

CONTACTO

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

¿Cómo ha evolucionado la relación humano-máquina?
Descubra las innovaciones uniandinas.

Una patente para arreglar corazones ✦ Conozca los nuevos posgrados en Gestión de la Innovación Tecnológica: una apuesta de Ingeniería, Administración y Diseño ✦ Perfil: Carolina Piñeros, directora de Red PaPaz ✦

18



- Políticas Públicas
- Sistemas Sociales
- Medio Ambiente y Sostenibilidad
- Energía
- Seguridad
- Justicia
- Educación
- Salud
- Producción y Manufactura
- Investigación de Operaciones

- Logística
- Gestión Organizacional y Administración
- Pensamiento Sistémico
- Toma de Decisión y Comportamiento Humano
- Modelado y Simulación
- Innovación y Tecnología
- Economía y Finanzas
- Desarrollos Metodológicos y Pedagogía en Dinámica de Sistemas



Peter Hovmand

Washington University



Erika Palmer

Ruralis – Institute for Rural and Regional Research



Eduardo Fracassi

Instituto Tecnológico de Buenos Aires



Martin Schaffernicht

Presidente de la System Dynamics Society

“The world is made of circles. And we think in straight lines” - Peter Senge



Colombia

Departamento de Ingeniería Industrial

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

Aida Carolina Lancheros

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

www.freepik.es

www.unsplash.com

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...

Alejandro Gaviria, nuevo rector de Uniandes, fue columnista de CONTACTO

05 Editorial

Inteligencia artificial: ¿Quo Vadis?

07 ESPECIAL · MÁQUINAS PENSANTES

08

Olga Mariño: “En Los Andes somos pioneros en la visión global de Inteligencia Artificial”

10

Un robot amigable

12

En la búsqueda de una verdadera interacción con las máquinas

14

Bancarrotas ¿sí o no?

15

Deep learning en procesos de negocio: un oráculo para las empresas

16

Machine learning y deep learning al servicio del universo

17

Dónde sale el sol

18

Inteligencia para el control en tiempo real

19

Corrupción en contexto

20

Inteligencia artificial para escoger semillas nativas

22

Entender el universo de los genomas

23

Tecnología para una mejor gobernabilidad

24

Sonría, lo estamos grabando

26

Infografía
Inteligencia Artificial

27

Columnista invitado
Extrayendo valor social de la inteligencia artificial. Por: Joshua Bloom.

28

Análisis
Algoritmos para la planeación urbana de Bogotá-Región

32

Proyectos
Una patente para arreglar corazones

34

Entrevista con:
Así son los nuevos posgrados de Innovación de Ingeniería, Administración y Diseño

36

Aniversario
20 años de IMAGINE

38

Fotolab
Los nuevos órganos de los sentidos

40

Mujer ingeniera
Carolina Piñeros, una líder de la protección de la niñez

42

Egresado destacado
Juan Benavides

44

Proyectos en curso
Conozca las iniciativas más recientes de nuestros profesores

46

Mi proyecto y yo
Ganadores Expoandes 2019-I

48

Zona apps

50

Línea de tiempo: los Decanos de Ingeniería.

52

Eventos

54

Noticias y reconocimientos
Uniandes y Coursera anuncian creación de la primera Maestría en línea en Ingeniería de Software de Lationamérica

59

La Facultad en medios

60

Procesos internos
Seminarios Virtuales de Excelencia

61

Summa Cum Laude 2019-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

Nueva patente de invención para Juan Carlos Briceño y su equipo



SABÍAS QUE ...

Alejandro Gaviria, nuevo rector de Uniandes, fue columnista de CONTACTO

En octubre de 2016 –cuando el recientemente elegido rector de Los Andes, Alejandro Gaviria, fungía como ministro de Salud– se publicó la edición número 12 de Revista CONTACTO, la cual dedicó su portada a la “Ingeniería para la paz”. Algunos de los profesores de la Facultad figuraron entre la lista de los ingenieros(as) que han dedicado su investigación a la implementación del posconflicto en Colombia, y entre ellos también estaba el nuevo rector, quien es ingeniero civil de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, y magíster y Ph.D. en Economía.

