmail.com

Fotografía  
David Amado Pintor - goTeam.media

Archivo Oficina de Posicionamiento- Uniandes

Fototeca Universidad de los Andes

Producción e impresión  
Panamericana Formas e Impresos, S.A.

ISSN: 2145-7077



04 **Nos Escriben**  
Lea los comentarios de este semestre en nuestras redes

04 **Sabías que...**  
Fanny de la Rotta: la primera profesora de Ingeniería

05 **Editorial**  
Una ingeniería socialmente responsable elimina barreras

06 **ESPECIAL · INGENIERÍA PARA LA ACCESIBILIDAD**

08 "Viendo" el mundo con las manos

12 Una batalla contrareloj por la vida

14 Adultos mayores independientes gracias a la ingeniería de la información

16 Ortesis, videojuegos, robots: innovaciones estudiantiles para un mundo accesible

18 Pasos de gigantes

20 Modelo para salvar vidas

22 Electrónica para romper las barreras del silencio

24 La paz que incluye

25 *Apps* accesibles, *software* al servicio de todos

26 **Infografía**  
Radiografía de la educación y la discapacidad en Colombia

27 **Columnista invitado**  
¿Cieguito? eso es un madrazo. Por: Eduin Peña

28 **Análisis**  
Luis Felipe Giraldo: ingeniero humanitario

32 **Aniversario**  
25 años en línea

34 **Entrevista**  
"El buen ingeniero sabe comunicarse y trabajar en equipo". Entrevista a Wilson Flórez y Leo McGonagle

36 **Lanzamiento**  
Reminiscencias de Ingeniería

38 **Fotolab**  
Bioimpresora 3D BioX

40 **Mujer ingeniera**  
Marcela Perilla, una líder equilibrada

42 **Egresado destacado**  
Andrés Baquerizo

44 **Proyectos en curso**  
Conozca las iniciativas más recientes de nuestros profesores

46 **Mi proyecto y yo**  
Ganadores Expoandes 2018-II

48 **Zona apps**

50 **Iniciativas**

52 **Escuela Internacional de Verano**

54 **Eventos**

56 **Noticias y reconocimientos**  
Silvia Caro: presidenta de la Red Magallanes

59 **La Facultad en medios**

60 **Procesos internos**  
Nueva Oficina de Relacionamento con las Organizaciones (ORO)

61 **Summa Cum Laude 2018-I**

62 **¡A leer se dijo!**

63 **Agenda**

# NOS ESCRIBEN

Síguenos en redes sociales o  
escribenos un correo electrónico

 @inguniandes   /Ingenieriauniandes

 info.ingenieria@uniandes.edu.co

## 1 Este semestre en nuestras redes

El tuit favorito:



El post favorito:



## 2 Nuestra nota más leída en la web este semestre

¿Qué lección deja Hidroituango para el país?



## SABÍAS QUE ...



### Fanny de La Rotta: la primera profesora de Ingeniería

Lee el perfil completo aquí:

Dicen los archivos que Fanny Francisca Córdoba de La Rotta –antioqueña, ingeniera civil y arquitecta, madre de seis y primera profesora de la Facultad de Ingeniería– llegó a Uniandes en 1962. Por aquel entonces era, en el día, arquitecta diseñadora de cuarteles de la Escuela de Construcción de la Policía Nacional y, en las noches, profesora de Geometría de los futuros ingenieros de la Universidad Gran Colombia, en pleno centro de Bogotá.

Fanny era alta, delgada, alegre. Creció en una familia de próceres: era descendiente, por el lado paterno, del General José María Córdoba y, por el lado materno, de Doña Procesa Delgado, educadora y fundadora del municipio en donde nacería Fanny, llamado Alejandría.

En sus clases era la única mujer entre cientos de hombres, y por eso solían asomarse por las ventanas de su clase los curiosos para descubrir quién era esa profesora exigente, que no necesitaba micrófono, pero que entre escuadras y mesas de madera le enseñaba con dulzura a sus alumnos a dibujar motores, turbinas y máquinas.



Foto: Archivo particular.



# UNA INGENIERÍA SOCIALMENTE RESPONSABLE ELIMINA BARRERAS

Se estima que un poco más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad<sup>1</sup>, esto es cerca del 15% de la población. Esta cifra en Colombia se estima en 6,3%, es decir, cerca de tres millones de colombianos(as) tienen dificultades para movilizarse y relacionarse en un mundo que no ha sido apropiadamente diseñado para ellos(as)<sup>2</sup>.

No es suficiente asegurar que los estudiantes con limitaciones de movilidad puedan desplazarse por todo el campus. Es necesario también que tengan fácil acceso a recursos educativos como los laboratorios, y que quienes tengan limitaciones auditivas o visuales tengan la posibilidad de utilizar recursos que les permita acceder al conocimiento y comunicarse apropiadamente con sus profesores(as) y compañeros(as). Consistentes con esta observación, todos los artículos de este número de CONTACTO (y esperamos que los siguientes) estarán disponibles en su versión digital.

Gran parte de estos diseños, de los espacios, los medios de transporte y, en general, de los artefactos que median nuestras relaciones con el entorno y con los otros, es responsabilidad de los ingenieros. Por eso quisimos dedicar esta edición de CONTACTO a presentar experiencias de ingenieros(as) que trabajan por un mundo sin barreras.

En este número reseñamos varios proyectos desarrollados por estudiantes y profesores(as) que ayudan a eliminar algunas de estas barreras. Entre estos están: B-Tactile, del profesor John Alexis Guerra, que busca poner al alcance de los investigadores, docentes, familia y demás interesados en personas en situación de discapacidad visual, los gráficos táctiles diseñados en países desarrollados en sus respectivas tecnologías; IRIS, de María Fernanda Zúñiga, que es un periférico USB que permite que las imágenes que se muestran en la pantalla de un computador puedan ser interpretadas a través del tacto; una tecnología informática de la profesora Claudia Lucía Jiménez para personas de la tercera edad, con el fin de prolongar de forma segura su etapa de envejecimiento independiente; un nuevo diseño de unas botas y una silla especial de bajo costo para apoyar la rehabilitación de niños que sufren de parálisis, permitiéndoles mejorar su motricidad y optimizar las labores de fisioterapia, del profesor Luis Mario Mateus; varios sistemas de comunicación para el lenguaje de señas desarrollados por los estudiantes Juan Fernando Guerrero y Jaime Andrés Garzón bajo la dirección de los profesores Fredy Enrique Segura y Alba Ávila; el desarrollo de prótesis 3D de bajo costo adelantado por los profesores Alicia Porras y Alejandro Maraño; y un sistema de accesibilidad para aplicaciones móviles que permite su manejo por parte de usuarios con discapacidades visuales, auditivas, motoras y cognitivas, del profesor Mario Linares.

La universidad debe ser el espacio natural de encuentro que refleje la diversidad de un país, por ello una política de inclusión tiene sentido en una universidad que busque, no solo ser reconocida internacionalmente, sino ser relevante para el desarrollo nacional.

Espero que disfruten de este número de CONTACTO y que, desde el ejercicio de nuestra profesión como ingenieros(as), usemos como criterio de diseño el eliminar el mayor número de barreras posible para quienes serán beneficiarios de los artefactos que ayudamos a construir.

Eliminar barreras de acceso socio-económicas, físicas y geográficas es un primer paso. El exitoso programa de Quiero Estudiar y el breve pero significativo programa de Ser Pilo Paga han ayudado a reducir sustancialmente la primera de estas barreras en Los Andes. En efecto, cerca del 15% de los estudiantes de la Universidad pertenecen a los estratos uno y dos. Estas iniciativas, junto con las facilidades de vivienda universitaria y apoyo en la movilidad, también han ayudado a disminuir la última: cerca del 70% de los estudiantes de Los Andes provienen de fuera de Bogotá.

**Alfonso Reyes A.**  
Decano • Facultad de Ingeniería

Las barreras físicas, por otra parte, siguen siendo un reto para el cual Los Andes continúa preparándose.

1. Organización Mundial de la Salud (2011), "Informe mundial sobre la discapacidad".  
En: [https://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/summary\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf?ua=1)  
2. Estas cifras no son muy confiables, pero son las únicas oficiales de que se dispone. Son una extrapolación del Censo de 2005.  
Ver: <https://discapacidadcolombia.com/index.php/estadisticas/185-estadisticas-2015>

IN



GE



NIE



RÍA



## PARA LA ACCESIBILIDAD

“Dentro de nosotros existe algo que no tiene nombre y eso es lo que realmente somos”, decía José Saramago en su Ensayo sobre la ceguera. Cuando comprendemos que aproximadamente 1.000 millones de personas –tres veces la población de Estados Unidos– vive actualmente con alguna forma de discapacidad, esta frase nos ayuda a comprender que, después de todo, somos seres humanos mortales que envejecen en un planeta en donde abundan las enfermedades crónicas como las cardiovasculares, la diabetes, el cáncer o los trastornos mentales.

Nadie está exento de vivir con alguna limitación. Entonces solo queda lo que somos por dentro, el ser humano que necesita superar las barreras y que no se detendrá hasta que existan los artefactos que le permitan funcionar con todas sus capacidades. Ejemplo de ello lo dio al mundo Stephen William Hawking, quien a sus 21 años e iniciando su doctorado en Física en la Universidad de Cambridge, fue diagnosticado con ELA (esclerosis lateral amiotrófica). Los médicos le pronosticaron 14 meses de vida, pero él persistió en su pasión. Llegó a ser profesor titular de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas en su alma máter, trabajó en teoremas del espacio y agujeros negros, ganó 11 distinciones científicas, escribió dos libros y tuvo tres hijos.

Pero la inmensa mayoría de quienes conviven con alguna limitación no tienen las oportunidades que tuvo el astrofísico. Solamente en Colombia, el 19% de las personas en situación de discapacidad son analfabetas –cifra que se reduce al 3% entre el resto de la población-. Desde el preescolar su vida educativa parece una carrera cuesta arriba, una pirámide invertida injusta que deriva en una cifra insólita: solo el 0,1 de la población total llega a obtener un título de posgrado.

Según el Ministerio de Educación, entre las razones por las que no se ofrece un mundo más accesible figuran las posibilidades de acceso educativo, el imaginario social, la marginalidad histórica y el acompañamiento adecuado. La gran pregunta es: ¿qué estamos haciendo para cambiarlo?

En este número de **CONTACTO** les presentamos 10 innovaciones tecnológicas que nuestros ingenieros e ingenieras uniandinos han venido desarrollando desde sus distintas disciplinas para romper las barreras de la discapacidad y dejar un mundo más accesible, que invite a nuevas generaciones a descubrir la Ingeniería. Es por esto que nuestra portada está en braille y el código redirige a la versión digital, porque queremos hablarles a ellos y contarles que no están solos, que estamos innovando, que queremos que nos vean, nos escuchen y lleguen a donde quieran llegar. ♣

# “VIENDO”

Las discapacidades físicas dejan a quienes las experimentan en una posición de desventaja frente al mundo. El objetivo de la accesibilidad es generar tecnologías que reduzcan esa brecha y les brinde igualdad de condiciones. Este grupo de uniandinos halló en las aulas el espacio ideal para aplicar sus conocimientos y usar la inteligencia artificial en favor de los demás.

## ¿Cómo es una imagen táctil?

Una gráfica táctil debe tener la cantidad exacta de información que preserve el significado original, pero evite datos innecesarios que dificulten la habilidad del individuo para entenderlas. Algunas de esas características son:



Deben tener líneas simples, sin muchos detalles.



Deben evitar el uso de perspectiva.



Deben evitar tener muchas intersecciones entre las líneas.

“Cuando un estudiante recibe una educación en ingeniería de la calidad brindada por Los Andes, es como el Hombre Araña, al que le dan un montón de súper poderes. Los puede usar para llenarse de plata, pero también para solucionar los problemas más graves de la humanidad, como los de accesibilidad. Estos son huérfanos, pues a nadie le importan, porque la gente con discapacidades son una minoría”, señala John Alexis Guerra, doctor en Ciencias de la Computación de la Universidad de Maryland, quien hasta hace un par de meses conformó el equipo de profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, y ha dedicado parte de su vida profesional a sacar adelante proyectos enfocados en este tema.

Alrededor del mundo, en los últimos años se han creado diferentes soluciones tecnológicas dirigidas a las personas con deficiencias visuales, con el objetivo de que tengan un acceso más igualitario a la información. Ejemplo de ello son las imágenes táctiles, denominadas así, porque se pueden ‘leer’ con las manos.

Existen diferentes métodos para fabricarlas, algunos rudimentarios —repujando una hoja de papel—, y otros más sofisticados, mediante impresoras braille o 3D. Sin embargo, antes de pensar en qué dispositivo externo emplear, se requiere una imagen bidimensional que sirva de matriz para hacer una táctil, y esta debe cumplir con una serie de requerimientos.

“Es necesario configurarlas para asegurar un buen diseño que después se pueda imprimir. Comparadas con una gráfica normal, sus características son muy limitadas. Esto se debe a que el tacto y la vista no perciben con la misma resolución. El primero no tiene tanta sensibilidad a los cambios, pues con las manos es necesario tocar punto por punto, como si se hiciera un barrido, mientras que con un solo golpe

# EL MUNDO CON LAS MANOS

Por: Diana Cristina Carvajal.

de vista se puede ver toda la imagen”, señala Guerra, quien ahora lidera un emprendimiento en *Silicon Valley*.

Durante los dos años y medio que formó parte de la Facultad de Ingeniería, Guerra promovió en sus alumnos el interés por este tema y dirigió algunos proyectos de grado encaminados en este sentido. “Parte de la ingeniería es ayudar con nuestros proyectos a quienes lo necesiten y, por lo general, no se trabaja mucho con las personas con discapacidades”, advierte el ingeniero de sistemas y computación de Los Andes, Felipe Martínez.

Motivado por la experiencia del profesor, para su tesis de grado desarrolló *Tactile Graphics Finder*, una plataforma compuesta por un motor de búsqueda que ubica todas las imágenes halladas en la red, relacionadas con el concepto que el usuario solicita, y un clasificador que las analiza y determina si son aptas para convertirlas en gráficas táctiles. Además, permite cargar imágenes propias para identificarlas.

“Creemos que usando el aprendizaje automatizado (*machine learning*) podemos ayudar a democratizar las gráficas táctiles y, de esta manera, ayudar a las personas ciegas a acceder a la información presente en imágenes digitales”, explica Martínez, quien desarrolló la plataforma empleando AutoML, de Google, una herramienta para entrenar modelos de aprendizaje por transferencia. Este consiste en aprovechar las capas pre-entrenadas, que detectan algunas características básicas en las imágenes, y volver a entrenarlas para que identifiquen nuevas categorías. “Para entrenar el modelo creé una base de datos con gráficas buenas y malas, y después lo incorporamos en nuestro buscador”, añade.

## Un paso más allá

Más adelante, Carlos González retomó el trabajo de Martínez. “John me propuso hacerlo y me llamó mucho la atención porque combinaba dos temáticas que me gustaban, la accesibilidad y el *machine learning*”, resalta.

El objetivo de *Tactiled*, como el venezolano bautizó su proyecto de grado, era proveer una biblioteca virtual





De izq. a der. Ricardo González, Carlos González, Antonio de la Vega y Felipe Martínez.

### Iris y BTactile.com

El interés por la accesibilidad ha sido una constante a lo largo de la carrera profesional de John Alexis Guerra.

Junto con un grupo de ingenieros —entre ellos, su esposa María Fernanda Zúñiga, también exprofesora del Departamento—, para el trabajo de grado como ingenieros de sistemas de la Universidad Tecnológica de Pereira, en 2003 crearon Iris, un dispositivo externo que le permite a niños ciegos ver imágenes y colores con las manos.

En la actualidad, Iris está implementado en tres instituciones educativas de Pereira, Santa Rosa de Cabal y Bogotá.

Además, desde hace cinco años, junto con Zúñiga vienen desarrollando BTactile.com, un buscador de imágenes que permite hallar gráficas táctiles provenientes de los repositorios de ocho países diferentes, generados por expertos de cada nación. “Es el motor de búsqueda con mayor cantidad de imágenes táctiles en el mundo —reúne alrededor de cinco mil gráficas— y es reconocido en las comunidades de imágenes táctiles y de ceguera a nivel mundial”, señala Guerra.

de imágenes adecuadas para convertirlas en gráficas táctiles. Esta plataforma busca en la red cualquier imagen solicitada por el usuario y la clasifica. También le permite cargar fotos e ilustraciones propias, pero, a diferencia de la herramienta creada por Martínez, en caso de que no sean válidas, le ofrece una serie de opciones que sí lo son.

Otra de las ventajas de *Tactiled*, es que trabaja de manera colaborativa. Es decir, se va alimentando con las gráficas que usuarios especializados en el tema han señalado como apropiadas para ser táctiles.

“Les entregamos una serie de imágenes halladas en internet y ellos decidieron si eran buenas o no. Cuando empezamos el proyecto la confiabilidad del modelo era del 88% y, gracias a este proceso de reentrenamiento, aumentó a un 94%”, señala González. “La idea es que esta plataforma se convierta en un repositorio de referencia donde cualquier persona pueda hallar imágenes que puedan usarse como gráficas táctiles”, agrega el también venezolano Ricardo González, estudiante de Ingeniería de Sistemas y Computación, que participó como asistente del proyecto.

### Con espíritu colaborativo

Otro de los ejemplos de avances tecnológicos que incrementan la accesibilidad de personas con discapacidad visual son los lectores de pantalla, unos programas que describen al usuario los elementos que aparecen en la pantalla de su computador o de su celular, mientras navega en la red.

Sin embargo, muchas veces no resultan muy eficientes debido a que la mayoría de páginas *web* no se crean pensando en las necesidades de este público y, por tanto, poseen fallos de accesibilidad.

Uno de los errores más frecuentes es que las imágenes no están bien etiquetadas, lo cual impide que el lector de pantalla las describa correctamente. Otro, la ausencia de contraste en los colores de los diferentes elementos de la página, lo cual le dificulta la lectura a cualquier persona que tenga problemas de visión.

Con el fin de hallar una solución a estos problemas, Antonio de la Vega creó *Magically*, una plataforma cuyo objetivo es ayudar a generar páginas



**“La accesibilidad es el proceso de crear tecnologías que le permitan a una persona con discapacidad estar a un nivel un poco más cercano al de cualquier otro individuo”**,

John Alexis Guerra.

accesibles, es decir, que respeten los estándares establecidos, para que un lector de pantalla u otras tecnologías de accesibilidad sean capaces de leerla de manera eficiente.

*Magically* analiza la página web y revisa si tiene errores de accesibilidad. En caso de tenerlos, presenta una interfaz con un listado de los problemas que se deben solucionar, donde el usuario puede arreglarlos aún si no sabe programar. Esta nueva configuración —con estas correcciones— queda grabada como un complemento del navegador, de tal manera que cuando otra persona ingresa a la plataforma y revisa esa misma página, de manera automática la herramienta le presenta la solución aportada por el anterior usuario. “Tiene este componente *crowdsourcing*, es decir, entre los mismos usuarios se van creando las soluciones a los problemas de accesibilidad”, explica Antonio.

La herramienta posee dos componentes. El primero es una extensión que se instala en el navegador, el cual determina si otro usuario ha hecho correcciones a la página, las traduce a código y las aplica. El segundo es una aplicación *web*, donde aparece el listado de problemas a solucionar. Los dos se comunican entre sí para corregir los problemas de accesibilidad de forma transparente mientras la persona navega.

“Entre un 10% y un 15% de la población mundial sufre algún tipo de discapacidad. Desde el punto de vista de un desarrollador de *software*, se deben tener en cuenta a todos los usuarios posibles que puede tener una plataforma. Pero también desde lo social, porque todo el mundo debe tener acceso a la información”, enfatiza de la Vega. “Estos espacios académicos son ideales para desarrollar estos proyectos, porque si los estudiantes no lo hacen, nadie los va a hacer. Ellos poseen las herramientas para solucionar estos problemas, tienen ese súper poder, que viene con una responsabilidad que no pueden ignorar. ¿Qué hacen para cambiar el mundo, para mirar más allá de su nariz, de su beneficio personal?”, concluye Guerra. ⚡

### Tactiled: inteligencia artificial para democratizar la información



Usa un modelo preexistente para clasificar imágenes.



Halla imágenes buenas y malas para convertirlas en gráficas táctiles.



Inserta las nuevas categorías en el modelo de *machine learning* y lo reentrena.



Carga el nuevo modelo en el navegador.



La plataforma muestra una serie de imágenes táctiles o de cualquier imagen que el usuario busque.



Transforma las malas imágenes en imágenes adecuadas.

### ¿Cómo se hacen las imágenes táctiles?



**Impresión en braille:** consiste en hacer un mapa de los píxeles presentes en una imagen digital y convertirlos en puntos de braille, produciendo una versión en relieve de la imagen original.



**Swell paper:** este es un tipo de papel recubierto con cápsulas microscópicas de poliestireno que, con el calor, hace que las zonas pintadas crezcan generando una versión en relieve de la imagen.



**Plastic embossing film o German film:** es un papel plástico que al repujarlo se levanta y queda en relieve.



**Impresoras 3D:** partiendo de un modelo 3D, la impresora elabora la figura.



# UNA BATALLA CONTRARELOJ POR LA VIDA

El Accidente Cerebrovascular (ACV) es el equivalente cerebral de un ataque al corazón. Al afectar la actividad de este órgano, puede traer como consecuencia diferentes discapacidades —motoras, de lenguaje, visuales— o, incluso, la muerte. El Grupo de Ingeniería Biomédica, apoyado por la Escuela de Gobierno y la Fundación Santa Fe, lideró un proyecto que busca

## optimizar la atención de pacientes

con esta enfermedad, con el objetivo de minimizar las repercusiones.

En Colombia, el ACV es una de las principales causas de discapacidades, y la cuarta de mortalidad en adultos. Sin embargo, el 85 % de las personas que lo han sufrido pueden recuperarse de manera satisfactoria, dependiendo de la severidad del infarto y del tiempo transcurrido desde que se presenta, hasta su detección y tratamiento.

En nuestro país, el tiempo puede volverse un factor en contra, si se tiene en cuenta que la mayoría de los casos requieren de atención médica especializada y muy pocas instituciones poseen los equipos y el personal médico necesario para atenderlos. De acuerdo con los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS), solo 191 instituciones cuentan con terapia trombolítica 24 horas al día, los siete días de la semana; y solo 14 con trombectomía mecánica, la mayoría concentrados en la capital del país. “En Bogotá sólo hay cuatro con disponibilidad de trombectomía 24/7: la Fundación Santa Fe de Bogotá, la Clínica Shaio, la Fundación Cardioinfantil y el Hospital San Ignacio”, señala Antonio José Salazar, profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y líder del diseño de una red de urgencias y una red de radiología móvil para el diagnóstico y tratamiento temprano del ACV.