El exministro también fue el columnista invitado de esta edición e hizo una interesante reflexión sobre el papel que juegan los ingenieros en la implementación de la paz y el papel de la Ingeniería en el cambio social: “Por siglos hemos creído que las leyes, casi mágicamente, por sí solas, cambian la realidad social. Hemos puesto por décadas mucho más énfasis en los pronunciamientos que en su implementación o materialización práctica. Yo veo en la Ingeniería un rompimiento con esa tradición, un énfasis en la implementación y en las soluciones concretas para problemas concretos”, aseguró el profesor Gaviria en su texto.



Foto: Oficina de Posicionamiento.



Lee la columna completa aquí:



INTELIGENCIA ARTIFICIAL: ¿QUO VADIS?

La idea de que una máquina pudiese realizar actividades consideradas como propias del intelecto humano empezó a tomar forma con los trabajos de Charles Babbage y su máquina analítica en la Inglaterra de mediados de 1800¹. Estos trabajos inspiraron a Lady Ada, condesa de Lovelace, la joven matemática hija de Lord Byron, a desarrollar las primeras reglas de construcción de algoritmos que dieron origen a la programación de computadores². A partir de allí, la carrera por la construcción de artefactos computacionales más poderosos y lenguajes de programación más eficientes no se ha detenido.

En 1943, los trabajos de Warren McCulloch³ y Walter Pitts para explicar el funcionamiento del cerebro, dieron origen a las redes neuronales y en 1950 Alan Turing propone su famosa prueba para discernir si un programa se comporta de manera inteligente⁴. Algunos años después, en el verano de 1956, John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon⁵ organizaron el *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* en donde se acuñó el término por primera vez. Un par de años después, McCarthy inventa el primer lenguaje de programación de procesamiento simbólico (LISP)⁶.

El siguiente salto cualitativo viene dos décadas después cuando Japón anuncia en 1982 el inicio de su proyecto de la Quinta Generación de

Computadores⁷. La meta era desarrollar una nueva arquitectura computacional que utilizara el lenguaje de programación Prolog, como lenguaje de máquina, para resolver problemas complejos asociados con la inteligencia humana, como la traducción automática de lenguaje natural. Después de once años, y a pesar de una inversión de varios miles de millones de dólares, el proyecto fue cancelado. Aun cuando se desarrolló un nuevo tipo de computadores, los *Parallel Inferences Machines* basados en el principio de computación paralela, las aplicaciones que resultaron del proyecto no justificaron la inversión realizada.

Es precisamente en esa época, a comienzos de los años 80, que la inteligencia artificial llega al Departamento de Ingeniería de Sistemas de Los Andes. Se ofrecen los primeros cursos sobre programación en LISP a cargo de Camilo Rueda y los primeros cursos sobre Prolog y sistemas expertos a cargo de Jorge Phillips. Llega al Departamento de Física el lenguaje simbólico REDUCE en el que se desarrolla un sistema experto

1. Charles Babbage desarrolla su máquina analítica entre 1833 y 1842 inspirado en el telar de Joseph Marie Jacquard que usaba tarjetas perforadas para realizar diseños en el tejido. Isaacson, W. (2014), *Los innovadores*, Bogotá, Penguin Random House.
 2. Estos principios aparecieron en unas notas escritas por ella y firmadas con las iniciales A.A.L. por Augusta Ada Lovelace, que escribió para comentar su traducción del artículo que Luigi Menabrea escribiera en francés para describir la máquina de Babbage. Vale la pena resaltar que sus notas fueron más valoradas que el artículo que tradujo. El artículo puede descargarse de: <http://www.fourmilab.ch/babbage/sketch.html>
 3. McCulloch fue el promotor de las famosas Macy Conferencias que dieron origen a la Cibernética. En 1943 publicó con Walter Pitts el artículo: “A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”, en el *Bulletin of Mathematical Biophysics* Vol 5, pp 115–133. Este artículo dio origen a la teoría de las redes neuronales. El artículo puede descargarse en el siguiente enlace: <http://www.cs.cmu.edu/~epxing/Class/10715/reading/McCulloch.and.Pitts.pdf>
 4. La prueba de Turing apareció publicada en el artículo *Computing Machinery and Intelligence*. *Mind* 49: 433-460. El texto puede descargarse en: <http://cogprints.org/499/1/turing.html>
 5. Shannon fue quien desarrolló la teoría de la comunicación que ha sido utilizada en múltiples disciplinas, desde la electrónica, pasando por la informática y la psicología hasta la genética.
 6. John McCarthy, “Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine, Part I”, en: *Communications of the ACM*, April 1960. El artículo puede consultarse en: <https://web.archive.org/web/20131010134641/http://www-formal.stanford.edu/jmc/recursive/recursive.html>
 7. Ver por ejemplo, Edward Feigenbaum, E. and McCorduck, P. (1984), *The fifth generation: Japan's computer challenge to the world*, en: *Creative Computing*, Vol. 10, No. 8, August 1984, page 103. El artículo puede consultarse en: https://www.atarimagazines.com/creative/v10n8/103_The_fifth_generation_Jap.php

para resolver ecuaciones diferenciales de manera simbólica⁸. El tema se inserta como campo de investigación y docencia en la Facultad.

Con el incremento de la capacidad computacional, se desarrollan aplicaciones que utilizan esta “fuerza bruta” para enfrentarse y vencer a un humano en problemas que se asociaban con un comportamiento inteligente. El que mayor impacto mediático causó fue la derrota, en 1997, de Gary Kasparov, entonces campeón mundial de ajedrez, a manos de Deeper Blue, un computador creado por IBM.

Pero con la explosión de datos disponibles (*Big Data*) y el desarrollo de estructuras de datos y lenguajes de computación más sofisticados, surgen con fuerza nuevas técnicas de inferencia para reconocer patrones y facilitar el aprendizaje de las máquinas (*machine learning*). En 2011 IBM desarrolla su sistema Watson que gana una ronda de tres juegos seguidos del famoso concurso Jeopardy en USA, venciendo a sus dos máximos campeones y ganando un premio de 1 millón de dólares⁹. En 2016, Google DeepMind desarrolla un programa denominado AlphaGo que derrota cuatro a uno a Lee Sedol, el segundo mejor jugador de Go¹⁰ en ese momento, utilizando técnicas de aprendizaje de máquina. Al año siguiente, la misma empresa desarrolla AlphaGo Zero que derrota a AlphaGo utilizando como técnica de aprendizaje el jugar contra ella misma.

Cerca de 40 profesoras(es) de la Facultad trabajan en temas relacionados directa o indirectamente con la Inteligencia Artificial. El rango de

aplicaciones es muy diverso, desde el reconocimiento de imágenes diagnósticas para la detección temprana de ciertas formas de cáncer, hasta la aplicación de aprendizaje de máquina en el mundo de los seguros. Este número de CONTACTO pretende mostrar algunos de estos desarrollos en la Facultad.

Actualmente estamos coordinando la creación de un Centro de Investigación y Formación en Inteligencia Artificial (IA) de la Universidad que se sustentará en tres pilares: investigación (básica en IA y aplicada, en el uso de sus técnicas para resolver problemas en organizaciones), formación (con el diseño de un portafolio de cursos, opciones académicas y posgrados en IA) y las implicaciones éticas y legales de la IA¹¹.

Espero que disfruten de la lectura de este nuevo número de CONTACTO.