Gracias a este modelo, aún sin la presencia de un especialista, un médico ubicado en cualquier institución de salud —de primer nivel, básica o avanzada (ver recuadro: “Panorama del ACV en Colombia”)—, podría decidir qué tratamiento se le debe suministrar al paciente o si es necesario remitirlo a una entidad

### La prueba final

En abril se comenzó a implementar una prueba piloto en la que se usa Telestroke-RU y Telestroke-TES para atender pacientes, en tiempo real, tanto de la Fundación Santa Fe, como de centros médicos de primer nivel.

médica especializada. Así mismo, los neurorradiólogos podrían interpretar imágenes diagnósticas a distancia, con el fin de optimizar el tiempo de atención del paciente.

El diseño cuenta con tres componentes. Uno de ellos es el SITAC, Sistema de Información Territorial en Accidente Cerebrovascular, una plataforma gráfica desarrollada por la Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo y la Facultad de Ingeniería, que brinda información acerca de la situación del ACV en el país.

Gracias a esta herramienta se pudo comprobar, por ejemplo, que fue necesario trasladar a un gran número de pacientes a otras ciudades para recibir tratamiento, pues en sus lugares de origen no existen centros médicos con la capacidad para atenderlos. “Este proyecto es una alternativa para optimizar la atención del ACV, que valdría la pena empezar a considerar”, resalta Diego Lucumí, profesor asociado de la Escuela de Gobierno.

Otro componente es Telestroke-RU (Red de urgencias), cuya meta es lograr un rápido y acertado diagnóstico del ACV. Este *software* funciona como un árbol de

### Trabajo en equipo

En el proyecto, cofinanciado por Colciencias, participaron por la Facultad de Ingeniería, el profesor Antonio José Salazar y el estudiante de la maestría en Ingeniería Biomédica Juan Camilo Pérez. Por la Escuela de Gobierno, el profesor Diego Lucumí (der.) y la estudiante de la Maestría en Salud Pública, Andrea Arenas. Y por la Fundación Santa Fe de Bogotá, el neurorradiólogo Nicolás Useche, la doctora Brenda Roper, el neurólogo Carlos Martínez y el neurocirujano Hernán Bayona (izq.).



decisión, donde el médico va tomando en cuenta los exámenes y los test que se le hacen al paciente —estos incluyen un conjunto de preguntas y miden una serie de parámetros— y, en función de esto, decide si en realidad se trata de un ACV, de qué tipo y cuál es el paso a seguir.

“Dimos nuestro concepto acerca de cuáles son los caminos que recorre una persona con un posible ACV, dependiendo del nivel de atención”, explica Hernán Bayona, neurocirujano y director del Centro de Cuidado Clínico en ACV de la Fundación Santa Fe de Bogotá, institución que trabajó de la mano con el profesor Salazar para desarrollar esta herramienta. “Pusimos todo eso por escrito, lo convertimos en diagramas de árbol de decisión y, finalmente, lo traducimos en un *software*”, añade el profesor, quien es doctor en Telemedicina de la Universidad Tecnológica de Compiègne, en Francia.

### La telemedicina al servicio del ACV

Cuando ocurre un accidente cerebrovascular, cada minuto que pasa se mueren en promedio dos millones de neuronas. Esto se traduce en discapacidades e incluso, en el riesgo de morir, si se trata de infarto más extenso.

El tercer componente fue ideado para aprovechar las bondades de la telemedicina, con el objetivo de disminuir las repercusiones de la enfermedad, al reducir el tiempo transcurrido entre el evento y la atención del paciente.

Se trata de Telestroke-TES (Sistema de evaluación tecnológica), un *software* para la lectura de imágenes diagnósticas a distancia, que sigue el protocolo específico para pacientes con síntomas de ACV. Gracias a este desarrollo, un neurorradiólogo ubicado en cualquier lugar del país podría leer un TAC (tomografía axial computarizada) en un dispositivo móvil—como portátiles, tabletas o teléfonos celulares—, con el mismo nivel de certeza que si lo leyera en un monitor médico especializado. Además, este *software* permite formar a residentes en radiología.

“Hay sitios donde no hay un neurólogo, un neurorradiólogo, o no está disponible 24 horas al día, y se requiere de esa experticia. Con el *Telestroke*, como se denomina esta rama de la telemedicina, se puede atender de forma remota. Esta herramienta podría implementarse en diferentes sitios, como áreas rurales, y sería muy útil en el tratamiento de esta enfermedad”, concluye Bayona. ✦

### Panorama del ACV en Colombia

Casos de ACV presentados entre 2011 y 2015.



Datos tomados de SITAC, que a su vez son resultado del análisis de los datos suministrados por el SISPRO (Sistema Integral de Información de la Protección Social) y las estadísticas vitales del DANE.



# ADULTOS MAYORES INDEPENDIENTES



## GRACIAS A LA INGENIERÍA DE INFORMACIÓN

Investigadores uniandinos trabajan en un proyecto que busca encontrar **soluciones basadas en ingeniería de información** para personas que se encuentren en alguna condición de vulnerabilidad, en particular, adultos mayores independientes y autónomos, así como individuos que viven solos.

De acuerdo con la literatura, el principio fundamental de la accesibilidad es el fácil acceso de las personas a cualquier tipo de entorno, objeto o servicio, esto sin importar su condición social, física o psicológica, entre otras características. Esto quiere decir que todos los individuos tienen el derecho a gozar de las mismas oportunidades, lo que al final se traduce en un mundo pensado para todos.

Conscientes de la importancia de trabajar por ese mundo sin barreras, la profesora asociada, Claudia Lucía Jiménez, coordinadora de la Maestría en Ingeniería de Información (MINE) del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes, y su equipo de investigadores, adelantan un proyecto para ofrecer soluciones computacionales que utilizan la gestión y análisis de información (*Big Data, Pervasive Computing*) de manera escalable y personalizable para mejorar la calidad de vida de las personas, a partir de la comprensión automática del entorno, lo cual permite facilitar la toma de decisiones de la vida diaria.

El proyecto, que lleva más de cinco años en desarrollo, ha centrado su interés en el tema de encontrar soluciones basadas en ingeniería de información para personas que se encuentren en alguna condición de vulnerabilidad, en particular, adultos mayores independientes y autónomos, así como individuos que viven solos.

En el caso de los adultos mayores (personas de 60 años o más), el proyecto es relevante si se tiene en cuenta el crecimiento acelerado de esta población que, de acuerdo con las proyecciones a nivel mundial de las Naciones Unidas, ha pasado de un 8% en 1950 a 13,5% en 2020 y llegará a 21,3% en 2050.

Esta es una cifra que, para la profesora, genera grandes retos en diversos sectores: productividad y competitividad del país, adecuación del sistema de salud y generación de políticas públicas, entre otros.

“Nuestro proyecto se enmarca en la línea de investigación de *Ambient Assisted Living - AAL-* (vida cotidiana asistida por el entendimiento del entorno), que utiliza la tecnología en los espacios habitados por las personas, por ejemplo, la vivienda,

con el fin de prolongar la etapa independiente y activa de sus habitantes, en condiciones seguras, preservando su privacidad y autonomía”, agrega la profesora.

### ¿Cómo lo hacen?

El proyecto plantea el uso de sensores invisibles que monitorean de forma automática y discreta la actividad de la vida diaria de las personas, no para diagnosticar patologías, pues no son personas enfermas, sino para evidenciar cambios e identificar patrones de comportamiento. De esta forma, se pueden detectar de manera automática anomalías y ofrecer retroalimentación oportuna a la misma persona o a su entorno inmediato.

La profesora explica que algunos métodos de la ingeniería de la información permiten interpretar los datos de los sensores del hogar, identificar los diferentes hábitos de las personas, analizar el flujo de datos y, mediante técnicas de adaptación y personalización, ofrecerles un acompañamiento garantizando su privacidad.

“Por ejemplo, si una persona va con mucha frecuencia al baño en las noches o no está descansando lo suficiente, esto puede ser un indicador de alguna afección, que pocas veces se comunica o se admite de forma oportuna. Si una persona no se levanta en las mañanas como es habitual, o no sale de su casa a la hora de costumbre, algo pudo haberle sucedido. Cada situación e individuo puede tener diferentes hábitos y cambiarlos de acuerdo con el contexto (por ejemplo, hoy llueve y no sale a pasear), por ello las soluciones no pueden ser genéricas ni invasivas. Es en estos escenarios que los sensores y el análisis de la información cobran una vital importancia”, agrega Jiménez.

La información de los individuos se protege bajo estrictos protocolos de privacidad y se comparte únicamente con las personas autorizadas previamente. De esta manera se garantiza la protección de los datos y la seguridad de los usuarios ante cualquier amenaza de uso malintencionado de su información de salud o de hábitos de vida.

“Con este proyecto se busca crear, en las viviendas, espacios activos que permitan un mejor envejecimiento, independiente, seguro y autónomo. El envejecimiento no es sinónimo de enfermedad, puede ser saludable, si se cuenta con un entorno adecuado que favorezca su autonomía. De esta manera, los adultos mayores pueden seguir viviendo en su propia casa y llevar una vida normal sin depender de terceros, por más tiempo. Esto ayuda también al entorno de apoyo, como familia y cuidadores, pues pueden tener alertas en condiciones apropiadas. Adicionalmente, con una población que envejece a esta velocidad será necesario impulsar mejoras en materia de políticas públicas, autocuidado y protección. Esto solo es posible si se cuenta con la información adecuada, lo cual es el gran potencial del proyecto”, añade la profesora.

### Una tecnología, varias perspectivas

La aplicación del proyecto es importante en otro escenario como el de las personas que viven solas, teniendo en cuenta que según los últimos datos del Departamento Nacional de Estadísticas (Dane), el 18% de los hogares en Colombia son unipersonales y la cifra va en aumento.

Frente a esta tendencia, la profesora asegura que lo más importante es acompañar con tecnología a esta población, pues la pérdida de autonomía dispara los costos para el sistema público de salud, los individuos y sus familias.

Con el proyecto, es posible establecer los patrones de comportamiento de estas personas e incluso proponer iniciativas de política pública que incentiven, por ejemplo, hábitos saludables y actividades físicas en entornos seguros, aspectos esenciales para garantizar esa autonomía e independencia.

### Mucho por hacer

Para Jiménez, el futuro de la tecnología AAL (*Ambient Assisted Living*), estará centrada en el desarrollo de tecnología que permita, mediante el análisis de flujos de datos, análisis de contexto y técnicas de personalización y adaptación automática, construir soluciones computacionales para mejorar la calidad de vida de las personas.

“En Europa y Japón ya están en marcha, pues es una necesidad inmediata. La investigación en el tema se centra actualmente en técnicas para la recolección de datos y una mayor personalización de las soluciones basadas en información, mediante la integración de soluciones provenientes de los entornos del IoT (*Internet of Things - Internet de las Cosas*)”, explica Jiménez.

Los avances permitirán que los datos recopilados por los sensores sean, también, nutridos por la información obtenida por otros dispositivos como los relojes inteligentes, lo que podría generar información valiosa no solo para los usuarios, sino también para los médicos y los encargados de su cuidado, en los casos que así ameriten.

“Facilitar la vida de las personas es una de las bondades de las nuevas tecnologías y de la ingeniería de la información, que seguirá evolucionando para ofrecer mayores alternativas y romper las barreras del espacio y el tiempo”, concluye la profesora. ▶



El Departamento de Ingeniería Biomédica se esfuerza por promover en sus estudiantes la creación de innovaciones tecnológicas; muchas de ellas se centran en ofrecer soluciones a los problemas de personas con diferentes tipos de discapacidad. Estos son algunos ejemplos.

"Desarrollar nuevos dispositivos para personas en situación de discapacidad no era un campo de interés hace unos años, porque no era llamativo. Las discapacidades son difíciles de afrontar y no siempre hay un retorno económico o un modelo de negocio evidente", señala David Bigio, profesor de Ingeniería Biomédica y líder, desde hace dos años, de un importante semillero de innovaciones, muchas de las cuales emplean la tecnología para mejorar la accesibilidad de personas con discapacidades y, por ende, su calidad de vida.

"El mayor beneficio de este tipo de trabajo es el nivel de satisfacción que alcanzan los estudiantes, al comprobar que sus capacidades se pueden aplicar en beneficio de los demás, brindándoles un propósito de vida", concluye el ingeniero mecánico uniandino.

Les presentamos algunas de las innovaciones más recientes de este equipo de futuros ingenieros biomédicos:

# ORTESIS, VIDEOJUEGOS, ROBOTS:

INNOVACIONES ESTUDIANTILES PARA UN MUNDO ACCESIBLE

## Pequeñas acciones, grandes impactos

La innovación desarrollada en el Departamento por Fernando Luis García para su tesis de grado de la Maestría en Ingeniería Biomédica, es una prótesis mioeléctrica personalizada y de bajo costo, para personas con amputación transradial —es decir, más abajo del codo—, fabricada con impresoras 3D.

El artefacto percibe cuando se contraen o se relajan los músculos del brazo gracias a un sensor. Basado en esos movimientos, mediante un algoritmo de clasificación, realiza acciones que cumplen con funciones específicas —por ejemplo, de agarre—, de acuerdo con las necesidades de cada usuario. "El objetivo es impactar en las personas al devolverles esa sensación de cotidianidad, pues de nuevo tendrían la capacidad de hacer cosas que acostumbraban a hacer antes de la amputación", explica el ingeniero eléctrico y biomédico.

## Ortsys

La fabricación de una ortesis requiere de varios meses y, si el usuario es un niño, debido al proceso natural de crecimiento, rápidamente deja de servirle. Este proyecto reduce de tres meses a tres días este tiempo de manufactura, gracias al uso de tecnologías de captura y de impresión tridimensional, las cuales permiten obtener una imagen del miembro afectado sin necesidad de la fabricación de moldes. Además, mediante el uso de un *software*, brinda la posibilidad de realizar correcciones en la postura o el tamaño del dispositivo, a medida que el paciente crece o su estado de salud evoluciona.

## Swing y Moti

Una de las consecuencias de la parálisis cerebral es la pérdida de las capacidades motoras. Estos dos proyectos son sistemas interactivos de terapia en casa, para niños con este trastorno. Mediante videojuegos, hacen que los pequeños realicen los movimientos necesarios para su rehabilitación y, a la vez, obtienen señales de su actividad muscular con el fin de monitorear la efectividad de la terapia.

## Flexor

Está dirigido a personas que han perdido la movilidad en un brazo debido a la reducción de la capacidad de articulación de su codo. Consiste en un robot blando que, gracias a unos motores, les ayuda a flexionarlo y extenderlo.

## Eyepay

Este dispositivo móvil determina la denominación y la autenticidad de los billetes, mediante un sensor con luz ultravioleta, que detecta los detalles de seguridad fluorescentes, y el uso de inteligencia artificial. Aunque fue creado para personas con discapacidad visual, puede ser usado por todo el mundo.

## Insight

Este dispositivo facilita el acceso a la educación de personas con discapacidad visual, al brindarles la posibilidad de 'leer'. Se trata de un artefacto que traduce textos impresos a audio. Además, contribuye a la enseñanza del braille, pues a medida que suena el audio, en una especie de teclado se van formando las palabras en este código.

## Easyevac

Este sistema permite que personas con cualquier tipo de discapacidad puedan ser fácilmente evacuadas de edificios, durante eventos catastróficos o simulacros. El dispositivo está compuesto de un sistema de arneses que se cuelga en las escaleras de la construcción.



# PASOS DE GIGANTES

**Ingenieros mecánicos** de Los Andes demuestran que el diseño puesto al servicio de la sociedad tiene la capacidad de transformar vidas.

Por: María Angélica Huérfano.

Sofía tiene tres años, es una niña muy alegre a la que le gusta salir de paseo, ir al parque y al supermercado con sus papás. Aunque su nacimiento fue prematuro, a las 26 semanas de gestación, y una afección conocida como leucomalasia periventricular le provocó una parálisis cerebral infantil que afecta su actividad motora, sus potenciales de desarrollo son positivos gracias, entre otros factores, a la intervención de instituciones como la Asociación Aconíño, entidad que apoya la atención integral de las familias y los niños con esta condición.

Parte de la atención integral que recibe Sofía, junto con los demás niños de la Asociación, se ha convertido en eje central de una de las líneas de investigación en las que actualmente trabaja el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, bajo la dirección del profesor asociado Luis Mario Mateus.

Se trata del desarrollo de dispositivos terapéuticos para niños diagnosticados con parálisis cerebral, que les permite a los pacientes adquirir una posición bípeda (de pie) de forma ergonómica y segura, lo que mejora los resultados de su terapia.

Un trabajo que ha requerido, por parte de sus investigadores, los estudiantes Daniel Felipe Jaramillo y Natalia Lineth Baquero, conocer de primera mano las reales necesidades de los niños con esta condición, acercamiento que ha sido posible gracias al apoyo de la Asociación.

“La Asociación trata a niños con deficiencias motoras de leves a profundas, entre estas, las que se presentan en el tren inferior del cuerpo, es decir, pelvis y piernas, lo que dificulta las posiciones de pie y los desplazamientos. Esto hace necesario que los pacientes realicen una serie de terapias para fortalecer su musculatura, mejorar su equilibrio y prevenir deformaciones óseas. Tener la oportunidad de conocer este trabajo terapéutico nos permitió evidenciar, por ejemplo, que algunos de los equipos que se usan para este tipo de ejercicios de rehabilitación no cuentan con estándares de seguridad que faciliten una adecuada postura”, señaló Baquero.

Identificar esta necesidad le permitió a la investigadora proponer el rediseño y estandarización de un *Ministanding* artesanal, dispositivo que facilita que los niños a los que se les dificulta controlar la estabilidad en el tren inferior de su cuerpo logren alcanzar una posición erguida apoyada sobre los pies.

Como el propósito es lograr una postura correcta para cada una de las edades de los pacientes, el dispositivo propuesto por Baquero permite ajustar la separación de las piernas con el

ancho de los hombros para que queden completamente alineados. Actualmente, el desarrollo del *Ministanding* está pensado para niños entre los 4 y los 9 años.

En esta misma línea, el estudiante Daniel Felipe Jaramillo propuso la evaluación, rediseño y construcción de un bipedestador eléctrico, equipo que permite que los pacientes con discapacidades motoras logren pasar, de una manera más fácil, ergonómica y segura, de la posición sedente a la bípeda, es decir de estar sentados a estar de pie y viceversa.

En este caso, el dispositivo es un rediseño de un prototipo desarrollado un semestre atrás, por otro de los estudiantes del Departamento, lo que requirió realizar teorías de fallas y procesos de simulación, trabajo que contó con el apoyo de diferentes profesionales de la salud que le brindaron al proyecto el soporte técnico necesario para entender las necesidades del usuario y las restricciones de diseño.

“En los ejercicios de rehabilitación la idea es que los niños soporten su propio peso y esto solo se logra si están de pie, posición que es difícil de alcanzar y mantener debido, entre otros factores, a que muchos de los pacientes con discapacidades motoras profundas presentan poca estabilidad y además les cuesta mantenerse mucho tiempo en la posición erguida. El bipedestador eléctrico permite sentarse y pararse las veces que sea necesario durante la terapia, minimizando el esfuerzo, tanto de los niños como de los terapeutas”, explicó Jaramillo.

### Ingenio no convencional

Pero además del ingenio para desarrollar prototipos pensados en las necesidades particulares de este grupo de niños, conocimiento que podrá ser trasladado a toda la población con parálisis cerebral infantil, los investigadores de Los Andes han ido más allá al proponer la manufactura de estos equipos con materiales no convencionales que reducen significativamente sus costos de producción, lo que permitirá que los dispositivos sean mucho más asequibles para los pacientes y a las fundaciones que tratan esta condición.

“Utilizamos procesos de manufactura innovadora como impresión en 3D para piezas estructurales, lo que nos permitió realizar un diseño menos limitado y mucho más ajustado a las necesidades particulares de los niños”, agregó Baquero.

En cuanto al bipedestador, su manufactura también se realizó con materiales colombianos, lo que redujo su costo de aproximadamente 30 millones de pesos, precio en el que se encuentra en el exterior, a dos millones de pesos.



Daniel Felipe Jaramillo



Natalia Lineth Baquero

“Para muchas de las fundaciones que apoyan el tratamiento de niños con parálisis infantil es difícil adquirir este tipo de dispositivos, debido a sus elevados costos. Por esta razón, y como parte de nuestra investigación, los equipos, financiados y diseñados por completo al interior de la Universidad, son donados a la Asociación”, añadió Jaramillo.

### El futuro

De acuerdo con el profesor Mateus, esta línea de investigación continuará haciendo parte de los proyectos de grado del Departamento de Ingeniería Mecánica y lo que se buscará de ahora en adelante es mejorar el diseño de los actuales prototipos y desarrollar nuevos equipos. En el caso del bipedestador, que les permita a los pacientes ir de la posición acostado hacia adelante, y la creación de una mesa didáctica que facilitará que los niños realicen, al mismo tiempo, tanto la terapia física como la cognitiva. ✦



# MODELO PARA SALVAR VIDAS

Un algoritmo que permite estimar el costo asociado a las mordeduras de serpientes en Colombia, crear estrategias de distribución del suero antiofídico, y formular planes de prevención es la tesis doctoral de Ingeniería Biomédica de Carlos Bravo. El diseño del modelo ya fue probado en Costa Rica y está próximo a dar sus frutos en el país.



Armado con linterna, pilas, un palo, café y algo de comer, Carlos Andrés Bravo camina cada noche unas cinco o seis horas por entre la vegetación. Va lento, midiendo sus pasos, y con la atención puesta en encontrar ejemplares de Talla X, como se le conoce popularmente a la serpiente *Bothrops asper*, una de las causantes de más envenenamientos en el país.

Busca en las cuevas, en los matorrales o junto a las piedras y cuando encuentra alguna la levanta, la pesa, la mide, define su sexo y la vuelve a dejar. En una libreta anota, además, la hora del encuentro y, si este sucede cerca de una casa o donde pueda toparse con otro humano, la transporta en una bolsa de tela hasta otro lugar donde pueda seguir su camino.