Alfonso Reyes A.
Decano • Facultad de Ingeniería

8. Reyes, A. (1984), “Resolución simbólica de ecuaciones diferenciales - Una extensión al lenguaje REDUCE para el computador Burroughs B-6800 “. Tesis de grado. Los directores de la tesis fueron Rodrigo López en ingeniería de sistemas y Bernardo Gómez en Física.

9. Vale la pena anotar que IBM donó este dinero a obras de caridad.

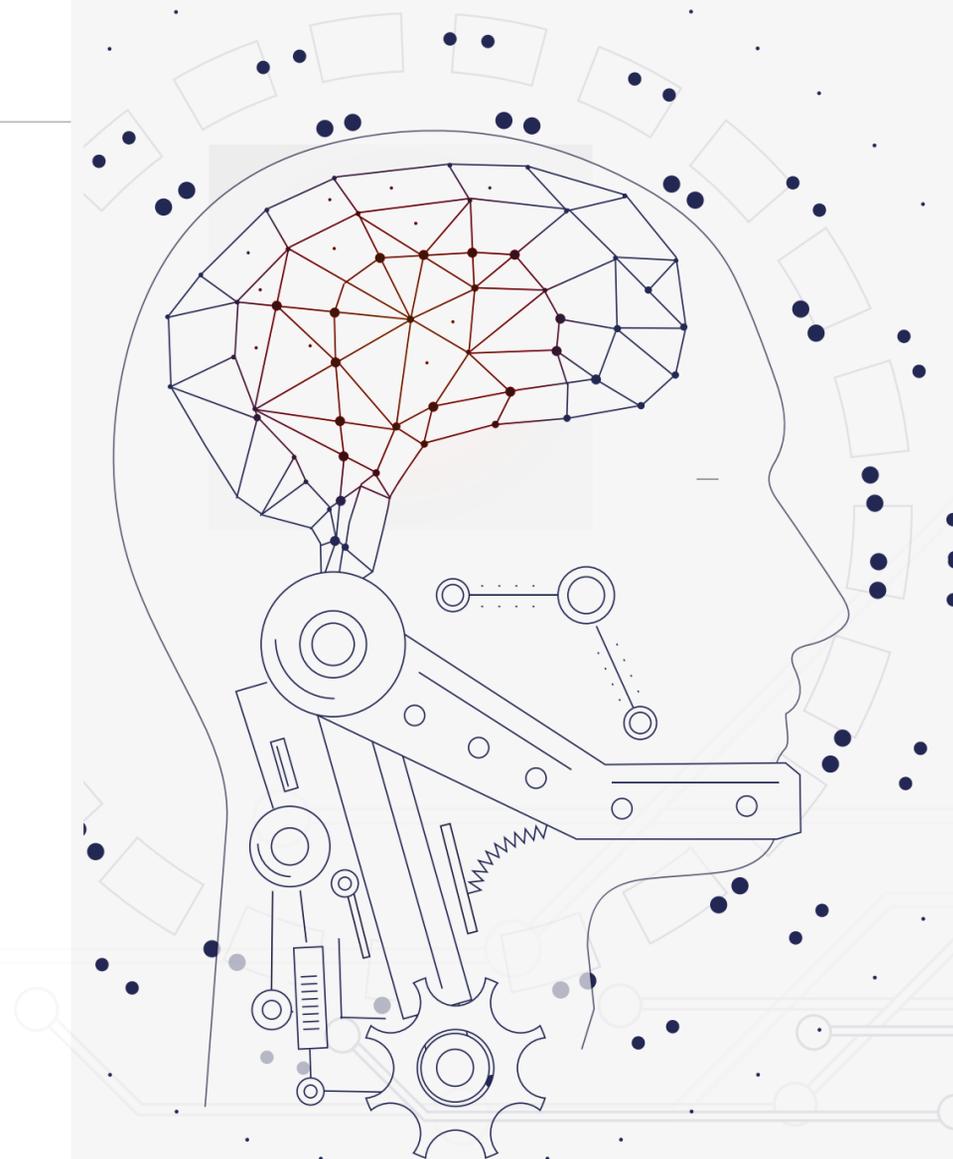
10. Go es un juego de mesa de origen chino que es mucho más complejo de jugar que el ajedrez.