Ese es el plan que hace durante 18 noches seguidas este estudiante doctoral de Ingeniería Biomédica. Y a veces encuentra "menos de una por noche". En su último periodo de exploración, en el que estuvo seis noches en Carmen de Apicalá, seis más en Cunday y otras seis en Icononzo, pueblos de la cuenca del Magdalena, encontró apenas cuatro vivas.



Se estima que cada año ocurren  
**1.800.000**  
accidentes ofídicos en el mundo.

En Colombia hay aproximadamente  
**300 especies**  
de serpientes. **Solo 53**  
son venenosas.



De las venenosas hay dos grupos: **las víboras y las corales**.

Ese ejercicio de búsqueda hace parte del trabajo de campo que realiza para su tesis. Su objetivo es crear un modelo matemático que prediga la afectación que le causan al país los accidentes ofídicos -como se les llama a las mordeduras de serpientes- y proponer, así mismo, un modelo económico para optimizar la distribución del suero antiofídico con el que se contrarrestan los efectos del veneno.

La Organización Mundial de la Salud definió el accidente ofídico como una enfermedad tropical desatendida, que deja cada año unas 94 mil personas muertas y otras 400 mil en situación de discapacidad, con ceguera, contracturas, restricción de la movilidad o amputaciones alrededor del mundo.

Parte de las razones por las cuales se desatiende es por la escasa información al respecto. En Colombia, apenas en 2007 el Instituto Nacional de Salud, a través del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública, logró hacer obligatorio el reporte de accidente ofídico en centros médicos y hospitales. Y con eso los datos mejoraron bastante. En aquel entonces se tenía noticia de menos de mil casos al año, mientras que 10 años después, en 2017, el registro da cuenta de 4.978 en todo el país.

Sin embargo, el subregistro podría multiplicar la cifra, porque hay muchos casos que ni siquiera llegan a centros médicos, dada la distancia, la velocidad de acción del veneno e incluso la ignorancia de que existe un antídoto que se produce en el país, que contrarresta muy bien el efecto del veneno. "El problema es que el tratamiento no necesariamente está donde más se necesita", señala este joven investigador para remarcar la deficiencia en disponibilidad de suero en regiones apartadas del país.

Ahí es donde cobra importancia su tesis. Pero lo que hace con su trabajo de campo es apenas una parte de lo que pretende lograr. Las búsquedas nocturnas de serpientes se repetirán durante este año unas seis veces hasta completar la información requerida para entender las variaciones en la población de serpientes que se encuentran a lo largo del año.

Luego, al cruzarlo con el censo de humanos, y utilizando un modelo epidemiológico que se basa en el uso de la ley de

masas -en la que hay dos cosas que se están moviendo simultáneamente- logra estimar la posibilidad de que se den encuentros entre humanos y serpientes, y con eso, puede tener un modelo matemático que permita estimar la magnitud real del problema, o de la cantidad de casos de accidente ofídico que pueden suceder.

Él ya estuvo un año diseñando la herramienta computacional, calibrando los métodos de conteo de serpientes venenosas en campo y el algoritmo con el que predice la incidencia de casos. Lo hizo en Costa Rica, donde también está la Talla X y la información es bastante más completa que aquí. Los resultados están próximos a ser publicados.

De modo que al terminar el trabajo de campo en Colombia y cruzar la información con los censos humanos, el registro de casos y variables como los picos de lluvia -que ha confirmado que guardan relación estrecha con los picos de accidente ofídico- podría hacer una estimación sobre cuánta gente no está siendo tratada, evaluar el costo-efectividad del tratamiento y proponer estrategias para mejorar la cobertura del suero. "No sólo en dónde se necesita, sino en qué temporadas", explica.

Lo que él quiere es "ofrecer una herramienta capaz de monitorear el accidente ofídico, sobre la cual se pueda también proponer campañas de prevención y capacitación del personal médico que permitan disminuir la afectación de las poblaciones rurales", que son las más vulnerables tanto por la presencia de serpientes como por la deficiencia en la atención en salud.

Para el propósito de mejorar la prevención, Carlos también ha hecho encuestas para establecer la forma como la gente actúa ante un accidente ofídico y el conocimiento que tienen al respecto. Esta información será clave en la formulación de campañas de educación que, entre otras, ayuden a mitigar la mutua afectación que causa la convivencia entre humanos y serpientes.

Porque, hay que decirlo, en la mayoría de esos encuentros son las serpientes las que terminan muertas. "La gente cree que son agresivas pero esa es solo una mala reputación", dice insistiendo en su docilidad y un tanto inquieto por la reducción de especímenes.

Por eso, en resumen, lo que pretende con su investigación es "salvar vidas". Tanto humanas, como animales. ✦



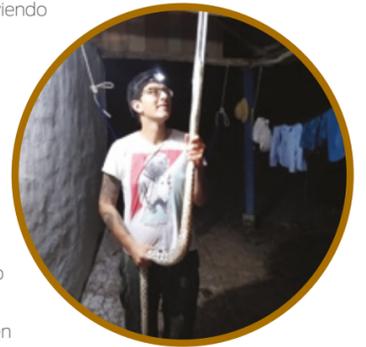
**El veneno puede ser:**

**Necrotóxico:** destruye la membrana celular, generan necrosis y pueden llevar a la amputación.

**Miotóxico:** destruye principalmente el tejido muscular.

**Hemotóxico:** afecta las propiedades coagulatorias de la sangre, generando frecuentemente hemorragias.

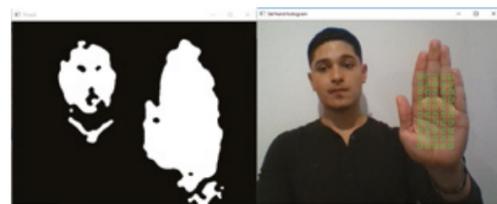
**Neurotóxico:** afecta el sistema nervioso. Genera parálisis.



# ELECTRÓNICA PARA ROMPER LAS BARRERAS DEL SILENCIO

Las precarias condiciones de inclusividad para la comunidad sorda en Colombia **motivaron a dos estudiantes de Ingeniería Electrónica** a diseñar un par de sistemas innovadores que permiten traducir a texto y voz la lengua de señas.

Juan Fernando Guerrero y Jaime Andrés Garzón, ambos ingenieros electrónicos uniandinos, comparten la idea de cambiar un estruendoso mundo que, definitivamente, no está diseñado para personas con limitaciones auditivas. Por esto, orientados por dos profesores asociados al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, cada uno diseñó sistemas tecnológicos distintos concebidos para generar condiciones de igualdad en la comunicación entre poblaciones sordas e interlocutores parlantes que desconocen la lengua de señas. CONTACTO les presenta estos dos desarrollos:



## Traductor de Lenguaje de Señas Norteamericano

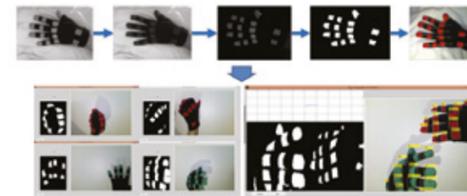
**Creador:** Juan Fernando Guerrero  
**Asesor:** Freddy Enrique Segura Quijano

“Tengo una tía y dos primas (hijas de la primera) sordomudas. Como no aprendí la lengua de señas nunca he podido establecer cercanía con ellas ni comunicarme. Nuestra relación no va más allá de un saludo o una despedida”,  
**Juan Fernando Guerrero.**

- Población objetivo**  
Colombianos con discapacidad auditiva conocedores de la lengua de signos americana (ASL).
- ¿En qué consiste?**  
Es un dispositivo capaz de reconocer señas hechas por una persona con limitación auditiva para, posteriormente, traducirlas a la palabra correspondiente, presentada como un texto.
- Proyección**  
El dispositivo pone en funcionamiento una plataforma tecnológica previamente desarrollada y está concebido para ser comercializado por sus cualidades de escalabilidad y portabilidad.

- Innovación**  
Originalmente, el sistema traductor estaba instalado en un computador fijo. Su diseñador optó por montarlo todo en un sistema embebido que permitiera albergarlo en un dispositivo portátil y compacto, ideal para emplearse en la cotidianidad del usuario.
- Diseño**  
El dispositivo está compuesto por una tarjeta con el sistema embebido, una batería recargable, una cámara y conexión HDMI.
- Funcionamiento**  
Una vez calibrado y ejecutado el programa, se despliega en la pantalla una interfaz dividida en dos partes: una muestra lo que capta la cámara, es decir, al usuario haciendo la seña, y en la otra mitad se muestra la palabra a la que corresponde la seña.

**Alcance futuro**  
 Con un desarrollo posterior, este dispositivo puede ser más eficiente, completamente portátil, no requeriría el uso de un monitor y se podría cargar en un dispositivo móvil como celular o tableta.



## Intérprete de Lenguaje de Señas (ILS)

**Creador:** Jaime Andrés Garzón  
**Asesor:** Alba Graciela Ávila

“Crecí viendo a mi hermana mayor, que es sorda, haciendo todo con ayuda o acompañada por mis papás. Siempre me llamó la atención que cuando tenía que acceder al sistema de salud no podía tener nada de intimidad ni privacidad”,  
**Jaime Andrés Garzón.**

- Población objetivo**  
Personas con discapacidad auditiva.
- ¿En qué consiste?**  
Es un *software* para uso en ambientes hospitalarios que emplea la cámara de un computador con el fin de reconocer los gestos que hace un paciente y los traduce en audio para el personal médico.
- Proyección**  
Pensado como una aplicación no invasiva, este *software* facilita a personas con deficiencia auditiva la autonomía, privacidad y confidencialidad con el médico en una cita primaria.

- Innovación**  
Busca establecer una comunicación bidireccional entre médico y paciente. El *software* traduce la lengua de señas a voz y viceversa. Además, reduce la brecha de tiempo entre la seña y la traducción, haciendo más fluida su comunicación.
- Diseño**  
El *software* requiere emplear una cámara de video y que el usuario utilice unos guantes de tela diseñados con franjas de colores y sensores que permiten estandarizar la imagen.
- Funcionamiento**  
Después de tomar la imagen de la cámara y hacer filtros por colores para reducir el ruido y reconocer únicamente el movimiento de las manos y los gestos, el *software* procesa la información y la transmite a una máquina de vector de soporte en donde un algoritmo de *machine learning* compara el movimiento contra una base de datos previamente adquirida, arrojando así un audio con la interpretación del gesto.

**Alcance futuro**  
 Con nuevas mejoras, este *software* podría emplearse en otras actividades sociales en las que la comunidad sorda tiene limitaciones de comunicación, como en el acceso a servicios básicos y en ambientes educativos.

**CONTACTO**  
**Fredy Segura.**  
 Ph.D. de la Universidad Autónoma de Barcelona.  
 fsegura@uniandes.edu.co



**CONTACTO**  
**Alba Ávila.**  
 Ph.D. de la Universidad de Cambridge  
 a-avila@uniandes.edu.co



1. INSOR. 2017. Estadísticas básicas población sorda colombiana. Recuperado de: <http://www.insor.gov.co/observatorio/estadisticas-basicas-poblacion-sorda-colombiana/>  
[http://www.insor.gov.co/observatorio/download/Infog\\_pan\\_sordos\\_Col\\_sept2016.pdf](http://www.insor.gov.co/observatorio/download/Infog_pan_sordos_Col_sept2016.pdf)

# LA PAZ

## QUE INCLUYE

El proyecto **Manufactura aditiva sostenible para la paz en Colombia -3DP4PEACE** -convierte a Uniandes en pionera en la valorización y transformación de residuos agroindustriales y plásticos reciclados para su utilización en procesos de impresión 3D.

Los conflictos armados en el mundo no solo dejan víctimas mortales, acarrean también con desplazamientos, pobreza y una tasa importante de discapacidad, entre otras consecuencias.

De acuerdo con la encuesta de *Humanity & Inclusion*, el 80% de los sobrevivientes de violencia armada quedan con algún tipo de discapacidad, situación que les dificulta el desarrollo de diferentes actividades de la vida diaria. Aunque en Colombia no se tiene una cifra exacta del número de personas que presentan esta condición, de acuerdo con el censo 2005 su población estaría cercana a los tres millones de habitantes, mientras que otros organismos señalan que serían más de siete millones.

Con el propósito de contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de esta población, en especial la que ha sido víctima de violencia, nació a finales de 2018 el proyecto 'Manufactura aditiva sostenible para la paz en Colombia -3DP4PEACE', una iniciativa desarrollada por investigadores de los departamentos de Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, en cooperación con la *École polytechnique fédérale de Lausanne*, EPFL, (Escuela politécnica federal de Lausana) de Suiza, y el Instituto Omnis, que apoya a líderes sociales en la construcción de proyectos de paz inclusivos.

El proyecto busca desarrollar nuevos filamentos a partir de materiales reciclados en combinación con

fibras naturales y/o residuos agroindustriales colombianos, que posteriormente serán utilizados para el diseño y manufactura de dispositivos impresos en 3D que ayuden a mejorar las capacidades funcionales de esta población facilitando su accesibilidad e inclusión, bajo el concepto conocido como tecnología de asistencia.

"Aunque el proyecto lleva apenas unos meses, la Universidad tiene más de 10 años de experiencia en el desarrollo de nuevos materiales compuestos con fibras naturales y/o residuos agroindustriales, para el diseño de productos sostenibles, amigables con el medio ambiente y que contribuyan al fortalecimiento y competitividad del país. Hemos trabajado con fibras naturales colombianas provenientes de palma de Manicaria, palma de Cumare, planta del plátano y caña, entre otros. Con la fibra de Manicaria se patentó el desarrollo de un material biodegradable y se está manufacturando filamento para impresión 3D a nivel laboratorio; esta experiencia ha contribuido significativamente a la investigación 3DP4PEACE, que además de tener un componente de innovación tecnológica, tiene un impacto social ya que permitirá contribuir a mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad física", señaló la profesora asistente del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de los Andes y directora de la iniciativa por parte de la institución, Niyreth Alicia Porras.

La valorización y transformación de residuos agroindustriales y plásticos reciclados, en las que se aprovechan sus características y propiedades para obtener nuevos materiales que pueden ser utilizados en procesos de impresión 3D, convierten al proyecto y a la Universidad de los Andes en pioneros en el tema en Colombia.

### Dispositivos que cambian vidas

En la actualidad, la mayoría de los equipos y tecnología de asistencia para la población con discapacidad son inexistentes o difícilmente asequibles; por esta razón, el proyecto busca que la producción de estos dispositivos -trabajo que contará con el apoyo de empresas privadas como Fused Form, emprendimiento creado por un egresado de la Universidad-, lleguen directamente a quienes los necesitan por medio de iniciativas que visibilizan, apoyan y enseñan a tratar a personas con esta condición, como lo hace la Fundación Todos Podemos Ayudar, liderada por el ingeniero Felipe Betancur, y que desarrolla buena parte de su actividad en Medellín, Antioquia.

Además de su contribución social, el proyecto espera, en el mediano y largo plazo, motivar a otras empresas y entidades a que sigan apoyando esta iniciativa, incentivar la manufactura y comercialización de filamentos reciclados y/o biodegradables, y abrir nuevas oportunidades de mercado en dispositivos para discapacitados que puedan ser asequibles y funcionales a las necesidades de las personas. ↗

# APPS ACCESIBLES,

## SOFTWARE AL SERVICIO DE TODOS



Bajo el concepto de 'diseño universal' investigadores uniandinos trabajan para mejorar la accesibilidad en aplicaciones móviles.

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS)\*, el 15% de la población mundial (más de mil millones de personas) tiene alguna clase de discapacidad y la cifra puede aumentar, debido al envejecimiento de la población y al aumento de enfermedades crónicas a nivel mundial.

Este dato se convirtió en uno de los puntos de partida para que Mario Linares, profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes, y los estudiantes Santiago Liñán -de la Maestría en Ingeniería de Software-, y Diana Solano -de la Maestría en Ingeniería Industrial-, en colaboración con Christopher Vendom, profesor asistente de Miami University, llevaran a cabo un estudio empírico que permitió definir una agenda de investigación a mediano y largo plazo centrada en accesibilidad en aplicaciones móviles.

"La inquietud por el tema de la accesibilidad en nuestra área de trabajo se empezó a materializar hace, aproximadamente, un año, durante el curso de Desarrollo de aplicaciones móviles que yo dicto en último semestre de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación. Este espacio ha servido para transmitirles a los estudiantes el concepto de 'diseño universal' que busca asegurar que los productos y servicios que se ofrecen sean aptos para todas las personas sin importar sus condiciones físicas", señaló Linares.

Durante el desarrollo de la investigación, el equipo analizó repositorios de código y preguntas/respuestas en línea muy usados por los programadores (como *GitHub* y *Stack Overflow*), para identificar las buenas prácticas que los desarrolladores están utilizando para crear *software* que puede ser utilizado por personas con alguna discapacidad.

"Descargamos 1.442 discusiones de *Stack Overflow*, de las cuales analizamos manualmente una muestra de 366.



**"Debemos educar a nuestros ingenieros para que sean más conscientes sobre el tema de la accesibilidad. El 15% de la población mundial es una cantidad significativa, hay un amplio campo de acción para mejorar la calidad de vida de estas personas y hacer más inclusivo el mundo del software",**

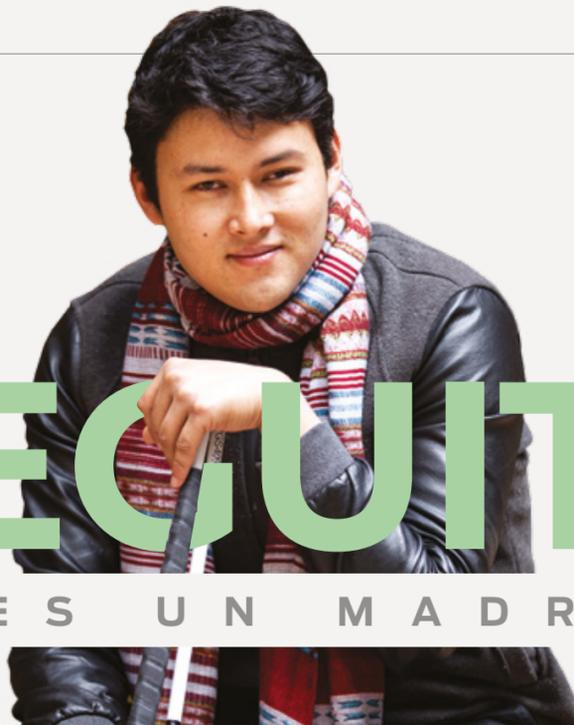
Mario Linares, profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes.

Por cada discusión analizamos las preguntas y respuestas, y las etiquetamos utilizando un procedimiento de 'open coding'; al final obtuvimos una taxonomía que permite ver el tipo de problemas que tienen los desarrolladores de *apps* Android en distintos niveles, en lo concerniente a accesibilidad. También estudiamos de forma estática y automática, alrededor de 13 mil aplicaciones y encontramos que solo la mitad usa contenido asistido y solo el 2% aprovecha las librerías de accesibilidad de Google; que permiten aprovechar las herramientas de Android para hacer *software* accesible, como lectores de pantalla para personas con discapacidad visual", agregó el profesor Linares.

Los datos, junto con su análisis y el conjunto de recomendaciones para que los desarrolladores de *software* accedan a herramientas que les permita identificar si las aplicaciones que están desarrollando tienen problemas de accesibilidad quedaron plasmados en un paper denominado 'Can everyone use my app? An empirical study on accessibility in Android apps' (¿Pueden todas las personas usar mi aplicación? Un estudio empírico sobre accesibilidad en aplicaciones Android), documento que, actualmente, es revisado para aceptación en una de las conferencias más importantes de Ingeniería de Software. ↗

# ¿CIEGUITO?

## ESO ES UN MADRAZO



A pesar de las múltiples problemáticas que se encuentran alrededor de la accesibilidad, hay que valorar, sin embargo, la calidad humana que se encuentra en la universidad y la intención de cambio. La preocupación de los profesores por mejorar su metodología alrededor de la discapacidad y proyectos con enfoque en accesibilidad, liderados por algunos estudiantes en conjunto con sectores de la universidad como la Decanatura de Estudiantes evidencian esta intención de cambio. Son pequeñas iniciativas que muestran el surgir de un nuevo pensar y que impulsan a la universidad a ser, de verdad, la mejor del país.

Las iniciativas que rompen el molde y ponen la producción de conocimiento al servicio de las diferentes formas de ser y estar en el mundo son muy importantes. No obstante, a pesar de que aspectos como la tecnología han avanzado mucho, la mentalidad de la sociedad colombiana se encuentra atrasada muchas décadas. Por ejemplo, aún soy pensado desde la lástima: “el cieguito para quien la única solución de salir de la desgracia es que la ciencia encuentre una pronta cura a la ceguera”.

¿Qué cara hará la sociedad cuando desde lo profundo de mi ser digo que me encanta ser ciego? Si cuando fuese al cine hubiera películas audio descritas, si hubiese una industria mejor desarrollada de audio juegos, o si los salones de mi universidad tuvieran los números en relieve y no perdiera más clase por no encontrarlos, tal vez no vuelva a tener deseos de volver a ver.

La invitación a los lectores de este artículo es a pensar la producción de conocimiento desde otras realidades fuera de lo normativo; a pensar que un ciego, un manco o un sordo, como ejemplos, son usuarios del mundo como cualquier otra persona e igual de importantes; a pensar que la discapacidad de los cuerpos es un absurdo, puesto que ésta solo existe en el entorno y en quienes construyen el mundo desde una única perspectiva. ✦

**Eduin Peña**

Estudiante del pregrado en Lenguas y Cultura en Uniandes.

Uno de los recuerdos más felices que habitan en mi mente está relacionado con algo tan simple como poderoso: un correo confirmando mi aceptación como estudiante de la universidad más prestigiosa de Colombia. Yo, Eduin Peña, ciego obstinado, indómito ante la catástrofe que supone quedar ciego a la corta edad de 15 años en una ciudad pequeña como Acacías, Meta, y con muchos problemas de accesibilidad, había logrado, cuatro años después, conseguir la tan anhelada beca estatal Ser Pilo Paga, con una posterior aceptación en la Universidad de los Andes como estudiante de pregrado en Lenguas y Cultura. Esto suponía, según mis imaginarios de las instituciones educativas en Acacías, un cambio de lo rudimentario a lo avanzado y del pensamiento de la ceguera como una tragedia, al *open mind*.

La Universidad de los Andes, una de las mejores en calidad educativa, la más prestigiosa y con más recursos del país, en temas de accesibilidad parecía aún no saber que el siglo XXI ya estaba en marcha. Si bien se habían hecho algunos esfuerzos en construcción de rampas de acceso, la universidad reflejaba –y aún hoy lo hace– una sociedad que se preocupa muy poco por el tema de la inclusión. Las problemáticas son múltiples y muy variadas: muchos profesores no saben cómo impartir una clase con una persona ciega en ella, no existen herramientas pedagógicas para la inclusión educativa; la señalización es nula, los pasamanos cumplen en la mayoría de los casos la función solo de proteger el jardín, existen vacíos hasta de dos metros sin protección y el acceso a lugares tan importantes como el Centro Deportivo son toda una odisea.

# RADIOGRAFÍA DE EDUCACIÓN Y LA DISCAPACIDAD EN COLOMBIA

A pesar de que no hay una cifra exacta de personas en condición de discapacidad en Colombia, el Censo del DANE de 2005 captó a 2.624.898 (6,1%) personas que refirieron tener alguna discapacidad. Desde el año 2002, a través del Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (RLCPD) una nueva cifra fue contemplada: 1.342.222 personas viven con algún tipo de discapacidad en el país.

En CONTACTO quisimos indagar cómo viven la educación estas personas, cuántos llegan a la universidad y cómo están los índices actuales de empleabilidad. Solo viendo de cerca estas cifras podemos realmente pensar cómo cambiamos o flexibilizamos nuestros entornos –en nuestro caso, los de Uniandes– para brindarles un mundo más accesible, en donde puedan desarrollar todas sus capacidades, sin límites.



En 2009, 529.651<sup>1</sup> estudiantes presentaron la prueba ICFES por primera vez, de los cuales el 0,2% (842) tenían alguna discapacidad: 35% discapacidad motora, 34,9% presentó una discapacidad auditiva y requirieron intérprete en la prueba, 19,1% presentó una discapacidad visual y un 11,5% presentó discapacidad auditiva, pero no requirieron intérprete. La mayoría de sus puntajes están en categoría *media*, y en promedio, las personas con discapacidad visual tuvieron resultados mejores en las áreas básicas al compararlos con otras discapacidades.

**44%**

de los jóvenes entre 12 a 17 años no está estudiando y la inasistencia entre la población de 18 a 24 años llega al 82%, según los registros.



La Sentencia T-139/13 ordena que todos los niños y niñas colombianos con discapacidades físicas, cognitivas o de cualquier otro tipo, tengan derecho a la educación.

**33%**

Solo el 2,34% de la población discapacitada tiene un nivel técnico, tecnológico o profesional. El 1% del total de discapacitados en Colombia finalizó sus estudios superiores. En cuanto a posgrados, solamente llegan a cursarlos un 0,1% de la población discapacitada.



**1.000 MILLONES**

de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad; de ellas, casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento.



Los niños y niñas entre los 3 y los 5 años no discapacitados asisten un 11% más que los niños y niñas con alguna discapacidad en el nivel de preescolar<sup>1</sup>.



Son menos las mujeres que los hombres en situación de discapacidad que acceden a la educación primaria, según un censo hecho en 51 países por la OMS.



**5,4%**

de la población con discapacidad accede a la educación superior en Colombia.

**19%**

de la población discapacitada en Colombia es analfabeta, cifra que se reduce al 3% entre personas no discapacitadas.

Según el DANE,

<sup>1</sup>“La educación de calidad para todos es entendida como un bien público y un derecho humano fundamental que los Estados tienen la obligación de respetar, promover y proteger, con el fin de asegurar la igualdad de oportunidades en el acceso al conocimiento de toda la población”.

Declaración de la UNESCO

1. [En línea] Tomado de <http://www.discapacidadcolombiana.com/index.php/nc-usion-educativa>. Recuperado el 2 de abril de 2019.

2. Padilla Muñoz et al. Frecuencia de discapacidad en estudiantes que presentan la prueba estandarizada de acceso a la educación superior (Saber 11) en Colombia y caracterización de su rendimiento. [En línea] Tomado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/artic/view/38426/4244>, recuperado el 2 de abril de 2019.

# INGENIERO

Es extraño escuchar a un ingeniero electrónico, relacionado más fácilmente con asuntos de “cables y aparatos”, referirse a términos más propios de la psicología social y la economía, como dinámicas y dilemas sociales, cooperación, reciprocidad, confianza y superación de la pobreza.

Pero, “es bueno salir de la zona de confort y explorar otras áreas”, señala animado Luis Felipe Giraldo, quien con esa intención se propuso desarrollar herramientas matemáticas y computacionales para el estudio de las dinámicas sociales y la implementación de estrategias de cooperación financiera para promoción del desarrollo.

Él es ingeniero electrónico, tiene maestría y doctorado en ingeniería electrónica y ahora realiza investigación en las áreas de *Machine Learning* y Sistemas de control como parte del Grupo de Investigación en Automatización para la Producción (GIAP) del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes.

Es decir, en su trayectoria académica y profesional no parecería haber indicios de que con su trabajo podría aportar

en soluciones para reducir la pobreza. Pero, las ciencias son cada vez más interdisciplinarias, y en eso está: entusiasmado con las posibilidades sociales que ofrece su profesión.

## Modelando relaciones humanas

En junio del año pasado la revista *IEEE Control Systems* publicó su trabajo titulado *'Feedback Control Engineering for Cooperative Community Development'*, en el que propuso modelos matemáticos y computacionales que reflejan dinámicas de ahorro y créditos cooperativos y propone nuevas estrategias para mejorar la solidez de esos grupos humanos ante las adversidades.

Lo desarrolló durante sus estudios doctorales en la Universidad Estatal de Ohio, junto a su colega uruguayo Hugo González. Partieron de la teoría de sistemas de control retroalimentado, que, para decirlo de manera muy sencilla, lo que hace es ajustar la diferencia que hay entre una referencia mental -o un anhelo- y lo que se experimenta en la realidad.

Una situación cotidiana como graduar la temperatura del agua de la ducha requiere un sistema de control retroalimentado. “Tengo un sensor, que es mi pie, con el que comparo la temperatura que yo deseo con la que está cayendo. Si hay diferencia entre una y otra, yo hago los ajustes hasta lograr que coincidan, y ahí sí me baño”, explica Giraldo.



El ejemplo es una simplificación de lo que se usa en ingeniería para controlar máquinas y sistemas, pero funciona para explicar lo que hicieron con la simulación del comportamiento económico de individuos y comunidades.

Lo primero fue introducir un modelo de toma de decisiones que describe la forma como un individuo actúa para conseguir sus objetivos en términos de bienestar (económico), salud y educación, que son las tres dimensiones del Índice de Desarrollo Humano que estableció el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como indicador del desarrollo humano de cada país.

De acuerdo con el trabajo publicado en *IEEE Magazine*, se asume que un individuo toma decisiones a partir de sus intereses, prioridades, capacidad de producción, condiciones de salud, nivel de educación y ocurrencia de eventos inesperados, y lo que el modelo hace es interconectar dichos individuos para crear una comunidad heterogénea.

El modelo recreó el comportamiento de 30 personas de escasos ingresos, para quienes hay tres retos constantes: la incertidumbre sobre cuál será su ingreso, la posibilidad de que surjan imprevistos que afecten la economía y la escasa viabilidad para ahorrar. De hecho, esta última es la que más guarda relación con la dificultad para que el sistema financiero tenga en cuenta a las personas clasificadas como pobres y, al mismo tiempo, parte de la razón para que esa situación se perpetúe.

Modelar el comportamiento humano para buscar herramientas de cooperación financiera que ayuden a las comunidades a salir de la pobreza es el propósito actual de Luis Felipe Giraldo, ingeniero electrónico con un creciente interés por las asuntos sociales.

Obtuvo un premio de Google para continuar con su investigación y ahora se asoció con investigadores sociales del Tolima para poner en práctica lo que los computadores han mostrado.



**“Las estrategias de cooperación podrían ser un escalón intermedio para que las comunidades vulnerables salgan de la pobreza aprovechando iniciativas como los apoyos económicos para proyectos de emprendimiento comunitario, por ejemplo”.**

# HUMANITARIO

## Otros proyectos



## CON BEBEDORES DE ALTO RIESGO

También en la Universidad Estatal de Ohio, Luis Felipe Giraldo participó en un proyecto de modelamiento del comportamiento de personas que son bebedoras de alto riesgo —*heavy drinking*— con el que se pretendía identificar las razones o las motivaciones por las cuales los bebedores consumen alcohol de la forma como lo hacen y, a partir de ese diagnóstico, establecer estrategias de intervención para la reducción de consumo.



## CON PESCADORES ARTESANALES

Actualmente lidera un proyecto de modelamiento de los procesos involucrados en el cultivo de peces en áreas rurales de Colombia para la promoción de metodologías más eficientes que provean a los pescadores prácticas más sustentables y sostenibles para su negocio. Lo hace con la cooperación de la Corporación Universitaria del Huila y con la financiación de Colciencias.

Para la interacción entre individuos simularon Asociaciones de Ahorro y Crédito Acumulado (ASCA, por su sigla en inglés) o lo que en Colombia conocemos como fondos o 'natilleras', y además propusieron una estrategia de cooperación basada en donaciones para comparar lo que pasaba en la comunidad.

Modificando o conservando variables e introduciendo imprevistos que recrearan el carácter sorpresa que tiene la vida, llevaron a cabo cerca de 800 simulaciones. "Poníamos a 10 computadores a correr esas simulaciones. Tardaban días", recuerda Giraldo, ahora en su escritorio de profesor en Los Andes.

Después de todo ese trabajo, y del análisis de la información resultante, comprobaron matemáticamente que las donaciones parecen tener mejor potencial para proteger a las comunidades de dichos imprevistos. En términos puntuales, los resultados demuestran que las donaciones pueden mejorar dos indicadores: la capacidad individual de manejar el dinero (MFR, *management failure rate*) y el índice de desarrollo general de la comunidad (CDI, *community development index*).

Incluso en comunidades muy desiguales —es decir, donde hay marcadas diferencias entre el capital de los individuos— la estrategia de donaciones parece tener mejores resultados. La flexibilidad es la razón más probable, pues mientras en los fondos hay una cuota establecida y un centro que administra, las donaciones suceden de manera espontánea y descentralizada.

Esos factores, justamente, parecerían jugar más en contra que a favor, pero las pruebas muestran que la ventaja de esa falta de centro radica en que si un movimiento falla, el sistema en su totalidad no se ve afectado. Es decir, en los fondos, si alguno de los miembros deja de aportar, el beneficio de todos los demás se ve comprometido, mientras que en las interacciones libres del

modelo de donaciones, que alguien decida no donar, o no pueda hacerlo, no necesariamente repercute ni en las acciones ni en los beneficios que obtienen los demás.

"Eso fue lo que más llamó la atención. Cuando tenemos un esquema de este estilo, la comunidad trata de soportarse de manera altruista", indica el profesor Giraldo, quien por este aporte recibió en octubre pasado el *Google Latin America Research Award* en la categoría '*Human-Computer Interaction*'.

Con el dinero obtenido, Giraldo y su equipo están desarrollando más simulaciones que permitan perfeccionar el modelo para, posteriormente, realizar trabajo de campo en comunidades y validar en la vida real lo que hasta ahora ha mostrado los números.

La hipótesis inicial es que la cooperación es un mecanismo útil para combatir la pobreza, dado que puede soportar otro tipo de ayuda que venga, como subsidios o inversión externa, que podrían tener mayores posibilidades y un mejor uso si previamente las comunidades han establecido relaciones de confianza en asuntos financieros.

## Pruebas en ambientes reales

Para darle forma a estas ideas y ver si las simulaciones computarizadas y el comportamiento de la gente real coincide, Giraldo se unió con investigadores sociales de la Universidad de Ibagué para llevar a



De izq. a der. Mauricio Junca, profesor asociado de Matemáticas; Luis Felipe Giraldo, profesor asistente de Ingeniería Eléctrica y Electrónica; Andrés Felipe Zambrano, estudiante de maestría de Ingeniería Electrónica; Gilberto Diaz, estudiante de maestría en Ingeniería Electrónica.

cabo el proyecto de 'Modelado, implementación y evaluación de esquemas informales de cooperación financiera en comunidades pobres'.

Por la propuesta, ganaron una convocatoria de cooperación entre Los Andes y la Universidad de Ibagué para proyectos que propongan estrategias para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este caso, el primero, que es justamente el fin de la pobreza.

Los investigadores, entre los que hay una psicóloga, un economista, un administrador de negocios internacionales, y un matemático, además de Giraldo —el ingeniero—, parten de varios hechos que dejan claro en su documento: en 2017, casi el 27% de la población colombiana estaba en situación de pobreza monetaria; los subsidios monetarios tienen dificultades para asegurar la salida de la pobreza de forma sostenible en el largo plazo; y los programas de inclusión financiera requieren niveles de capacidad y educación financiera que personas en condición de pobreza extrema —como es el 7,5% de la población del Tolima— no pueden alcanzar.

A través de convenios del Programa Paz y Región que tiene la Universidad de Ibagué con algunos municipios del Tolima, se logrará llegar a comunidades

rurales donde pretenden poner a prueba las estrategias de cooperación como ASCA (Asociaciones de Ahorro y Crédito Acumulado) y ROSCA (Asociación de Ahorro y Créditos Rotativos), así como evaluar su viabilidad y los límites con la legalidad en Colombia, que establece que dichos modelos no pueden exceder la participación de 20 personas.

Este trabajo, planteado para ser ejecutado en tres años, pretende identificar limitaciones de los esquemas de cooperación, para rediseñarlos y calibrar los modelos matemáticos ya existentes a partir de los datos reales obtenidos de los ejercicios comunitarios. "Con la información obtenida, miramos las gráficas y si coinciden con los modelos, entonces significa que hay potencial", dice Giraldo, cuyo rol en este trabajo es precisamente evaluar los datos, interpretarlos y reformularlos —como en los sistemas de control— si hace falta.

Pero el proyecto busca, además, plantear metodologías para articular esos esquemas informales de cooperación financiera probados con otras estrategias de reducción de la pobreza, así como promover el apoyo social, facilitar mecanismos que den uso adecuado a recursos externos y programas que incentiven el emprendimiento, pero, sobre todo, ofrecer un puente que lleve a la inclusión de las comunidades en la formalidad financiera. "Esa es la meta del proyecto", un objetivo de tinte social al que se puede llegar a través de la tecnología. Esa es la ingeniería humanitaria. ➔



# 25 AÑOS

Gracias a la academia, el Internet en Colombia cumple **un cuarto de siglo transformado la vida de sus ciudadanos.**



Hugo Sin Triana

Durante el primer semestre de 1994, mientras Colombia se preparaba para firmar sus dos primeros tratados de libre comercio, y sus ciudadanos se alistaban para ir a las urnas a elegir nuevo presidente, la comunidad educativa del país estaba a punto de inaugurar la nueva era de las comunicaciones en Colombia.

Fue exactamente en mayo de ese año que un grupo de académicos, en cabeza del ingeniero de sistemas y computación de la Universidad de los Andes, Hugo Sin Triana, logró que Colombia se conectara, por primera vez, a la red mundial de Internet. Algo que hoy vemos tan sencillo, no lo fue hace 25 años para los pioneros del tema.

#### Tras las primeras conexiones

El recuerdo de los antecedentes y de la primera conexión a redes académicas mundiales está intacto en la memoria de sus gestores. Fue a BITNET (plataforma que ofrecía servicios de correo electrónico y transferencia de documentos) a través de la Universidad de Columbia en los Estados Unidos a finales de 1989. La velocidad era de 9,6 Kilobytes (Kb), una eternidad comparada con la rapidez con la que viaja hoy la información, representada en Gigabyte (GB), sin embargo, la paciencia era una de las virtudes que este grupo de visionarios había fortalecido durante todo este proceso.

"Aunque las redes de comunicación en el mundo se vienen desarrollando desde los años 60, sus elevados costos hacían que muy pocos tuvieran acceso a ellas; fue durante la década de los 80 que se empezaron a instalar redes de bajo costo, especialmente dirigidas para que la academia se conectara y lograra compartir diferente tipo de información e investigaciones. En esencia, el origen de Internet en el mundo se da gracias al interés de la comunidad educativa por acceder a nuevas herramientas colaborativas que le permitiera obtener y compartir mayor conocimiento", señaló Sin Triana.

Y es que conectarse a BITNET era el paso que le faltaba a este grupo de ingenieros que llevaba casi una década desarrollando, desde el Centro de Cómputo de Los Andes, la infraestructura de redes de comunicaciones



Fotos: Fototeca de la Universidad de los Andes.

# EN LÍNEA



en la institución y que había convertido a la Universidad en pionera y líder del tema en el país.

"Entre 1987 y 1988 Los Andes logró conectar todos los computadores de la institución, incluyendo los personales, a una misma red, un trabajo que implicó hacer que diferentes tipos de tecnología funcionaran entre sí. El esfuerzo de conectarnos impactó de manera significativa la interacción entre toda la comunidad académica pues teníamos acceso remoto a los diferentes recursos de la Universidad. Además, la plataforma de conexión permitió que otras instituciones universitarias también logaran enlazarse", agregó el ingeniero.

Pero contar con una robusta infraestructura no bastaba para conectarse a esta red, el costo del canal de comunicación internacional era de 10 mil dólares mensuales; para ese momento, todo el dinero del mundo para cualquier universidad.

Así que como "la unión hace la fuerza" varias instituciones educativas apoyaron costear el proyecto. "Un 25 por ciento lo pagamos en efectivo, además, llegamos a un acuerdo con la desaparecida Telecom, la empresa estatal de telecomunicaciones, que asumió otro 25 por ciento de los costos a cambio de conectar su Instituto Tecnológico de Electrónica y Telecomunicaciones, ITEC, con la red internacional. El 50 por ciento restante lo pagamos por medio de diferentes servicios que las universidades empezaron a proveerle a la entidad pública", señaló Sin Triana.

Gracias a esta conexión, atrás quedó el envío de cientos de documentos en físico o compilados en cintas magnéticas, especialmente estudios e investigaciones que se compartían entre universidades, que viajaban por semanas o meses en barco para llegar a su destino final. La nueva tecnología desplazaría, también, el uso de equipos tan tradicionales como el telefax.

#### Pero aún faltaba la conexión esperada

Aunque para 1990 el uso del correo electrónico, la transferencia de archivos y el envío de mensajes instantáneos había crecido de manera importante en el país gracias, entre otras cosas, a BITNET, este último ya no era el referente mundial de las redes académicas, pues se consolidaba de manera acelerada la llamada "red de redes": Internet. Esta contaba con el apoyo financiero y político de la *National Science Foundation* (NSF) y de otros entes responsables de la ciencia y tecnología en Europa y Asia.

Así que el esfuerzo de este grupo de pioneros, al que cada vez se sumaban más académicos e instituciones de educación superior, se orientó hacia la nueva 'red emergente'.

Para ese año, ya la tecnología propia de Internet estaba completamente consolidada al interior de Uniandes, adicionalmente, empezó a funcionar el dominio .co, que identifica al país en la red mundial, registrado y administrado por Sin Triana por nueve años.

Tres años más tarde, y pese a que el país seguía conectándose a través de BITNET, salió al aire la primera página web creada por el ingeniero para la Universidad de los Andes; no en vano a este uniandino se le conoce como el 'padre de Internet en Colombia'.

Todo este trabajo previo permitió que por fin, en mayo de 1994, y gracias a los esfuerzos de las universidades y de algunos organismos del Estado, Colombia lograra conectarse a la red mundial de Internet, hace precisamente 25 años.

Este hito marcó el inicio de la transformación digital que ha experimentado el país las últimas dos décadas y abrió un mundo de posibilidades para quienes buscaban mayor conocimiento, en particular para la comunidad académica. De ahí en adelante los avances tecnológicos frente al tema no han parado y el mundo está ad portas de entrar a una nueva era conocida como la Revolución 4.0.

"No hay duda de que tarde o temprano Colombia se conectaría a Internet, lo valioso de esta experiencia es que, aunque fue una iniciativa que nació desde la academia, no actuamos como comunidad educativa, lo hicimos como un proyecto país pensando en el beneficio de todos los ciudadanos. Esto nos demostró que cuando tenemos propósitos en común es más fácil alcanzar los objetivos", concluyó Sin Triana. ✦

“El programa es personalizado, le da lo que necesita a cada estudiante, el ser humano detrás del ingeniero, y para eso se requiere conocerlo, que el estudiante se reconozca y que levante la mano en esos aspectos donde siente que tiene debilidades y fortalezas”: Wilson Flórez, ingeniero industrial uniandino y Ph.D en Administración de Tulane University.

“Siempre les digo a mis estudiantes: a tu equipo no le interesará de qué universidad eres o tus apellidos. Podrás tener el gran cargo, pero si no eres el líder que necesitan, no te seguirán. Tendrás la autoridad, pero nunca el respeto”: Leo McGonagle, director del Gordon-MIT Engineering Leadership Program (GEL) y excoronel de la Armada, donde lideró misiones en la Guerra de los Balcanes e Irak.

WILSON FLÓREZ

LEO MCGONAGLE

“ EL BUEN INGENIERO SABE COMUNICARSE Y TRABAJAR EN EQUIPO ”

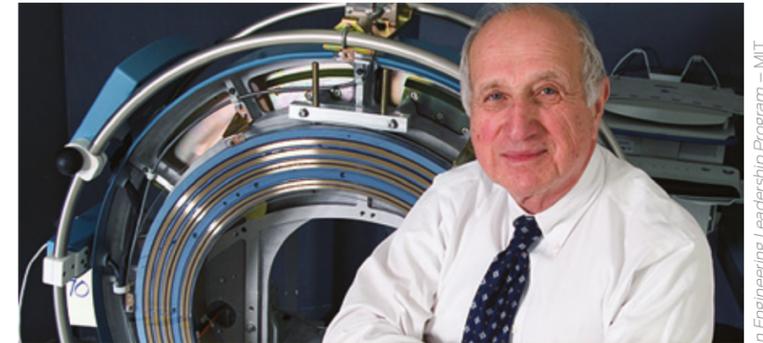
Uno cumplió diez años y el otro su primer aniversario. El Gordon-MIT Engineering Leadership Program (GEL) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) lleva una década entrenando a sus estudiantes Ingeniería para afrontar el mundo profesional que les espera, más allá del conocimiento técnico. Su par, Wilson Flórez, lidera el modelo uniandino, adaptado del estadounidense, el cual ha formado 17 futuros ingenieros en nivel junior y prepara a la primera cohorte del nivel senior en Liderazgo. ¿Cuáles son las habilidades que debe tener el ingeniero de hoy? ¿Cuál es la apuesta de MIT y de Uniandes con este programa? ¿Qué dicen las empresas? CONTACTO conversó con ambos ingenieros y esto fue lo que nos contaron.