11. Algunos enlaces sobre el aspecto ético de la inteligencia artificial son los siguientes:

1) Directivas de la Unión Europea, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>.

2) Declaración de Montreal, <https://www.montrealdeclaration-responsibleai.com/>.

3) Principios de Google sobre AI, <https://www.blog.google/technology/ai/ai-principles/>.



Turing dejó al mundo un test con el que se podría determinar la habilidad de una máquina para exhibir un comportamiento inteligente, indistinguible al de un ser humano.

La supremacía humana en cuestiones de inteligencia es hoy cosa del pasado. La Inteligencia Artificial (IA) y el aprendizaje automático (*machine learning*) hacen parte de la cotidianidad humana: desde las aplicaciones móviles que calculan el tráfico en la ciudad, pasando por los drones que pueden defenderse de un ciberataque, hasta los sistemas que aprenden a identificar cuándo una persona está enferma o no.

Por ejemplo, en la portada de esta edición de CONTACTO está Pepper, un robot semihumanoide de 1.20 metros de altura y 28 kilos de peso, manufacturado por la empresa japonesa Softbank, capaz de leer las emociones humanas. Como él hay miles en hogares, empresas y universidades del mundo; y en estas últimas, al igual que en Los Andes, apoyan la enseñanza de la programación y la investigación de las interacciones humano-robot.

Sin embargo, la inteligencia artificial comprende muchas más áreas que la robótica. Puede llegar, incluso, a apoyar la toma de decisiones de los gobiernos para el diseño de políticas públicas que mejoren la calidad de vida humana. Emulando a un bebé, que por intuición un día llega a caminar, también puede aprender a aprender; pero, con un propósito programado: aportar a la construcción de un mejor planeta.

Dicen los teóricos que la capacidad de las computadoras aumenta 100% cada 18 meses y llegará a 10.000% en la próxima década. También hay teorías que aseguran que para 2045 el concepto de la singularidad tecnológica será una realidad, y la creación de inteligencia en manos de las máquinas será muy superior al control y la capacidad intelectual humana.

Es por esto que la labor del ingeniero cobra tanto valor, pues detrás de la ilimitada evolución humana, tendrá que existir siempre un propósito ético y de calidad que busque, como fin último, servir a la raza humana.

De esto se tratan los proyectos que serán reseñados en esta edición de CONTACTO, en donde viajaremos de la mano de los ingenieros uniandinos y sus equipos de investigación por varias aplicaciones de la inteligencia artificial en áreas como la salud, las energías renovables, las finanzas y la agricultura, entre muchas otras.

¿Qué habría hecho Alan Turing –matemático inglés

y precursor de la informática moderna– si hubiera

visto cómo, medio siglo después de su muerte,

un computador vencía en una partida de ajedrez

al campeón mundial, Gary Kasparov, en 1997?

MÁQUINAS PENSANTES

“EN LOS ANDES SOMOS PIONEROS EN LA VISIÓN GLOBAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL”

Desde hace más de tres décadas la inteligencia artificial hace presencia en la Facultad de Ingeniería. Conversamos con Olga Mariño Drews, coordinadora de la Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación, sobre esta disciplina que nació en la década de los 50 y llegó para transformar la ingeniería y revolucionar el mundo de la tecnología.

Hoy en día estamos tan familiarizados con cosas como los celulares con reconocimiento facial o los portales *web* cuyos enlaces recomendados nos permiten navegar por una serie de publicaciones de temas relacionados, que no somos conscientes de la tecnología que tienen detrás. Sin embargo, al igual que los robots avanzados o los vehículos autónomos, estos sistemas también son creados con avanzadas técnicas de inteligencia artificial (IA).