**CONTACTO: Bienvenido a Colombia, Dr. McGonagle. Cuéntenos cómo ve esta primera década de su programa de liderazgo para ingenieros en el MIT.**

**Leo McGonagle:** Antes que nada quiero agradecerles por la invitación, estoy muy contento de estar aquí, en una Universidad que, al igual que MIT, tiene un programa de Liderazgo en Ingeniería. Ya cumplimos 10 años desde que nuestro promotor y benefactor, Bernard M. Gordon, hizo la donación de 20 millones de dólares a MIT buscando una gran causa, suma que la institución tenía que igualar en un plan de varios años.

Cuando Gordon se acercó en 2007, nosotros estábamos desarrollando lo que sería el programa. Él pensó que si alguien debía crear un programa así éramos nosotros, pues teníamos el peso mundial para marcar una tendencia. Lo movía su preocupación por ver a los egresados de Ingeniería de todo el país perder su liderazgo en procesos tecnológicos. Por ejemplo, su compañero de laboratorio en MIT fue Amar Bose, de los creadores de la marca Bose, quien en la universidad le estaba dando los últimos retoques a su emprendimiento. Sin embargo, eso en los sesentas cambió, y el mundo académico se enfocó en la investigación y la ciencia. Eso hizo que el ingeniero fuera relegado al cubículo y visto como el líder de tecnología, pero nunca como el gerente, un puesto que pasaron a ocupar los MBA y los administradores de empresas.

Convencimos a Gordon y lanzamos el programa con 16 estudiantes en nivel junior y 5 más sustituto para el nivel senior. Todo el tiempo sentimos al instituto mirándonos, pues aunque nadie se oponía al programa, observaban qué iba a pasar. Y lo que pasó es que los estudiantes se hicieron escuchar, ellos sentían que debían desarrollar unas habilidades que les permitieran ser exitosos en el campo práctico de la Ingeniería. Al año siguiente recibimos 58 aplicaciones, luego 85, y de repente tendríamos cientos. Diez años después el programa es tan fuerte como puede ser, tenemos el reconocimiento de nuestros pares y, aunque el programa sigue desarrollándose muy bien, no descansamos en nuestros laureles. Tenemos trabajo que hacer, como profundizar nuestro impacto y expandirnos, por ejemplo, en el espacio de los egresados. Y queremos colaborar y seguir aprendiendo de nuestros pares aliados, como Uniandes.



A pesar de no haber sido un bachiller prodigioso e incluso haber sido rechazado por MIT la primera vez, Bernard M. Gordon, promotor del Programa de Liderazgo de MIT, logró ser uno de los egresados destacados de esta institución: recibió de manos de Ronald Regan la Medalla Nacional de Ciencia y Tecnología.

Foto: Gordon Engineering Leadership Program - MIT.

**CONTACTO: ¿Qué balance hace de este primer año del Programa de Liderazgo en Ingeniería?**

**Wilson Flórez:** Han sido dos años de mucho aprendizaje. En 2017, después de ir a visitar a MIT y tener la oportunidad de conocer el modelo, de contar además con la visita de una estudiante de allá que vino para apoyarnos en la implementación y la puesta en operación, ha habido muchos retos. El primero de ellos, ¿Cómo transferirlo a Uniandes, incorporando nuestro ADN académico y la infraestructura de pregrado? Decidimos contar con el acompañamiento de Educación Continuada, y 17 ingenieros se incorporaron al primer año, quienes invirtieron tiempo y dinero adicional a su pregrado (la Facultad pone 19 millones de pesos y ellos 6, pues tiene un costo anual de 25 millones de pesos) lo cual los obliga a sacar el máximo provecho a esta experiencia.

El programa está lleno de éxitos individuales: los estudiantes reportan que el programa les ayudó a mejorar sus competencias, se consideran mejores personas, entienden cómo la Ingeniería transforma la sociedad, y comprenden el aspecto ético de cómo debemos actuar. También logramos ampliar el programa a profesionales y estamos iniciando acercamientos a colegios, pues creemos que allí también hay que demostrar que el ingeniero no es solo bueno con los números.

**CONTACTO: ¿En qué consisten los laboratorios?**

**W.F.:** En el primer año los exponemos a situaciones controladas, pero típicas del mundo profesional, en donde tienen que tomar decisiones. Los estudiantes aprenden a partir de su experiencia haciendo cosas: construyen cohetes, prototipos, resuelven problemas empresariales y en ese resolver están mejorando sus competencias. En su segundo año, tienen que hacer una práctica en una posición de liderazgo durante su periodo intersemestral, toman algunas electivas y cumplen el rol de manejar el programa de liderazgo, realimentando a los junior que inician. Entre esos cursos electivos tenemos uno en la Universidad de California-Irvine que se llama “Liderando equipos innovadores” y hace parte de la oferta de la Escuela de Verano de la Facultad.

No solo traducimos los laboratorios y los contenidos de MIT, sino también nos apropiamos de esos contenidos para conectar con los casos, ejercicios y profesionales colombianos. De hecho queremos iniciar nuestro primer proyecto *inhouse* con una empresa, aprendiendo de gestión de proyectos, pero también resolviendo un reto. Y como todos los Departamentos de nuestra Facultad están representados en el programa, las soluciones que proponemos son multidisciplinarias.

**CONTACTO: ¿Qué pasa si alguien tímido quiere presentarse al programa?**

**W.F.:** Nosotros no esperamos que los que lleguen sean los que tengan las competencias más altas, porque no estaríamos dándole un valor agregado, estamos esperando que ellos sean conscientes de esas debilidades y que quieran trabajar el desarrollo de las mismas durante al menos un año. Esos son los mejores candidatos que tenemos. ✨



# REMINISCENCIAS de Ingeniería

Para celebrar los **70 años de la fundación de la Universidad de los Andes**, la Facultad de Ingeniería lanzó recientemente su primera publicación interactiva: el libro **REMINISCENCIAS DE INGENIERÍA**, el cual compila los artículos de la **sección Memoria** publicados en la REVISTA DE INGENIERÍA durante **los últimos 15 años**.

Con acceso a elementos multimedia inéditos y una exclusiva selección de fotografías de personajes y momentos cruciales en la historia de la Facultad, REMINISCENCIAS DE INGENIERÍA deja constancia de los principales hitos en el desarrollo de la ingeniería nacional que tuvieron origen en nuestra Facultad.

A continuación, CONTACTO lo lleva a un recorrido por los cuatro capítulos del libro con sus 26 historias y más de 50 protagonistas.

**Editor:** Antonio García Rozo  
**Coordinación editorial:** Silvia Gamba Sánchez  
**Primera edición:** diciembre 2018  
**ISSN 2665-1394**  
**Nro. de páginas:** 146



¡Descárguelo!



## · CAPÍTULO 1 · INNOVACIÓN Y EXCELENCIA ACADÉMICA

### Creación de nuevos programas

“Cinco experiencias que evidencian el ímpetu académico que siempre ha caracterizado a la Facultad y se ha materializado en innovadores programas de pregrado y posgrado. Estos han sido los canales para formar ciudadanos y afrontar grandes retos de nuestra sociedad...”

Cinco historias de atrevida innovación y cinco apuestas que han rendido los más variados frutos”.

Camilo Olaya Nieto, Director del Departamento de Ingeniería Industrial.

- Ingeniería Biomédica. Los rastros del camino
- Surgimiento y evolución de la Ingeniería Ambiental en Colombia
- Ingeniería de Sistemas y Computación: una utopía realizada en la Universidad de los Andes
- Ingeniería Química en Uniandes: historia de un gran resurgir
- Programa de Alta Gerencia, un caso exitoso de innovación y transferencia tecnológica



## · CAPÍTULO 2 · EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

### Experiencias educativas en Ingeniería, un referente de calidad en el país

“Desde sus inicios, la Facultad ha asumido el reto de ofrecer programas actuales, diferentes e innovadores. Para ello, reconoce que los modelos educativos son dinámicos y que la reflexión, la autoevaluación y la valoración del desempeño de sus egresados, son elementos indispensables para adaptar los programas de ingeniería a un mundo cambiante, cada vez más globalizado y tecnificado”.

Silvia Caro Spinel, Vicedecana Académica.

- Aportes a la educación en Ingeniería, el modelo de Uniandes
- Desarrollo del programa de Doctorado en Ingeniería en la Universidad de los Andes
- Programa 3-2: innovación educativa en Ingeniería
- El modelo pedagógico de Los Andes en los años cincuenta, de disruptivo a ejemplar



## · CAPÍTULO 3 · MODERNIZACIÓN DE LA INGENIERÍA

### La vocación innovadora de la Facultad

“Desde sus inicios, la Universidad de los Andes ha tenido una decidida vocación de innovar y de modernizar, tanto en las prácticas pedagógicas como en el ejercicio de las diferentes disciplinas. Pareciera como si aquella famosa frase atribuida Alan Key según la cual “la mejor manera de predecir el futuro es inventárselo” inspirara la acción de la institución desde sus inicios.

En el caso de la Ingeniería podemos encontrar valiosos ejemplos”.

Francisco Rueda Fajardo, profesor honorario.

- Del 650 al 360: los primeros computadores de la Facultad de Ingeniería
- El inicio de la sismología en Colombia. Entrevista a Alberto Sarria
- Desde la academia, Internet para Colombia
- Tecnología apropiada y gestión tecnológica: sus inicios en la Universidad de los Andes
- El método del Camino Crítico en la ingeniería colombiana
- Innovación en métodos computacionales en la Universidad de los Andes
- CETH: historia contada a tres voces
- La cooperación técnica británica, gran aliada del Departamento de Ingeniería Mecánica
- El Matlab alambrado: tiempos del computador análogo en la Ingeniería



## · CAPÍTULO 4 · LA FACULTAD Y EL SECTOR EXTERNO

### Una comunidad de talento única comprometida con el progreso del país

“El cuerpo académico de la Facultad constituye una comunidad de talento única en Colombia. El conocimiento, experiencia, creatividad, generosidad y compromiso de sus profesores y estudiantes son una fuente muy poderosa de apoyo al gobierno nacional, a los gobiernos locales y a las personas y entidades de toda índole que trabajan en la prestación de servicios a los colombianos, desde la ingeniería”.

Jorge Acevedo Bohórquez, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Industrial.

- Los inicios de la ingeniería de consulta en Colombia
- Revista de Ingeniería 20 años (1991 – 2011)
- El primer circuito integrado en Colombia: visión e innovación en la alta tecnología
- La cooperación francesa: historia de la migración académica en doble vía
- La historia no contada del primer código de construcción en Colombia
- Asociaciones profesionales gestadas en Uniandes
- Convenio UNU-Uniandes: alianza para fortalecer el aprendizaje de temas energéticos en América Latina
- El Instituto SER de Investigación y su aporte a la administración de justicia

# IMPRESORA DE VIDA

Los laboratorios de la **Facultad de Ingeniería** se caracterizan por estar a la vanguardia en equipos. La **bioimpresora 3D Bio X**, adquirida en diciembre de 2018 por el **Laboratorio de Ingeniería Celular y Bioimpresión**, cuenta con la **más alta tecnología** para la fabricación de tejidos y órganos en laboratorio.

Tan **solo hay tres en Latinoamérica** y es la única en Colombia. Su adquisición obedeció al interés de los profesores Carolina Muñoz y Juan Carlos Cruz de diseñar biotintas que permitieran realizar las fases de evaluación *in vitro* de medicamentos, cremas o cosméticos.

Fue adquirida en diciembre del año pasado y su costo rondó los **50.000 dólares** (156 millones de pesos).

Su puerta **protege el ambiente interior del exterior**. Tiene flujo de aire laminar; **luz UV germicida**, que esteriliza la superficie interna donde se imprime; y **dos filtros HEPA**, los cuales mantienen estéril el ambiente interno.

Funciona por **extrusión y tiene tres cabezales** de impresión intercambiables, gracias a los cuales imprime con materiales diferentes al mismo tiempo.

Posee **dos modelos de fotoentrecruzamiento**: un LED que emite luz a 405 nanómetros y otro a 365 nanómetros.

Tiene **su propio compresor de aire** con el fin de generar la presión necesaria para eyectar el material.

**Su resolución es de 1 micrómetro** y el grosor de capa de 50 micrómetros. **La temperatura** de la bandeja de impresión varía de 4 a 250 grados centígrados, y la de los cabezales, de 6 a 60 grados centígrados.

Le brinda al usuario **retroalimentación mediante señales lumínicas** y sonoras que lo alertan en caso de haber una falla o le indican si terminó el proceso de impresión.

**No requiere estar conectada** a un computador, pues desde una pantalla táctil que sirve como interfaz con el usuario es posible introducir los parámetros de impresión: ajustar los cabezales, el diámetro de salida de la boquilla, la presión de extrusión, la geometría interna del modelo, la densidad de llenado o la temperatura —de la cama de impresión o los cabezales—. Además, **brinda la posibilidad de modificarlos mientras imprime**.

En la actualidad, dos estudiantes de la Maestría en Ingeniería Biomédica **emplean la impresora en el diseño de biotintas**. Julián Andrés Serna trabaja en una **biotinta fotoentrecruzable** —que se polimeriza al irradiarla con luz a cierta longitud de onda— a partir de matriz extracelular de submucosa intestinal porcina; y Paula Guerrero, en otra biotinta, a partir de **matriz extracelular** de placenta porcina.



“Se habla de bioimpresión porque lleva algo vivo dentro de la tinta, en este caso células. Las biotintas son la materia prima para este tipo de impresión”, señala Carolina Muñoz.

## CURSO DE VERANO

En el marco de la Escuela Internacional de Verano, del 17 al 21 de junio, el Departamento de Ingeniería Biomédica ofrece el curso Bioimpresión 3D y Medicina Regenerativa, dictado por Vladimir Mironov, profesor de la Moscow Sechenov Medical University, acompañado de otros docentes del área de medicina regenerativa, entre ellos, Carolina Muñoz y Juan Carlos Cruz.



## PROCESO DE BIOIMPRESIÓN

**Preprocesamiento:** se crea el modelo computacional que se quiere imprimir y dependiendo del tipo de tejido se escoge el tipo de biotinta requerido.

**Impresión:** luego de ajustar los parámetros, se imprime el modelo.

**Postprocesamiento:** se refiere a la maduración del tejido impreso para que sea apto para su uso.



## ¿QUÉ SON LAS BIOTINTAS?

Son materiales en los que se puede imprimir células, con el fin de crear tejidos o hacer modelos experimentales *in vitro* más cercanos a los humanos, en este caso, particularmente piel.



MARCELA PERILLA

# UNA LÍDER EQUILIBRADA

La Vicepresidenta de Ventas para Latinoamérica de Dell EMC es ingeniera de sistemas y magíster en Administración de Empresas de Los Andes. El equilibrio entre la planeación y la innovación son su fuente de éxito, y el balance entre la vida familiar y laboral, su motivo de orgullo.

Toda su vida laboral ha estado en la industria tecnológica. En su paso por la Universidad, Marcela Perilla fue monitorea de salas de computación, trabajó con profesores tabulando encuestas para investigación de mercados, y cuando se graduó de ingeniera de sistemas, en 1991, se dedicó a la programación en una empresa pionera en la bancarización digital.

Le gustaba hacer código, pero su curiosidad la hizo conocer el otro lado: el de los negocios. Así que por la misma razón por la que empezó ingeniería, entró al MBA de Los Andes. "Soy una aprendiz y hago las cosas porque me interesan. La decisión fue más intuitiva que estructurada", dice años de experiencia después, sentada en una oficina del norte de Bogotá desde donde lidera la vicepresidencia de ventas para Latinoamérica de Dell EMC.

Hace diez años trabaja para esa compañía, donde también ha sido Country Manager para Colombia y Ecuador y ha liderado la estrategia de ventas para Suramérica. Es exigente y define a su equipo como de alto rendimiento: son autónomos, proactivos, detallistas y puntuales. Así mismo es ella, "maniática de los detalles y de la puntualidad". Pero además, son, según sus propias palabras, superiores a ella en muchos aspectos.

Esa es su clave como líder: rodearse que gente que sabe lo que hace y ofrecer un ambiente dinámico, más horizontal que vertical en el que al tiempo hay libertad y metas muy altas por cumplir. "No cualquiera está dispuesto a trabajar en una empresa tan exigente". Eso implica un alto poder de adaptación en el que debe encontrarse el balance entre la planeación y la innovación.

Balance es justamente lo que ha logrado en su vida y lo que más la enorgullece, pues siente que ha podido "estar presente" en su familia y en su trabajo. Que a veces hay que hacer concesiones en uno o en otro aspecto para lograrlo está tan claro para ella como la idea de que las capacidades de una persona son indiferentes de su género, de si es hombre o si es mujer.

Se reconoce como una privilegiada por la educación que recibió y las oportunidades que ha tenido, y por ahí pasa su discurso a favor de la igualdad. Para ella "lo que habilita en realidad a las mujeres para tener acceso a posibilidades en cualquier ámbito laboral es la educación. Esa es la diferencia".

Por eso participa activamente en los programas que Dell tiene para reforzar esa idea en los colegios y promover el interés de las niñas tanto por la



tecnología como por el emprendimiento. Es toda una política de la compañía en la promoción de STEM, el acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (en inglés), áreas en las que menos del 30 por ciento de los investigadores en el mundo son mujeres, según datos de la UNESCO.

Y, de acuerdo con una encuesta realizada por un equipo de Dell, solamente el 13% de los emprendedores de impacto en el mundo son mujeres. "Elas tienen más problemas para acceso a capital y no tienen la formación adecuada para formular negocios", indica Marcela al recordar además que, a pesar de los avances, el entorno cultural sigue privilegiando a los hombres.

Y aunque ella misma no recuerda haber recibido trato diferencial —ni a favor ni en contra— por el hecho de ser mujer, sí sabe que una gran ventaja que tiene es el dominio de las matemáticas y de la tecnología, pues su desconocimiento constituye una desventaja comparativa para las mujeres.

Por eso, en la conferencia de *Women in Business* que ofreció el año pasado en Los Andes, y siempre que puede, Marcela insistió en esto: dominar los números

y hablar el lenguaje de los financieros son condiciones que deben ser priorizadas para desarrollar un negocio exitoso, pues es lo que permite explicar la viabilidad de un proyecto.

Y, por supuesto, se requiere disciplina, organización, constancia y preparación para exceder las posibilidades en cualquier campo. "Tengo buena suerte, pero se mejora cada vez que practico más". Dice esto como regla general, pero con la mente puesta en su vida familiar y en su relación con sus dos hijos, porque para ella aún más difícil que manejar un equipo de cientos de personas es la misión de ser madre.

"Si uno se cansa del trabajo cierra el computador y al día siguiente continúa, pero con los hijos no hay nada que pueda esperar. Es importante estar". Así que ella se las ha arreglado siempre para asegurar su presencia y disfrutar ambas instancias. "No será una vida perfecta, pero tengo el balance perfecto para mí". ✦



"Lo que habilita en realidad a las mujeres para tener acceso a posibilidades en cualquier ámbito laboral es la educación. Esa es la diferencia".

## ANDRÉS BAQUERIZO

“LA INGENIERÍA ES  
EL ARTE DE APLICAR  
LAS MATEMÁTICAS  
A LA LÓGICA”

Este egresado uniandino fue elegido como el mejor ingeniero de construcción de los Estados Unidos, reconocimiento entregado por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

Solo duerme de cuatro a cinco horas al día, las demás las dedica a liderar, crear, enseñar y reinventar la forma de hacer ingeniería civil en el mundo. En su oficina, ubicada en Miami, Estados Unidos, país en el que vive desde hace 18 años, se puede leer la frase que identifica su filosofía de vida: “Lo que haces cada día tiene un precio infinito, pues intercambiaste un día de tu vida por ello”.

Estamos hablando de Andrés Baquerizo, ingeniero civil uniandino quien, desde hace 24 años, ha tenido la oportunidad de liderar miles de proyectos de diseño y construcción de obras que se han convertido en iconos y han marcado récords mundiales. Su trayectoria y sus aportes a la innovación y avance de la ingeniería civil le permitieron recibir, hace apenas unas semanas, el 2019 *ASCE Roebling Award*, reconocimiento entregado por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, como el mejor ingeniero de construcción de los Estados Unidos.

La admiración por su padre, Iván Baquerizo, otro destacado ingeniero civil uniandino hizo que se apasionara por esta profesión y por los desafíos que implican desarrollar proyectos de alto impacto como en el que participó su papá en 1974 y que permitió mover el edificio Cudecom, ubicado en la Calle 19 con Avenida Caracas en Bogotá, una estructura que pesaba más de ocho mil toneladas.

“Se trató de un proyecto sin precedentes para su época. El edificio completo fue trasladado aproximadamente 29 metros para facilitar la ampliación de la Calle 19. Se cortaron las columnas, se alzaron en una especie de patines (rodillos) y se desplazó la edificación con la ayuda de gatos hidráulicos. Fue Guinness Récord como la carga más grande y pesada movilizada en un día”, cuenta aún emocionado, Andrés Baquerizo.

Maravillado por lo que es capaz de hacer la ingeniería civil decidió, antes de terminar su pregrado, empezar a trabajar en la firma de diseño y construcción de su familia Iván Baquerizo & Cia.

Desde 1992 y por cerca de 12 años, Baquerizo participó en la renovación del Palacio de Justicia de Bogotá, la remodelación de la Dian, el estadio de fútbol y el coliseo cubierto de Valledupar, la Fiscalía de Quibdó y varios proyectos de viviendas para los militares, entre otras obras. Después de graduarse en 1995 e iniciar cursos de especialización en la Escuela Colombiana de Ingeniería en el área de estructuras, en 2001 decidió irse a vivir, junto con su esposa, a los Estados Unidos y aprovechar para iniciar una maestría en el exterior.

Gracias a que la Universidad de los Andes es avalada por la ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*), validó su título en Estados

Unidos y presentó el examen que evalúa toda la carrera, semejante al BAR de los abogados, prueba que aprobó en el primer intento.

Con este resultado, en el 2002, fue contactado por reclutadores que lo llevaron a la compañía HJ Foundation, como asistente de gerente de proyectos de construcción, donde además tuvo la misión de abrir y liderar el Departamento de Ingeniería.