De acuerdo con el AI HLEG, un grupo de expertos independientes creado por la Comisión Europea, la IA se refiere a aquellos sistemas que tienen un comportamiento inteligente al analizar su entorno y realizar acciones —con cierto grado de autonomía—, encaminadas a lograr objetivos específicos. Estos pueden basarse en *software* y actuar en el mundo virtual, como los asistentes de voz o los motores de búsqueda; o integrarse en dispositivos de *hardware*, como los drones o Internet de las cosas. Olga Mariño Drews, profesora del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación y Ph.D. en Informática, con especialidad en Inteligencia Artificial, quien además lideró el Primer Foro sobre Inteligencia Artificial realizado en Los Andes, nos habla sobre los límites y retos que plantea esta rama de las Ciencias de la Computación, así como del aporte de la Facultad al avance de la misma.

CONTACTO: ¿Desde cuándo la Facultad de Ingeniería se interesó por la inteligencia artificial?

Olga Mariño: La IA comenzó a trabajarse en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación. Hacia el año 86 creamos el grupo de Inteligencia

Artificial y empezamos haciendo sistemas expertos en diferentes campos como derecho, educación y medicina. Por ejemplo, hicimos uno para entrenar estudiantes de anestesiología, que tenía todas las reglas de una operación de apendicectomía y las posibles complicaciones —pues ofrecía aleatoriedad—, e iba mostrando los signos vitales del paciente. De acuerdo con esos datos, el estudiante debía ir tomando decisiones.

CONTACTO: ¿Qué campos de la IA se han abordado en la Facultad?

O.M.: En el departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación empezamos con sistemas expertos y sistemas basados en reglas. Luego yo empecé a trabajar en el área de representación del conocimiento y racionamiento, que ha evolucionando hacia la *web semántica*; Fernando de la Rosa, en Robótica; y el grupo de Matemáticas e Informática Fundamental —en particular Silvia Takahashi y Rodrigo Cardoso— en lógica, agentes inteligentes y demostradores de teoremas. Más recientemente Haydemar Núñez se vinculó al departamento para fortalecer el campo del *machine learning* o aprendizaje de máquina.

De hecho, éste tiene una base muy sólida en la Facultad. En Ingeniería Eléctrica y Electrónica Fernando Lozano, quien realizó un Ph.D. en Ingeniería con especialidad en *machine learning*, desde hace muchos años dicta este curso. Pablo Arbeláez, de Ingeniería Biomédica, lleva varios años empleándolo en sus investigaciones sobre reconocimiento facial. Así mismo, las técnicas de esta rama de la IA son usadas por varios profesores de la Facultad en sus campos de investigación particulares.

Por otro lado, la robótica también se ha desarrollado desde los diferentes departamentos. Además del trabajo de De la Rosa en robótica móvil y sistemas autónomos, se acaba de crear la alianza SinfonIA —liderada por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica—, conformada por las universidades Los Andes, Santo Tomás y Magdalena, y el grupo Bancolombia, para investigar en temas de robótica e inteligencia artificial.

CONTACTO: ¿Qué proyectos desarrolla la Facultad en torno al estudio de la IA?

O.M.: Somos pioneros en la visión global de Inteligencia Artificial y en algunas líneas específicas, como la desarrollada por Pablo Arbeláez. Acabamos de hacer un foro al que asistieron más de 300 personas y contamos con gente muy formada que trabaja en los diferentes temas de IA. Ahora planeamos crear un Centro de Inteligencia Artificial, porque queremos reunir a todos los profesores que trabajan de manera aislada en sus departamentos y deseamos que, hacia afuera, sea más visible lo que hace la Universidad en esta materia. La idea es tener todo en un solo sitio, que haya profesores de ingeniería y de ciencias, pero también de otras áreas como derecho, para que también haya una mirada desde lo ético. Nuestro compromiso es ser pioneros en el país en estas reflexiones.