Paralelo a su trabajo, decidió estudiar una maestría en Geotecnia en la Florida International University, título que obtuvo en 2005. Con ello ayudó a liderar la expansión de HJ Foundation, que se cuadruplicó y alcanzó ventas superiores a los 100 millones de dólares.

Con HJ Foundation, Baquerizo ha participado en miles de proyectos de pilotaje que han marcado records mundiales, así como liderar la instalación de sótanos multi nivel por sello de suelo cemento o de *tremie* (construcción, con buzos, de placas de concreto sin desagüe).

En 2008, Keller, la compañía más grande del mundo en soluciones geotécnicas, adquirió a HJ Foundation. La fusión de las dos firmas le permitió a Baquerizo continuar creciendo dentro de las organizaciones. En la actualidad es director mundial de pilotes de barrera continua (CFA/ Augered Pile) para Keller y vicepresidente y director del Departamento de Ingeniería de HJ Foundation.

Entre los proyectos más destacados que ha liderado en los últimos años se encuentra la construcción de sótanos de hasta tres niveles frente al océano (con doce metros debajo del nivel freático, instalados por suelo cemento profundo) soportados por pilotes de barrena continua hasta 55 metros de profundidad, y la creación de un nuevo sistema de cimientos conocido como TBE (Elementos de Soporte Tangente). “Permite reemplazar los *caissons* por un sistema que provee un ahorro del 30% mientras se instala 40% más rápido”, añadió el ingeniero.

Adicionalmente, hace parte del Instituto de Cimentaciones Profundas (*DFI Deep Foundation Institute*) como miembro del Comité de Pilotajes de Barrera Continua y del Comité de Plataforma de Trabajo en Construcción (*Working Platform*).

#### Las claves del éxito

Para Baquerizo “la construcción es una serie de retos conectados por soluciones”, principio que logró afianzar durante su época de pregrado gracias a materias como Mecánica de Materiales, Estructuras y Sismorresistencia, con profesores como Sergio Barrera, Eduardo Castel y Alberto Sarria, quienes siempre les pedían que se tomaran el tiempo de pensar antes de empezar a escribir fórmulas de memoria.

Además, replica otro principio básico que aprendió de su papá y su abuelo “la ingeniería es el arte de aplicar las matemáticas a la lógica”, lo que para el ingeniero es el gran reto que tiene, actualmente, esta disciplina.

“Ahora les creen ciegamente a los computadores, se ha perdido la habilidad de hacer cálculos a mano, se ha perdido el *feeling*, lo que permite validar o descartar rápidamente los resultados obtenidos y lograr diseños más lógicos y seguros”, añadió Baquerizo.

Sin embargo, la gran pasión y el motor de su vida son su esposa, Claudia, y sus hijos, Nicolás y Daniel. ♥

# PROYECTOS EN CURSO

Tres profesores de Ingeniería, en compañía de sus estudiantes, han tramitado las siguientes licencias a través de la Oficina de Transferencia Uniandes:



Grupo de investigación



Participantes



Duración

## Proyecto: ImagineX – Un emprendimiento de realidad virtual



Pablo Figueroa, profesor asociado del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Correo: pfiguero@uniandes.edu.co



IMAGINE – Computación Visual.



Pablo Figueroa, profesor asociado del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Mario Varón (mario.varon@protrafico.com), Fabián Medina, asistente graduado de la maestría en Ingeniería de Sistemas, y Diego Rodríguez, egresado del Doctorado.



2017 – actualmente.

Más información



### ¿En qué consiste?

El proyecto nació con algunos demos de imágenes 360 de fotografías o espacios virtuales, que funcionan con equipos de alta o baja gama. El socio del grupo, Mario Varón egresado de la Maestría de Sistemas, le llamó la atención este desarrollo para el sector de la construcción, de automóviles o de diseño de interiores y –con el acompañamiento de Transferencia Uniandes–, se llegó a un modelo de transferencia de tecnología para desarrollar dichos prototipos de realidad virtual a través de un emprendimiento que ofrecería un servicio integrado que pudiera comercializarse a otros sectores.

Gracias a este desarrollo el profesor Figueroa viajará al Congreso eMERGE Americas, en Miami, una plataforma de avance tecnológico, un foro de intercambio de ideas y un acelerador de innovación que conecta a América Latina, Norteamérica y Europa.

### A futuro

Se proyecta seguir financiando a través del emprendimiento la investigación del profesor en temas de realidad aumentada y virtual, y seguir aportando a retos sobre la calidad de la imagen y la dependencia con los servidores, para flexibilizar aún más la experiencia del usuario.

### La frase

“Gracias al equipo de Transferencia Uniandes podemos sacar convenios adelante que lleven más allá las habilidades y el potencial de los investigadores, para aprovechar oportunidades en la industria”.

## Proyecto: Bookeau – Sistema inteligente de reservas



Marcela Hernández, profesora asociada del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Correo: marc-her@uniandes.edu.co



IMAGINE - Computación Visual.



Marcela Hernández y los egresados de Ingeniería de Sistemas, José Miguel Suárez y Jonathan Calderón, hoy emprendedores y creadores de la empresa Dalgos SAS.



2014 – actualmente.

Más información



### ¿En qué consiste?

En Uniandes siempre han existido centros de ayuda académica en temáticas como matemáticas, lenguas o física. No obstante, la programación se ha convertido en una habilidad que todos los uniandinos, no solo los ingenieros, están aprendiendo a desarrollar. A raíz de ello nació el proyecto CupiTaller, un grupo de tutores convocados en 2014 por la profesora Marcela Hernández, de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Sin embargo, la prestación de servicios de esta “clínica” de problemas en programación llevó a los ingenieros a idearse un sistema más eficiente de reservas, y así nació CupiReservas, que derivaría en el emprendimiento de José Miguel y Jonathan, hoy llamado Bookeau. Este desarrollo incluye variables como horarios, espacios y tutores, pero además permite priorizar ciertos usuarios (como los estudiantes en prueba académica),

sancionar a los usuarios que incumplan y generar encuestas de satisfacción para mejorar el servicio.

### A futuro

Actualmente el sistema se implementó para todos los centros de ayuda de la Universidad y el Centro Deportivo. Se busca expandirlo a otras unidades internas como Educación Continuada, Gestión Humana, y ofrecerlo instituciones externas un áreas de educación o salud.

### La frase

“Cupi2 ha sido un semillero de muchos desarrollos de software y emprendimientos estudiantiles, que reflejan la capacidad de nuestros ingenieros. Bookeau es un gran ejemplo de ello”.

## Proyecto: Plexos SAS - Emprendimiento de Gestión de Proyectos



José Luis Ponz, profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Civil y Ambiental.

Correo: jl.ponz@uniandes.edu.co



InGeCo (Grupo de Ingeniería y Gerencia de la Construcción).



José Luis Ponz y Alejandro Salcedo, ingeniero de sistemas uniandino y socio.



2016- en adelante

Más información



### ¿En qué consiste?

Es una herramienta muy potente de planificación de la producción proyectos de construcción, utilizando bases de datos de costos paramétricos en nube y modelos Open BIM (*Building Information Modeling*), todo eso integrado en un flujo de trabajo colaborativo.

Desde los años 90 el profesor Ponz viene ideando este desarrollo, el cual tomó forma durante su doctorado. Al unirse a la planta profesoral uniandina, inició el proyecto de *Smart Scheduling* e inició el equipo que le daría vida al software.

En 2016 iniciaron las investigaciones técnicas, que luego el profesor Ponz y Alejandro (asistente graduado de Ingeniería de Sistemas, y hoy egresado) articularon en una versión beta. Empezaron a testearlo al interior de la universidad y con empresas del gremio, y por medio de la experiencia de usuario lograron crear el producto final, el cual es mucho más robusto, comercial y fiable, que a hoy ha logrado 10 mil descargas de 500 usuarios en más de 75 países. En 2019 empezaron

a vender la suscripción de esta versión final, con todas las mejoras incorporadas, convirtiéndose así en la primera licencia de software gestionada por la Oficina de Transferencia de Uniandes.

### A futuro

El profesor afirma que Plexos es el mejor desarrollo en su área a nivel mundial, cientos de proyectos se han ejecutado utilizando este producto uniandino, el cual es aún muy novedoso en el panorama colombiano. No obstante, grandes firmas lo están implementando en sus proyectos, además del Centro Cívico de la Universidad. En cinco años se espera no solo ser el líder tecnológico, sino del mercado internacional. La licencia de su competencia inmediata cuesta casi 10 veces más, que deben desembolsarse cada año. La licencia de Plexos, en cambio, es vitalicia. Con las regalías, se espera invertir en nuevos emprendimientos del grupo de investigación.

### La frase

“Me motiva el innovar, el apoyar a la universidad, a los alumnos para crear sus emprendimientos. Me siento muy orgulloso de lo que ellos son capaces de lograr y de las empresas que han creado”.

**Proyecto:** ASIWA, *Automatic System of Independent Watering and Atmosphere Control*

**Programa:** Ingeniería Eléctrica y Electrónica

**Integrantes:** Tomás Rubiano, Alejandra Mesa, Juan Pablo Castillo y Luis Fonseca.



“Pensamos en cómo lograr que una persona pudiera cultivar cualquier planta sin importar el clima”, explica Tomás Rubiano, uno de los creadores de ASIWA, que en lengua Wayú significa semilla.

La propuesta de este grupo es una especie de invernadero portátil, en el que se pueden cultivar diferentes plantas de manera simultánea, pero a la vez independiente, sin importar las limitaciones de clima de cada una.

ASIWA se compone de una serie de cubículos sistematizados y una aplicación para dispositivos móviles. Los primeros cuentan con un sistema de riego automático controlado por sensores de humedad; bombas que impulsan el agua desde un tanque; suministro de energía lumínica; y temperatura regulada, mediante el trabajo combinado de sensores, módulos de Peltier, disipadores de calor y ventiladores.

De otro lado, en la aplicación se introducen los parámetros de cultivo de cada especie y el usuario puede monitorear, controlar y programar de forma remota las condiciones climáticas de cada cabina. Además, posee una base de datos actualizable, con fichas técnicas para el cuidado de distintos tipos de cultivos.

**Proyecto:** Piel Marina

**Programa:** Ingeniería Química

**Integrantes:** María Paula Barreto, Daniela Gómez Correa, María Paula Garzón, Sergio Daniel Rivero, Valentina Riveros Barrera y Laura Daniela Ardila.



Cada año la piscícola El Caracolí desecha 25,2 toneladas de piel de tilapia nilótica (conocida como mojarra), sobrante del proceso de fileteado. De igual forma sucede en cientos de piscícolas en el país y que, a gran escala, constituye un riesgo ambiental, porque esta basura puede llegar a fuentes hídricas y contaminarlas.

Piel Marina aprovecha esos desperdicios, al transformarlos en materia prima para un producto con valor agregado. El proyecto consta de dos fases: la extracción de colágeno, mediante procesos químicos, de la piel de pescado desechada; y la elaboración de una crema humectante cuyo componente esencial es el producto extraído.

Otro de los objetivos de Piel Marina es generar un impacto social positivo, pues estas ganancias adicionales le permitirían a la piscícola mejorar los procesos de producción, al invertirlos en estrategias ambientales enfocadas en el manejo de desechos o en mano de obra para la extracción de colágeno y la producción de la crema. “Quisimos crear algo que se pudiera implementar en esta empresa y se convirtiera en una fuente de empleos en Betania, donde está ubicada”, anota Laura Ardila, integrante del grupo.

# MI PROYECTO Y YO

Cada semestre **Expoandes** se convierte en una vitrina, donde los estudiantes más jóvenes de la Facultad de Ingeniería demuestran las ganas de aprender, el talento innovador, pero sobre todo, **el interés por aportar a la comunidad.** Estos son algunos de los ganadores de la más reciente edición.



**Proyecto:** Dynamics

**Programa:** Ingeniería de Sistemas y Computación

**Integrantes:** Luis Castro, Sebastián Jordán, Joshua Olave, María Gabriela Torres.

La formación científica básica es imprescindible, pues le brinda al individuo herramientas para entender su entorno y enfrentar posibles problemas. Sin embargo, en la actualidad se percibe una falta de interés en las ciencias básicas por parte de estudiantes de secundaria. Algunas razones son el bajo nivel de infraestructura en los colegios, que les impide poner en práctica conocimientos teóricos, y la complejidad de la materia.

Atendiendo esta problemática, los estudiantes crearon Dynamics, un simulador que emplea la realidad virtual para hacer más lúdico el aprendizaje de la física.

La plataforma implementa los conceptos necesarios para el desarrollo de problemas de física y le permite al estudiante visualizar el comportamiento real de los fenómenos físicos, interactuar con los objetos para ilustrar y entender esos fenómenos, y crear sus propias simulaciones.

“En el prototipo incluimos un ejercicio de baloncesto. El usuario lanza el balón al aro y, al hacerlo, se muestran los vectores con las diferentes variables — gravedad, velocidad, aceleración o distancia—, las fuerzas que se ejercen en el cuerpo y su trayectoria”, explica María Gabriela Torres sobre Dynamics, que cuenta con un *software* accesible y de fácil implementación a nivel global.



**Proyecto:** Muro de contención para Mocoa

**Programa:** Ingeniería Civil

**Integrantes:** Carolina Meneses, Isabel Lineros, Juanita Medina y Rubén García.

Mocoa es la tercera ciudad más lluviosa de Colombia. Las constantes precipitaciones y su ubicación, en una zona montañosa bañada por ríos, así como la deforestación y el uso inadecuado del suelo, la hacen vulnerable a las avalanchas.

Ejemplo de ello es la tragedia ocurrida el 31 de marzo de 2017, cuando un alud de lodo y piedra por poco sepulta a la capital de Putumayo. Según Medicina Legal, la tragedia dejó 335 muertos, 400 heridos, 71 desaparecidos, 48 barrios afectados y 1450 casas destruidas.

Este proyecto busca una manera de brindar protección, en caso de una nueva avalancha, a la zona residencial de la ciudad.

Su propuesta es un muro de contención, con estructura de cobre y recubrimiento de concreto, que cuenta con dos elementos innovadores: colchones protectores y anclajes. Los primeros sirven como aislante —en especial si se tiene en cuenta la alta humedad de la tierra en esta zona— y disminuyen el impacto de la avalancha sobre el muro. Los anclajes le brindan mayor resistencia y lo compactan, sujetándolo firmemente al suelo y evitando que se deslice. “Parece como si el muro abrazara la tierra”, explica Angie Meneses, una de las creadoras.

## ZONA APPS

El Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación se ha convertido en un semillero en donde los estudiantes, desde las diferentes áreas de conocimiento de la profesión, desarrollan proyectos sobre temáticas tan variadas como el entretenimiento o la salud.

**Aquí les traemos algunos.**

### Showtracker: negocio musical

*Una aplicación creada con el objetivo de impulsar la cultura de la música independiente y ayudar a artistas nuevos a cumplir sus sueños.*

El negocio de la música mueve cientos de millones al año, sin embargo, para los artistas nuevos, darse a conocer puede resultar un camino lleno de obstáculos. *Showtracker*, propuesta ganadora del concurso Innovación con TI, busca facilitarles esa primera etapa, al eliminar las audiciones y los contratos en papel entre músicos y establecimientos.

"Los artistas quieren empezar a ganar dinero con la música, pero por lo general no tienen contactos", resalta Juan Espitia, quien junto con Santiago Rodríguez, Diana Cepeda y Andrés León crearon la plataforma.



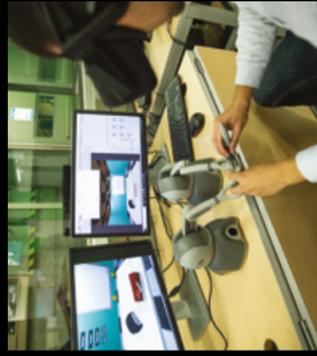
Santiago Rodríguez Matiz, Juan Sebastián Espitia, Andrés Felipe León y Diana Camila Cepeda, estudiantes de séptimo y octavo semestre.

En ella, los músicos contactan a los negocios donde podrían presentarse y, de esta manera, darse a conocer, a su vez, es una vitrina para los diferentes establecimientos, que atraerán más clientela al ofrecer *shows* musicales; y por último, se convierte en una guía a la cual puede acudir cualquier persona para informarse sobre locales de entretenimiento, donde se realicen conciertos de diferentes géneros musicales.

*Showtracker* cuenta con una base de datos, agrupada por colecciones, con los perfiles de los músicos y de los establecimientos, el listado de eventos creados —cada uno con descripción y valoración—, y la información de los usuarios. Además, brinda la posibilidad de ofrecer inteligencia de negocios a los locales, pues ofrece reportes de los usuarios, por ejemplo, sobre la acogida de los lugares y de las presentaciones.

### Ortháptica, una herramienta educativa

*Empieza la tecnología de computación visual para crear soluciones a los problemas educativos reales de una institución médica.*



David está culminando la maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación, en el grupo IMAGINE (I+D+i en computación visual).

Desde hace más de dos años, David Ricardo Mayorga Herrera viene desarrollando *Ortháptica*, un simulador para el entrenamiento, en reducción ortopédica, de residentes de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

El proyecto nació de la necesidad de brindarles a los médicos una educación innovadora e interactiva. "El doctor Julián Salavarría le propuso la idea a José Tiberio Hernández", relata Mayorga, quien desarrolló una primera fase para su tesis de grado de Ingeniero de sistemas y computación.

La plataforma combina la interacción háptica y la realidad virtual. El usuario ve en pantalla los huesos y puede manipularlos mediante unos dispositivos hápticos que le brindan sensaciones táctiles y una retroalimentación de fuerza —como la de agarrar o la tensión producida por ligamentos o tendones—.

De otra parte, gracias al uso del casco de realidad virtual, percibe como si estuviera en la sala de cirugía y tiene una mayor libertad de movimientos que le permiten ver los huesos desde diferentes ángulos. "Queremos que los médicos desarrollen las capacidades motrices necesarias para realizar esas cirugías", señala Mayorga sobre la plataforma que, desde hace un año, entrena a los residentes de primer año de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

### Easy Demographic, facilita las cuentas

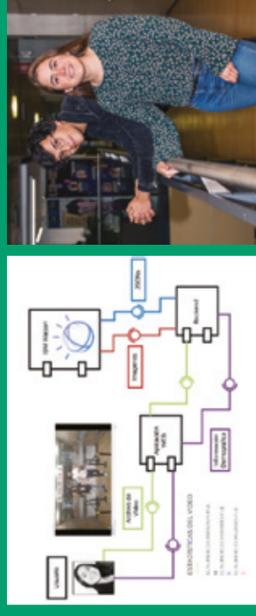
*Una herramienta creada para obtener datos demográficos de áreas específicas.*

Realizar estudios demográficos precisos y confiables en zonas con alto flujo de personas, puede resultar complejo y costoso para las organizaciones. La propuesta de Andrés Felipe Lozada, Valentina Chacón, Santiago Rangel y Pablo Suárez facilita este proceso gracias a la inteligencia artificial.

Los estudiantes de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas y Computación crearon *Easy Demographic*, una página web que, mediante el análisis de video y el uso de modelos de reconocimiento visual, contabiliza cuántas personas hay en un lugar, cuál es su género y su edad aproximada.

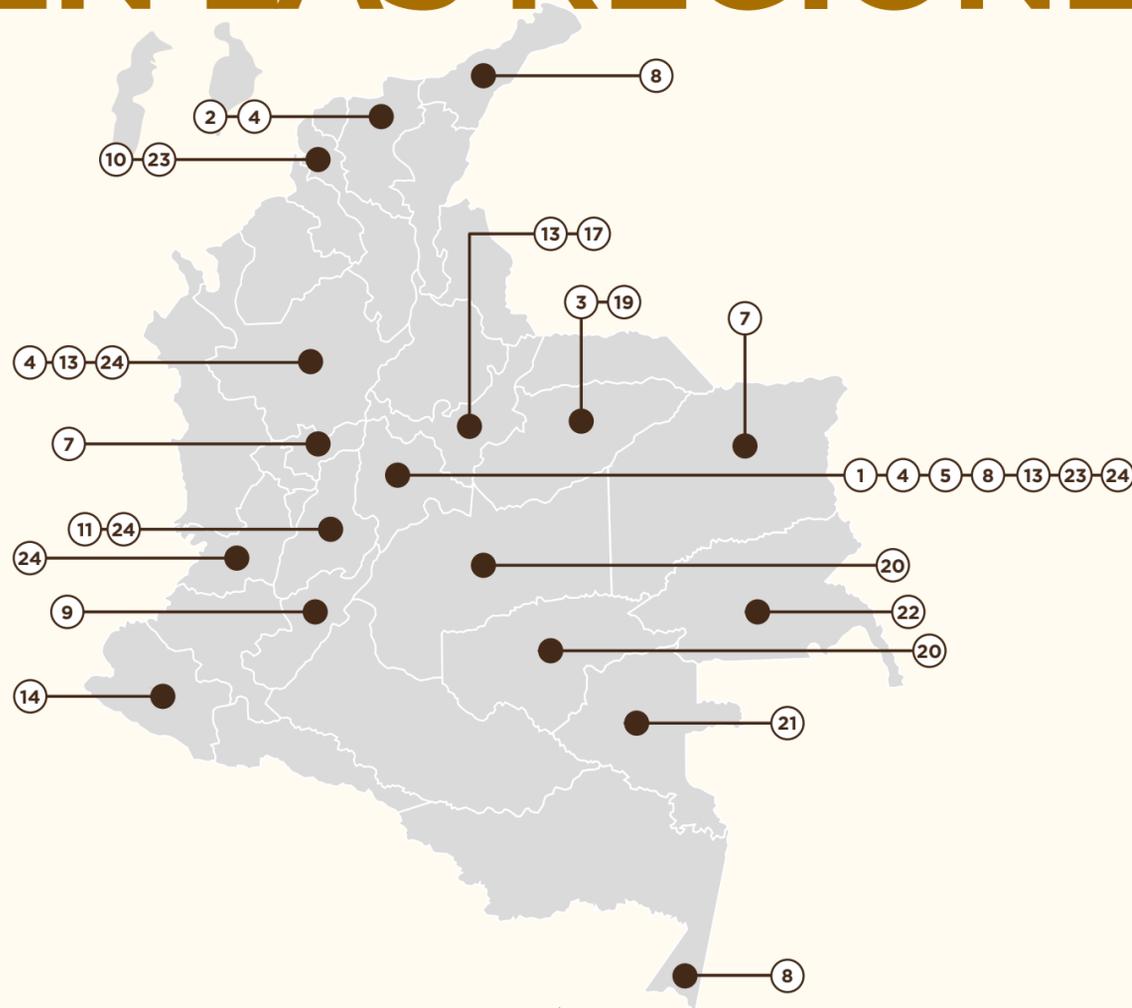
La plataforma es de fácil manejo; el usuario sólo debe subir el video y esta lo analiza, luego de fragmentarlo, y le entrega los resultados. Esta información puede ser de gran importancia para diferentes organizaciones; "por ejemplo, si una compañía de publicidad desea realizar una campaña dirigida a adolescentes en un centro comercial, la página le dice con certeza a qué hora del día hay más jóvenes en ese lugar. Ese sería el momento ideal para hacerla", explica Chacón.

*Easy Demographics* es más precisa y económica que contratar a alguien para contabilizar las personas que hay en un sitio. "Nuestro propósito es crear nuestro propio motor de reconocimiento facial. Así se reducirían aún más los costos", añade Lozada.



Andrés Felipe Lozada y Valentina Chacón.

# INGENIERÍA EN LAS REGIONES



## ÁREA DEL PROYECTO

- AGUA
- TECNOLOGÍA
- TRANSPORTE /INFRAESTRUCTURA
- ENERGÍA
- AGRO
- EDUCACIÓN
- SALUD

- ZONA DE IMPACTO DEL PROYECTO
- PROYECTO DE IMPACTO NACIONAL

- INGENIERÍA BIOMÉDICA
- INGENIERÍA MECÁNICA
- INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
- INGENIERÍA QUÍMICA
- INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
- INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
- INGENIERÍA INDUSTRIAL

# UNIANDINA

- 1** Zona/municipio que impacta: Fómeque, Cundinamarca.

**Título del proyecto:** Diseño de inmunógenos multiepitope para vacuna contra Newcastle.

**Profesor (es):** María Camila Renjifo Ibañez, Juan Manuel Cordovez Álvarez

**IBIO**
- 2** Zona/municipio que impacta: Valle del Magdalena.

**Título del proyecto:** Epidemiología del accidente ofídico en el Valle del Magdalena. Causas y efectos del envenenamiento en poblaciones rurales.

**Profesor (es):** Carlos Andrés Bravo Vega, Juan Manuel Cordovez Álvarez

**IBIO**
- 3** Zona/municipio que impacta: Casanare.

**Título del proyecto:** Efecto de palma de aceite en riesgo de transmisión de enfermedad de Chagas.

**Profesor (es):** Juan Manuel Cordovez Álvarez

**IBIO**
- 4** Zona/municipio que impacta: Antioquia, Eje Cafetero, Nariño, Cundinamarca y Hoya del río Suárez.

**Título del proyecto:** Desarrollo de proyectos agroindustriales que permitan obtener productos derivados de caña panelera con mayor valor agregado.

**Profesor (es):** Juan Carlos Cruz, Carolina Muñoz Camargo

**IBIO**
- 5** Zona/municipio que impacta: Bogotá y 17 municipios aledaños.

**Título del proyecto:** Modelo de ocupación territorial y cambios de usos del suelo en Bogotá.

**Profesor (es):** Luis Ángel Guzmán García

**ICYA**
- 6** Zona/municipio que impacta: Proyecto de alcance nacional.

**Título del proyecto:** Informe subregión América del Sur para el Octavo Foro Mundial del Agua.

**Profesor (es):** Bernardo Calcedo y Silvia Caro.

**ICYA**
- 7** Zona/municipio que impacta: Vichada/Caldas.

**Título del proyecto:** Uso de suelos lateríticos para el desarrollo de infraestructura vial/Evaluación de una arena-asfalto natural para la construcción de pavimentos.

**Profesor (es):** Bernardo Calcedo y Silvia Caro.

**ICYA**
- 8** Zona/municipio que impacta: La Guajira.

**Título del proyecto:** Diseñar e implementar una solución energética que integre el uso de fuentes renovables de energía bajo el esquema de micro generación y redes asociadas para comunidades aisladas o no interconectadas en la Guajira.

**Profesor (es):** Nicanor Quijano (junto a la empresa ISAGEN).

**IELE**
- 9** Zona/municipio que impacta: Huila.

**Título del proyecto:** Ensamble, instalación y puesta de diez prototipos que permitan la recolección de variables ambientales en diez fincas cafeteras del Huila.

**Profesor (es):** Juan Bohórquez

**IELE**
- 10** Zona/municipio que impacta: Santa Ana (Barú).

**Título del proyecto:** isBARU La importancia de los comportamientos sociales en la salud de los adolescentes en zonas rurales de Colombia.

**Profesor (es):** Felipe Montes

**IIND**
- 11** Zona/municipio que impacta: Purificación, Tolima.

**Título del proyecto:** Educación que potencialice a aquellos que más lo necesitan: Estado actual y perspectivas.

**Profesor (es):** Eduardo Aldana Valdés

**IIND**
- 12** Zona/municipio que impacta: 164 municipios (aprox.).

**Título del proyecto:** Modelo regional de diseño y evaluación de política pública de tecnologías de información y comunicación.

**Profesor (es):** Camilo Olaya- Catalina Ramirez

**IIND**
- 13** Zona/municipio que impacta: Sabana de Bogotá, Antioquia y Boyacá.

**Título del proyecto:** Banco de pruebas flexible para la investigación de estrategias de fertirriego en cultivo hidropónicos.

**Profesor (es):** Giacomo Barbieri

**IMEC**
- 14** Zona/municipio que impacta: Nariño.

**Título del proyecto:** Reconstrucciones de tecnologías metalúrgicas prehispánicas - Tecnología del Platino.

**Profesor (es):** Jairo A. Escobar G

**IMEC**
- 15** Zona/municipio que impacta: Impacta todo el territorio nacional.

**Título del proyecto:** Protocolos de verificación, medición y estimación de las series históricas de velocidad de viento y variables relacionadas en el modelamiento de proyectos de eólicos.

**Profesor (es):** Alvaro Enrique Pinilla Sepulveda

**IMEC**
- 16** Zona/municipio que impacta: Impacto nacional.

**Título del proyecto:** Realizar las mejoras necesarias para la optimización del Cubo de Datos de velocidad de viento y variables relacionadas en el marco del proyecto Forests 2020 Colombia.

**Profesor (es):** Harold Castro - Germán Bravo

**ISIS**
- 17** Zona/municipio que impacta: Boyacá.

**Título del proyecto:** Estructuración del componente de TI requerido para soportar la transformación de procesos de negocio.

**Profesor (es):** Óscar González

**ISIS**
- 18** Zona/municipio que impacta: Impacto nacional.

**Título del proyecto:** Tanque de pensamiento I+D+I en Tecnologías de información y comunicaciones TIC para Colombia.

**Profesor (es):** José Tiberio Hernández

**ISIS**
- 19** Zona/municipio que impacta: Casanare y Meta.

**Título del proyecto:** Estrategia para el manejo integral del recurso hídrico subterráneo en el piedemonte de la Orinoquia.

**Profesor (es):** Carlos Eduardo Molano y Alcides Andrés Huguet

**ICYA** Centro de Estudios de la Orinoquia (CEO)
- 20** Zona/municipio que impacta: Guaviare.

**Título del proyecto:** Fortalecimiento de la cadena de Chontaduro.

**IngUnianides + Corpoica + Alcaldía**
- 21** Zona/municipio que impacta: Vaupés.

**Título del proyecto:** Fortalecimiento de la cadena de Aji.

**IngUnianides + UniLlanos + Alcaldía**
- 22** Zona/municipio que impacta: Guainía.

**Título del proyecto:** Fortalecimiento de la cadena de peces.

**IngUnianides + UniLlanos + Gobernación**
- 23** Zona/municipio que impacta: Costa Caribe.

**Título del proyecto:** Diseño integrado de productos: una nueva visión del queso consteño.

**Profesor (es):** Oscar Álvarez

**IQUI**
- 24** Zona/municipio que impacta: Fincas en 4 ubicaciones en Colombia: Valle del Cauca, Antioquia, Cundinamarca, Ibagué.

**Título del proyecto:** Porkcolombia.

**Profesor (es):** Rocio Sierra

**IQUI**

# BIOIMPRESIÓN 3D: UNA TECNOLOGÍA DISRUPTIVA

¿Está la bioimpresión 3D revolucionando la medicina y la bioingeniería? Los últimos avances científicos en la materia parecen así confirmarlo. Son numerosos los grupos de investigación alrededor del mundo que han logrado probar con éxito diferentes procedimientos como trasplante de órganos, diseño de prótesis robóticas y desarrollos significativos en medicina regenerativa, con el uso de esta tecnología. Según expertos, su desarrollo tendrá un gran impacto en los sistemas de salud estatales ya que podría convertirse en pocos años en la gran solución para evitar las listas de espera para trasplantes de órganos y mejorar la precisión con los problemas de compatibilidad.



**Vladimir Mironov**  
Cortesía foto:  
3D Bioprinting  
Solutions

En la próxima Escuela Internacional de Verano de la Facultad de Ingeniería, un invitado especial será el Dr. Vladimir Mironov, uno de los científicos más destacados en bioimpresión 3D en Europa, proveniente de la Universidad de Sechenov, la escuela de medicina más antigua de Rusia, ubicada en Moscú. El laboratorio que dirige fue el encargado de bioimprimir el primer órgano funcional y vascularizado de una glándula de tiroides de ratón. El profesor conversó con CONTACTO sobre sus intereses académicos y sus expectativas con el curso *3D Bioprinting and Regenerative Medicine* que dictará en junio de 2019 en Uniandes.

especialistas de diferentes disciplinas, inversiones financieras a largo plazo y el desarrollo de una red mundial de centros de investigación de excelencia en bioimpresión 3D y medicina regenerativa.

**CONTACTO:** Usted es uno de los pioneros de la tecnología de bioimpresión 3D en Rusia. ¿Cuál cree que ha sido su logro más significativo en esta área?

**Vladimir Mironov:** Tal vez esté equivocado, pero creo firmemente que el bio-ensamblaje magnético levitacional del cartilago de eferoides tisulares que utiliza nuestra bioimpresora magnética 3D 'Organ.out' -desarrollada por nuestra empresa *3D Bioprinting Solutions*- en condiciones de microgravedad en el espacio en el segmento ruso de la Estación Espacial Internacional, es nuestro logro más significativo. Sin embargo, creo que ha habido desarrollos interesantes en otros países como en Israel donde se han hecho pruebas de bioimpresión de corazón o en Estados Unidos donde se está planificando la primera prueba clínica del parche de hígado bioimpreso.

**CONTACTO:** ¿Cuáles son las últimas tendencias en bioimpresión 3D y medicina regenerativa en Europa-Asia? ¿Qué demanda la industria?

**V.M.:** Las últimas tendencias en bioimpresión 3D son la bioimpresión híbrida y la bioimpresión en 4D. Por otro lado, la industria necesita jóvenes

**CONTACTO:** ¿Está la bioimpresión 3D revolucionando la medicina y la bioingeniería?

**V.M.:** La respuesta es sí. La revolución se implementa principalmente mediante la digitalización, automatización y robotización, así como la estandarización y escalabilidad de la tecnología de bioimpresión 3D. Por otra parte, permite la transición de los experimentos de laboratorio a la producción comercial escalable y rentable de órganos humanos en entornos industriales. Es también una tecnología disruptiva. Por ejemplo, la bioimpresión exitosa del riñón humano destruirá el muy rentable negocio de las diálisis y cambiará la industria.

**CONTACTO:** ¿Qué retos éticos tienen los profesionales que usen esta tecnología?

**V.M.:** Hay tres retos que identifiqué. El primero tiene que ver con el uso de células madre embrionarias humanas que es un tema éticamente desafiante. Lo segundo, son las pruebas de la funcionalidad del ovario humano bioimpreso mediante la realización de la prueba de fertilización (la formación de cigotos a partir de ovocitos humanos y espermatozoides). Es un desafío ético complejo desde el punto de vista religioso, ya que lo no está permitido ser destruido, se considera un asesinato humano. Y, por último, en el largo plazo, después de que prácticamente se pueda bioimprimir todos los órganos humanos, la bioimpresión del ser humano será un gran desafío ético.

**CONTACTO:** Usted ya había estado en América Latina trabajando como profesor visitante en dos instituciones en Brasil. ¿Cómo encuentra el trabajo de los grupos de investigación en la región en diferentes áreas como ingeniería biomédica, medicina y biología?

**V.M.:** Me gusta Brasil. Es un país hermoso con grandes científicos e instituciones de investigación. Seguramente es el líder científico de la región. Trabajé en "In Metro", un centro nacional de metrología y tecnología en Río de Janeiro que es un excelente centro de investigación y también estuve en la División

de Tecnología 3D del Centro Renato Archer para las TIC en Campiñas (Sao Paulo). En general, creo que en la región hay fuertes grupos de investigación que trabajan en diversos temas con un alto nivel.

**CONTACTO:** ¿Qué pueden esperar los estudiantes de su curso *3D Bioprinting and Regenerative Medicine*? ¿Qué van a aprender?

**V.M.:** Creo que será un curso de capacitación integral y los estudiantes también aprenderán el estado del arte en este campo. Esperamos que ayude a crear un nuevo curso educativo sobre estas nuevas disciplinas rápidamente emergentes en las universidades de Colombia y especialmente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. ✦

La Escuela Internacional de Verano es un espacio donde los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a una variada oferta de cursos sobre las diferentes disciplinas de la ingeniería. A continuación, presentamos algunos datos de interés de las versiones anteriores.



Conozca los 27 cursos de la Escuela Internacional de Verano de 2019



Estos son algunos de los eventos que marcaron pauta en nuestra Facultad durante el **segundo semestre de 2018 y el primer semestre de 2019.**

Conversatorios, foros, muestras de tecnología y talleres hicieron parte de la programación.

# 2

### Semana de la Innovación 2018: educación y patentes, las protagonistas

Del 19 al 23 de noviembre de 2018 se celebró la Semana de la Innovación, un evento compuesto por diferentes iniciativas de estudiantes y egresados uniandinos, en el que se promueven los espacios de innovación y emprendimiento, mediante el uso de ciencia y tecnología.

Para esta edición, el invitado internacional de El Encuentro fue el profesor David Salinas, director regional del Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico de Monterrey, quien compartió con profesores y estudiantes las principales apuestas de la institución mexicana para promover espacios de aprendizaje innovadores en ingeniería.

Por otro lado, se realizó por primera vez la Muestra de Tecnología 'Hecho en Uniandes'. Allí nuestros profesores(as) expusieron ante empresarios y emprendedores, las últimas patentes de invención otorgadas en diversas áreas.



(De izq. a der.) Johann Osma, profesor de Ingeniería Electrónica; Andrés González Barrios y Alicia Porras, profesores de Ingeniería Química; Juan Carlos Briceño, director de la Escuela de Posgrado e Investigación; María Alejandra Núñez, coordinadora académica; Oscar Álvarez y Felipe Salcedo, profesores de Ingeniería Química, presentaron sus patentes en la muestra tecnológica.

### Ingeniería Civil y Ambiental celebró 68 años de historia

En 2018, en el marco de la celebración de los 70 años de la Universidad de los Andes, la Facultad de Ingeniería realizó diferentes eventos para celebrar este hito con diversas actividades académicas, homenajes y reuniones sociales.

El 26 de octubre de 2018, el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental celebró sus 68 años con el conversatorio "Los retos de la infraestructura en Colombia" en el que participaron Carlos Angulo, ex rector de la Universidad; Argelino Durán, Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI) y Carlos Giraldo, profesor de cátedra.



Luis Alejandro Camacho, profesor asociado y director del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, dando la bienvenida a los asistentes.

# 1

### Un día para enamorar a los niños y niñas de la ingeniería

El 11 de marzo de 2019 tuvo lugar una nueva versión del evento 'Ciencia, mujer y tecnología', en donde anualmente las Facultades de Ciencia e Ingeniería se unen para acercar al mundo STEM de Uniandes a las y los niños de primaria y bachillerato de colegios públicos y privados de Bogotá y alrededores. Así, se busca incrementar la participación nacional de jóvenes, en especial mujeres, en estas carreras, y visibilizar la valiosa labor de ingenieras y científicas uniandinas a través de la interacción con futuras generaciones de profesionales.

Más de 200 jóvenes entre los 8 y los 13 años escucharon a 10 conferencistas invitados, entre ellos cuatro profesores de Ingeniería, quienes acompañaron su charla con el testimonio de sus estudiantes destacadas. Los jóvenes también interactuaron en los laboratorios de ambas Facultades, además de la de Medicina, y cerraron la jornada jugando la app del Club de los Tesos.



Los asistentes tuvieron la oportunidad de conocer los diferentes laboratorios de la Facultad de Ingeniería.



Iván Mura, profesor asociado y coordinador de la Maestría en Analytics, dando la bienvenida a los asistentes al foro.

### Exitosa quinta versión del Analytics Forum

El 11 de marzo de 2019 se llevó a cabo una nueva versión del Analytics Forum, evento anual del Departamento de Ingeniería Industrial, liderado por el equipo académico de la Maestría en Inteligencia Analítica para la Toma de Decisiones (*Analytics*). Esta edición reunió a expertos nacionales e internacionales, quienes estudiaron casos aplicados a nivel profesional e investigativo sobre el impacto y valor agregado que ha tenido esta rama en las organizaciones.

Alrededor de 500 asistentes de sectores como las tecnologías de la información, los servicios financieros, la educación y la consultoría participaron en el evento. Para esta edición, los conferencistas principales presentaron casos de éxito del desarrollo de la analítica en el sistema de aprendizaje organizacional, nuevas tendencias en *sport analytics*, elementos para construir una estrategia exitosa de analítica avanzada, entre otros.

# 9

### Foro en Inteligencia Artificial: casos de aplicación real



El foro contó con la participación de los más de 300 asistentes, el apoyo del programa Fellows Colombia de Ictetex, de Enter.co, Clonnet y el patrocinio de Sisandes de Uniandinos y Microsoft.

El 24 de abril de 2019 se realizó el 1er Foro en Inteligencia Artificial: cuando machine learning se conecta con..., liderado por Olga Mariño Drews, profesora asociada y coordinadora de la Maestría en Inteligencia de Sistemas y Computación.

En el desarrollo del foro se cubrieron diferentes temas como: sistemas basados en *Reinforcement Learning* para lograr la adaptación de sistemas urbanos heterogéneos a gran escala, con miras a avanzar hacia ciudades inteligentes sostenibles; el uso de modelos de *machine learning* y técnicas de pre y post procesamiento de datos en diversos dominios de aplicación como salud, finanzas, análisis de texto, análisis de opinión y agricultura; la aplicación de estas técnicas para apoyar el diseño de políticas públicas y los avances recientes en el campo de visión artificial biomédica en el uso de *deep learning* para procesamiento y reconocimiento de imágenes y videos.

### Energía para un nuevo país rural: uno de los principales retos del posconflicto



Los debates principales se dieron en medio de dos paneles: 'Tecnologías para energización rural sostenible' y 'Barreras regulatorias y esquemas empresariales', moderados, respectivamente, por los destacados profesores de la Facultad de Ingeniería Álvaro Pinilla y Ángela Cadena.

¿Cómo avanza Colombia en el acceso a energía en zonas rurales y de posconflicto? El acceso a energía transforma vidas y comunidades, desencadenando procesos de modernización e inclusión social y económica. Y bajo esta premisa, la Revista de Ingeniería presentó el lunes, 29 de abril de 2019, su foro Energía para un nuevo país rural, un espacio de encuentro entre destacados investigadores, empresarios, líderes comunitarios y voceros de instituciones públicas y privadas que debatieron sobre los retos y oportunidades de energización en la ruralidad colombiana.

El foro tuvo la participación de dos conferencistas internacionales destacados: Rafael Escobar, exdirector de Acciones Prácticas (Perú), quien habló sobre el estado y perspectivas de las energías renovables en poblaciones rurales latinoamericanas; y Wesley Kading, vocero de *Angaza Design*, una compañía de Silicon Valley (Estados Unidos) dedicada al desarrollo y comercialización de *software* para sistemas solares prepago que, a la fecha, ya completa más de dos millones de clientes finales en más de 30 países.

## NOTICIAS



(De izq. a der.) José Manuel Paéz, Vicerrector de Internacionalización del TEC de Monterrey y primer presidente de la Red; Silvia Caro, vicedecana académica de la Facultad de Ingeniería y Per Warfvinge, de la Universidad de Lund (Suecia), saliente presidente de la Red.

## PRESIDENTA DE LA RED MAGALLANES

Silvia Caro, vicedecana académica de la Facultad de Ingeniería, fue nombrada recientemente como presidenta de la Red Magallanes. Desde allí, liderará la organización internacional que reúne a 20 prestigiosas universidades europeas y 20 latinoamericanas para incentivar los intercambios estudiantiles, la colaboración académica y la investigación conjunta.

La vicedecana fue elegida luego de haber liderado la organización del Encuentro de la Red Magallanes 2018, el cual tuvo lugar el 19 y 20 de octubre de 2018 en Uniandes y en la Pontificia Universidad Javeriana. En esta ocasión, más de 60 académicos de la red discutieron sobre la agenda a trabajar para los próximos dos años de gobierno y los temas prioritarios de colaboración y movilidad académica. ✦

## Un ingeniero eléctrico uniandino en la Misión de Sabios

Juan Benavides Estévez-Bretón, ingeniero eléctrico de la Universidad de los Andes, fue elegido por el presidente Iván Duque, para hacer parte de la Misión de Sabios, iniciativa que tiene como objetivo diseñar y proponer una hoja de ruta para Colombia en los próximos años en temas como la tecnología, la ciencia y la innovación.

"Nace una nueva Misión de Sabios que tiene como objetivo examinar lo que hemos sido, lo que somos y lo que tenemos que ser en materia de ciencia, tecnología y ciencias humanas, para poder hacer grandes transformaciones en nuestro país. Sus recomendaciones serán tenidas en cuenta durante nuestro Gobierno. Esperamos que su implementación comience rápidamente y que las mentes más prodigiosas de Colombia participen en la construcción de una política de desarrollo", dijo el Presidente en Bogotá, durante el lanzamiento oficial de esta iniciativa, que en total incluye a 43 expertos nacionales e internacionales.



Juan Benavides

El ingeniero Benavides cuenta con especializaciones en Administración de Sistemas Eléctricos de Los Andes y en Matemáticas Avanzadas de la Universidad Nacional de Colombia. También tiene un doctorado en Economía de Minerales en *Pennsylvania State University* (EE.UU.). Es experto y arquitecto de diseño de soluciones en infraestructura, energía, ciudades, política pública, organización industrial, contratos, estrategia, transformación de negocios y matemática financiera. En su experiencia profesional se destaca haber sido director del Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo (CIDER), investigador asociado de Fedesarrollo, especialista *senior* del Banco Interamericano de Desarrollo y profesor e investigador de Los Andes. ✦

## Tesis doctoral uniandina gana premio Ámbar 2018

La tesis de José Lenin Morillo, estudiante de Doctorado en Ingeniería, ocupó el primer lugar en la categoría de investigación del Premio Ámbar 2018, que resalta los esfuerzos de los mejores proyectos realizados en pro de la investigación y el desarrollo del sector eléctrico.

En la competencia participaron diferentes actores del sector académico, empresarial e institucional que realizan trabajos técnicos de investigación y de desarrollo asociados a la generación, transmisión, distribución, comercialización y usos de la energía eléctrica.

El Premio Ámbar 2018 es otorgado por la Asociación Colombiana de Distribuidores de Energía Eléctrica (ASOCODIS), en colaboración con el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, Colciencias, el World Energy Council Colombia (WEC), el Comité Colombiano de la CIER (COCIER), la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Comité Asesor de Comercialización (CAC), el Consejo Nacional de Operación (CON), el Programa de Transformación Productiva (PTP) y el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

La tesis galardonada fue asesorada por Ángela Cadena, profesora asociada del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, en colaboración con la Universidad del Rosario, *Laurentian University* (Canadá) y *Cornell University* (EE.UU.).



(De izq. a der.) Juan Fernando Pérez, profesor de la Universidad del Rosario; Luckny Zéphyr, profesor de *Laurentian University*; Carlos Murillo, profesor de la Universidad Nacional de Manizales; José Lenin Morillo, estudiante de Doctorado de la Universidad de los Andes; Ángela Cadena, Nestor Peña y Nicanor Quijano, profesores del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes.

La tesis *MAEP: a mid – and long – term operation planning tool for hydro-thermal power systems*, consiste en el desarrollo de una herramienta libre, programada 100% en PYTHON, para el planeamiento de la operación y expansión de sistemas hidrotérmicos. Este modelo surge como alternativa a los elevados costos de las herramientas comerciales que existen. Por ejemplo, las herramientas que se usan en Colombia cuestan 75 mil dólares. ✦

## Nombramientos



**Rodrigo Gómez:** como profesor asistente del Departamento de Ingeniería Biomédica. Ingeniero Electrónico de la Universidad de Antioquia, magíster en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de los Andes y Ph.D. Cum Laude en Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Su área de investigación se enfoca en bio-instrumentación y bioMEMS para aplicaciones en ciencias de la vida.



**Natasha Bloch:** como profesora asistente del Departamento de Ingeniería Biomédica. Bióloga de la Universidad de los Andes, magíster del *Institut National Agronomique Paris Grignon – INAP-G* (Francia) y Ph.D. de la Universidad de Chicago (EE.UU.). Fue investigadora postdoctoral en la *University College de Londres* (Reino Unido). Su trabajo se enfoca en genética comportamental, particularmente en el contexto de los comportamientos sociales.



**María Hernández Carrión:** como profesora asistente del Departamento de Ingeniería Química. Ingeniera Química, magíster en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos y Ph.D. en Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria de la Universidad Politécnica de Valencia (España). Su área de investigación se enfoca en el procesamiento de altas presiones hidrostáticas, estudio microestructural y análisis de imágenes y determinación de compuestos bioactivos.



**Haydemar Núñez:** como profesora visitante del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación. Es docente-investigadora -categoría titular- de la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Realizó sus estudios de Licenciatura en Computación y de Maestría en Ciencias de la Computación en la UCV y es Ph.D. de la Universidad Politécnica de Cataluña (España) en el área de aprendizaje artificial (*machine learning*). Sus áreas de investigación son: minería de datos, ingeniería del conocimiento, sistemas de recomendación e inteligencia artificial aplicada.



**Pilar Navas Navas:** como Secretaria General de la Facultad de Ingeniería. Ingeniera Mecánica y magíster en Ciencias Biomédicas de la Universidad de los Andes. Fue coordinadora académica y luego Coordinadora Estratégica y de Relaciones Externas del Departamento de Ingeniería Biomédica. Su experiencia en gestión estratégica y en mejoramiento continuo será clave para apoyar la construcción colectiva del Plan de Desarrollo de la Facultad (PDF) para los próximos años.



**Vivian Bojacá:** como Coordinadora de Investigaciones de la Decanatura de Ingeniería. Ingeniera Ambiental y Microbióloga de la Universidad de los Andes y magíster en Ciencias Biológicas de Los Andes. Será la encargada de apoyar la gestión de los Fondos de Apoyo a Profesores Asistentes (FAPAS); las convocatorias interinstitucionales; el trabajo coordinado con la Vicerrectoría de Investigaciones para la medición de métricas ante Colciencias; la clasificación, aval y reconocimiento de productos y el apoyo al sistema de gestión de laboratorios y HPC para su aprovechamiento.



**Andrés Gómez:** como gestor académico de la Vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería. Es administrador de empresas de la Universidad Nacional de Colombia y especialista en gestión de proyectos de desarrollo de la Escuela Superior de Administración Pública. Se encargará de apoyar temas de asuntos disciplinarios, evaluación de cursos y seguimiento de convenios.



**María Paula Méndez:** como Gestora de Comunicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Literata y Profesional en Lenguajes y Estudios Socioculturales de la Universidad de los Andes con Máster en Periodismo de Viajes de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Anteriormente, desempeñó el cargo de Gestora Editorial de la Revista de Ingeniería. Tiene experiencia en edición y generación de contenido para comunicaciones internas de empresas como Hunter Douglas.



**Milena Espinosa:** como Coordinadora de Planeación de la Decanatura de Ingeniería. Contadora Pública de la Universidad Central, especialista en Finanzas y Proyectos de la Universidad Externado de Colombia y se encuentra terminando su MBA en la Universidad de los Andes. Será la encargada de apoyar a los Departamentos en la planeación y ejecución presupuestal, así como del análisis de indicadores de avance del Plan de Desarrollo de la Facultad (PDF).



**Laura Ramírez:** como Coordinadora Académica de la Vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería. Ingeniera Civil y magíster en Ingeniería Civil (énfasis en Ingeniería y Gerencia de la Construcción) de la Universidad de los Andes. Cuenta con experiencia en instituciones de educación superior. Fue coordinadora de proyectos de la Vicerrectoría de Desarrollo y Egresados de la Universidad.



**Francisco Buitrago:** como Coordinador de Proyectos de la Unidad de Apoyo a la Educación de la Facultad de Ingeniería. Microbiólogo, magíster en Ciencias Biológicas y Ph.D. en Educación de la Universidad de los Andes. Experto en pensamiento computacional, elaboración e implementación de estrategias pedagógicas activas, diseño curricular escrito y operativo, formación docente, evaluación de programas educativos, elaboración de planes y mallas curriculares, implementación y aseguramiento de políticas educativas, medición y mitigación de riesgo de desertión.



**Ingrid Ximena Araque:** como asistente administrativa de la Secretaría General de la Facultad de Ingeniería. Se encuentra terminando sus estudios en Administración de Empresas.



"El objetivo de la investigación era simple: establecer si, como lo indica una de las teorías actuales de la biología evolutiva, la escogencia sexual entre las distintas especies del mundo animal está relacionada directamente con las capacidades cognitivas de los individuos, y cuáles son los cambios en la expresión genética, es decir, en la activación de ciertos genes que ocurre en el cerebro durante estos procesos de selección. En pocas palabras, los investigadores querían establecer si las hembras más inteligentes escogen los mejores machos".

Natasha Bloch, profesora asistente de Ingeniería Biomédica en El Tiempo.



"La reducción podría ser de un 50% en la exposición de las personas al interior de los buses, al interior de las estaciones, pero, esto no quiere decir que vayamos a ver un cambio del 50% en las concentraciones de la contaminación del aire en Bogotá".

Ricardo Morales, profesor asociado de Ingeniería Civil y Ambiental en El Tiempo.



"Estamos perdiendo el miedo a participar en este tipo de propuestas porque nos damos cuenta de que estamos haciendo investigaciones competitivas a nivel latinoamericano. La industria necesita de la academia para poder seguir desarrollándose, pero en este momento Colombia todavía no tiene esa mentalidad de que la universidad es fundamental".

Luis Felipe Giraldo, profesor asistente de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en El Espectador.

# LA FACULTAD EN MEDIOS



Análisis de la calidad del aire en Bogotá, estudios sobre las preferencias de apareamiento de los peces, premios de innovación, patentes de invención y análisis de la crisis del SITP fueron los titulares en algunos de los medios de comunicación más influyentes del país. Todos ellos tienen algo en común: son iniciativas de nuestra Facultad. **Siga la información actualizada en la sección Sala de Prensa de nuestra página web.**



"Producir este material puede llegar a ser un 20 o 30 por ciento más costoso que uno tradicional que ya se encuentre en la industria, pero su ahorro será en el posconsumo. Las láminas, al pasar por un proceso de compostaje, se degradan en un plazo de tres meses".

Alicia Porras -profesora asistente de Ingeniería Química- y Alejandro Marañón -profesor asociado de Ingeniería Mecánica- en El Tiempo.



"Uno de los principales problemas del transporte público, es que hay unos tiempos muy altos de espera y de acceso, incluso en algunas zonas de la ciudad, me puedo demorar más llegando a sistema y esperando el bus, que, dentro del mismo bus, eso hace que se alarguen los tiempos de viaje".

Luis Ángel Guzmán, profesor asistente de Ingeniería Civil y Ambiental en RCN Radio.

# NUEVA OFICINA DE RELACIONAMIENTO



## CON LAS ORGANIZACIONES (ORO)

Con el objetivo de mejorar las capacidades en el área de comercialización de ciencias y transferencia tecnológica y poner en marcha la 'Iniciativa de Innovación Transdisciplinaria' que es un nuevo escenario de enlace con las industrias, el sector público y las organizaciones no gubernamentales, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes creó la **Oficina de Relaciónamiento con las Organizaciones (ORO)**.

Este proyecto busca centralizar las unidades, iniciativas y estrategias de enlace con el sector externo de la Facultad para mantener procesos con organizaciones públicas y privadas con un acompañamiento constante. En ese contexto, la ORO trabajará de forma articulada con la Oficina de Soporte a Proyectos (OSP) y el Centro de Servicios Compartidos (CSC) para facilitar dicha relación y contribuir al desarrollo de nuevas soluciones de base tecnológica que generen valor, en conjunto con las organizaciones.

Esta nueva unidad de la Facultad busca fomentar relaciones con las organizaciones en cuatro ámbitos: (1) educación profesional, (2) consultoría, (3) servicios de laboratorio, (4) proyectos I+D, (5) innovación e (6) investigación básica.

Para lograr esto, la ORO empezará una estrategia de relaciónamiento compuesta por diversas actividades

como: cursos de posgrado diseñados para presentar retos reales y resolver problemas de diversas organizaciones, presentaciones ejecutivas de resultados importantes de los grupos de investigación a representantes de empresas, recorridos a los laboratorios de la Facultad para conocer el portafolio de servicios y la infraestructura, la creación de un programa doctoral en Gestión Tecnológica de la Innovación en alianza con las Facultades de Administración y Arquitectura y Diseño, entre otros.

Esta iniciativa es liderada por Juan Carlos Briceño, director de la Escuela de Posgrado e Investigación y cuenta con el apoyo de varios profesores de diferentes áreas del conocimiento, así como Vivian Bojacá, coordinadora de Investigaciones y Sandra Fonseca, coordinadora de la Oficina de Soporte a Proyectos (OSP).

A la fecha, ya se ha hecho relacionamiento con reconocidas empresas como Biogen, Holcim S.A., Carbo Química, Telefónica, Espumlátex, Challenger, P&G, entre otras.

En los próximos meses, la Oficina de Relaciónamiento con las Organizaciones gestionará este tipo de relacionamientos con diferentes tipos de organizaciones para afianzar las relaciones academia-industria y fomentar la innovación con base tecnológica.

Los interesados pueden escribirle a Vivian Andrea Bojaca Bautista <va.bojaca23@uniandes.edu.co>, coordinadora de Investigaciones de la Decanatura de Ingeniería. [↗](#)



## NUESTROS ESTUDIANTES DESTACADOS 2018-2 SUMMA CUM LAUDE



Promedio: 4,72

**Camila García Hernández**

Ingeniería de Sistemas y Computación

**Tesis:** Reclutamiento local, regional y global de los pulmones tras el proceso de registro teniendo en cuenta la deformación.

**¿Por qué estudiaste Ingeniería?** Entré a la Universidad sin tener idea de lo que quería. Gracias al programa de Estudios Dirigidos tuve la oportunidad de acercarme a la Ingeniería de Sistemas pese a que no era ni siquiera una opción. Cuando vi la clase de Algorítmica y Programación orientada a objetos sentí que había encontrado lo mío.

**Proyectos futuros:** en este momento trabajo en Google en Canadá y planeo quedarme por más tiempo aquí. En el futuro me gustaría volver a Colombia y contribuir al desarrollo de la industria de la tecnología.

**Clase que más te impactó:** APO fue la clase que me introdujo por primera vez a la carrera, y la razón por la que decidí estudiarla. Diseño y análisis de algoritmos me hizo entender el alcance de la computación.

**Profesor que más te impactó:** Marcela Hernández es la persona que más me ayudó a formar mi carrera. Además de abrirme las puertas de su oficina y tomarse el tiempo de aclarar todas mis dudas me dio la oportunidad de trabajar en un proyecto de investigación, y fue quien guió mi tesis. Germán Sotelo me ayudó a expandir mi entendimiento sobre la industria y sus oportunidades.

**La mayor enseñanza en Uniandes:** aprendí sobre la gente, sobre la carrera, y sobre mí misma. Es un proceso importante y muy personal, y creo que todos recogemos cosas diferentes en nuestro paso por la Universidad.

**Consejos para un "primíparo":** que no hay tanto afán. Si se quieren tomar un semestre o dos para trabajar, para irse de intercambio, para explorar lo que quieren hacer, no se están atrasando, no están perdiendo el tiempo. Hay espacio de equivocarse y de tomar malas decisiones, pues al final eso nos ayuda a encontrar el camino más adecuado.



Promedio: 4,71

**María Camila Marengo**

Ingeniería Industrial

**Tesis:** Natural gas demand forecast and deficit prediction in Colombia

**¿Por qué estudiaste Ingeniería?** fue un desafío, desde el primer día hasta el último fui retada a dar siempre lo mejor de mí misma.

**Proyectos futuros:** actualmente trabajo en Boston Consulting Group, donde planeo seguir acumulando experiencia y conocimiento. En el largo plazo tengo proyectado continuar con mi formación académica y adelantar un posgrado.

**La mayor enseñanza en Uniandes:** la capacidad para superar retos y tener siempre una buena actitud ante las dificultades, además de aprender a encontrar un balance entre la vida académica y la personal.

**Consejos para un "primíparo":** no tengan miedo a equivocarse o a empezar de nuevo, lo importante es perseguir sus sueños y encontrar lo que realmente les apasiona.

# ¡A LEER SE DIJO!

Estos son los recomendados de Revista CONTACTO para que programe sus lecturas del semestre. Búsquelos en su Librería Uniandes más cercana, o en la sección 'Libros' de la página web de la Facultad de Ingeniería: <https://ingenieria.uniandes.edu.co>



## Coatings and Thin-Film Technologies

Editado por: Jaime Andrés Pérez

Taborda y Alba G. Ávila Bernal

En la actualidad el nicho tecnológico de recubrimientos y películas delgadas está avanzando rápidamente. En especial a lo que se refiere a los nuevos usos en aplicaciones de semiconductores con aplicaciones en óptica, tribología, cosechadores termoeléctricos, energía solar, seguridad y de sensores inteligentes (IoT), entre otras. En este sentido, las estructuras y recubrimientos de películas delgadas son cada vez más innovadores y cuentan con un mayor número de excitantes propiedades que funcionalizan estos materiales, entre las que se destacan las nuevas geometrías, posibilidad de recubrir grandes áreas y uso de sustratos flexibles.

Esto ha permitido producir nanoestructuras de películas delgadas con propiedades que responden a los nuevos retos que impone la industria de semiconductores.

Este libro busca ofrecer al lector una completa perspectiva del estado actual de aplicaciones y desarrollos en tecnología de fabricación y caracterización de estos recubrimientos finos y nanoestructuras, a través de la discusión de sus aplicaciones en diversos campos, presentando revisiones del estado del arte y resultados experimentales de expertos internacionales ampliamente reconocidos en el área de tecnologías de recubrimientos y películas delgadas.

**Editorial: IntechOpen · Año de publicación 2019 /**  
ISBN 978-1-78984-870-0 @ 978-1-78984-871-7 /  
Primera edición: enero de 2019



## Geotechnics of Roads: Fundamentals

Autor: Bernardo Caicedo

La característica que hace único al libro *Geotechnics of Roads: Fundamentals* es la descripción de los desarrollos recientes de la ingeniería geotécnica y su uso en la ingeniería de carreteras, desarrollos disponibles en numerosos artículos de investigación consultados por el autor y presentados de manera integral.

El libro aborda temas como el análisis de esfuerzos y deformaciones en las estructuras viales, la migración de agua y de calor dentro y entre las capas de la estructura de la vía y los efectos del agua en su resistencia y rigidez. Además, incluye un análisis profundo de la compactación de los suelos, uno de los temas más importantes en la construcción de carreteras, que representa solo

una pequeña proporción del presupuesto de construcción, pero su efecto en el desempeño a largo plazo de una carretera es decisivo. Además, la publicación describe metodologías para la evaluación no destructiva de las estructuras viales, incluido el análisis del control continuo de compactación, una técnica poderosa que ofrece la posibilidad de control de calidad en tiempo real de las estructuras viales.

Sin duda, *Geotechnics of Roads: Fundamentals* será una publicación de gran utilidad para ingenieros civiles, estructurales y geotécnicos alrededor del mundo.

**Editorial: CRC Press. Taylor & Francis Group**  
**Año de publicación 2018 /**  
ISBN 978-1-138-60057-7 @ 978-042-902-591-4 /  
Primera edición: diciembre de 2018

# AGENDA

Revisa tu calendario, porque los eventos de este semestre de la Facultad de Ingeniería pueden ser de tu interés. ¡Te esperamos!

## 5 AL 7 DE JUNIO

6to. Congreso Latinoamericano de Arqueometría. Bogotá.



## 20 DE JUNIO

Foro ISIS: Innovación y oportunidades en atención en salud desde la ingeniería de información. Bogotá.

## 28 AL 31 DE JULIO

*Metaheuristics International Conference – MIC 2019.*  
Sede Caribe. Cartagena.



## 5 AL 9 DE AGOSTO

*Latin American Conference on Complex Networks – LANET 2019.* Sede Caribe. Cartagena.

## 10 AL 13 DE SEPTIEMBRE

Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería -EIEI- ACOFI 2019. Cartagena.

## 8 AL 10 DE OCTUBRE

Conferencia Latinoamericana de Python Científico. Bogotá.

## 15 AL 18 DE OCTUBRE

4ta. Conferencia Colombiana de Control Automático IEEE-CCAC 2019. Medellín.

## 13 AL 15 DE NOVIEMBRE:

17º Congreso Latinoamericano y Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas – CLADS 2019. Bogotá.

# PROGRAMAS DE POSGRADO

## DOCTORADOS

### Doctorado en Ingeniería

**SNIES: 16071** | Registro Calificado: Resolución 4325 del 14 de marzo de 2018 por 7 años | 3 años | Bogotá D.C. | Presencial

### Doctorado en Gestión de la Innovación Tecnológica

**SNIES: 107914** | Registro Calificado: Resolución 2146 del 6 de marzo de 2019 por 7 años | 7 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

## MAESTRÍAS

### Maestría en Inteligencia

#### Analítica para la Toma de Decisiones

**SNIES: 104198** | Registro Calificado: Resolución 1338 del 03 de febrero de 2015 por 7 años | 4 periodos | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería de Petróleos

**SNIES: 104304** | Registro Calificado: Resolución 3593 del 18 de marzo de 2015 por 7 años | 5 periodos | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Diseño de Procesos y Productos

**SNIES: 103269** | Registro Calificado: Resolución 6181 del 05 de mayo de 2014 por 7 años | 3 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Ambiental

**SNIES: 91235** | Registro Calificado: Resolución 2008 del 13 de febrero de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Biología Computacional (MBC)

**SNIES: 102711** | Registro Calificado: Resolución 9830 del 31 de julio de 2013 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Biomédica

**SNIES: 102021** | Registro Calificado: Resolución 12897 del 10 de octubre de 2012 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Civil

**SNIES: 1578** | Registro Calificado: Resolución 8628 del 24 de mayo de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Eléctrica

**SNIES: 1580** | Registro Calificado: Resolución 2010 del 13 de febrero de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Electrónica y de Computadores

**SNIES: 5182** | Registro Calificado: Resolución 8682 del 24 de mayo de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Industrial

**SNIES: 1581** | Registro Calificado: Resolución 2011 del 13 de febrero de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Mecánica

**SNIES: 1582** | Registro Calificado: Resolución 6424 del 12 de abril de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería Química

**SNIES: 91110** | Registro Calificado: Resolución 19213 del 21 de septiembre de 2017 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación (MISIS)

**SNIES: 1579** | Registro Calificado: Resolución 6420 del 12 de abril de 2018 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Arquitectura de Tecnologías de Información (MATI)

**SNIES: 101531** | Registro Calificado: Resolución 2120 del 6 de marzo de 2019 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Seguridad de la Información (MESI)

**SNIES: 102074** | Registro Calificado: Resolución 15241 del 24 de noviembre de 2012 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería de Software (MISO)

**SNIES: 102073** | Registro Calificado: Resolución 15242 del 23 de noviembre de 2012 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Tecnologías de Información para el Negocio (MBIT)

**SNIES: 102269** | Registro Calificado: Resolución 15243 del 23 de noviembre de 2012 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial

### Maestría en Ingeniería de Información (MINE)

**SNIES: 104986** | Registro Calificado: Resolución 104364 del 07 de septiembre de 2015 por 7 años | 4 semestres | Bogotá D.C. | Presencial



[ingenieria.uniandes.edu.co](http://ingenieria.uniandes.edu.co)

[/ingenieriauniandes](https://www.facebook.com/ingenieriauniandes)



[@inguniandes](https://twitter.com/inguniandes)