CONTACTO: En la actualidad, ¿cuáles son los principales retos de la IA?

O.M.: Hay muchos retos pero quisiera resaltar dos que me parecen fundamentales. El primero es tecnológico: los sistemas que hagamos deben ser robustos y eficientes; en lo posible, deben ser a prueba de errores o capaces de detectar las fallas e idealmente corregirlas ellos mismos. El segundo es un asunto que preocupa mucho y está relacionado con los temas éticos, como la privacidad, la seguridad o la confiabilidad. Un problema clásico es el del vehículo autónomo que ante un accidente inevitable debe decidir si choca contra una persona o un bus lleno de niños. Este es un dilema ético, pues debe decidir si mata a una persona o hiere a varias. Ese tipo de decisiones deben estar en el sistema, porque tiene que haber prioridad en las acciones. Quien lo programó o la forma en que este aprendió, tiene por debajo un esquema de valores y la gente no es consciente de eso. ✦

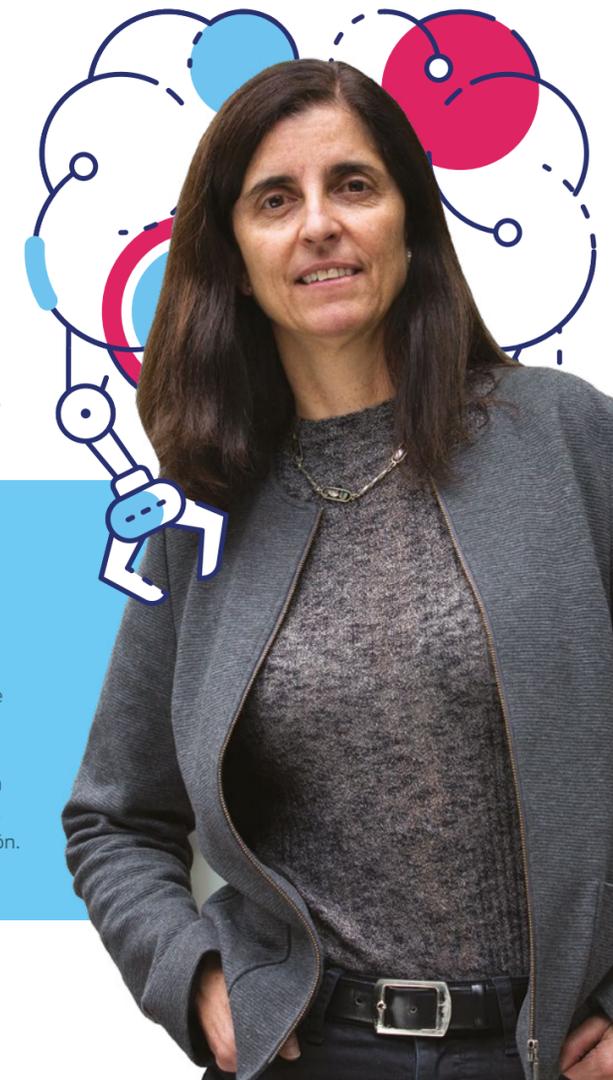


“Hay un *boom* mundial. Cualquier universidad que quiera estar en las tecnologías de punta se está preguntando cómo abordar el tema de la inteligencia artificial”.

Olga Mariño Drews.

Trasciende fronteras

“Queríamos mostrar que la nuestra es una carrera de servicio y que la interdisciplinariedad no es solo entre ingenieros que hablan de lo mismo, sino que están al servicio de la sociedad y hay una gran cantidad de campos de aplicación”, resalta Olga Mariño refiriéndose al Primer Foro de Inteligencia Artificial realizado el pasado 24 de abril, donde un grupo de expertos en el tema exploraron cuáles son el potencial, los retos y los nuevos campos de aplicación que surgen cuando el aprendizaje de máquina se conecta con otras tecnologías propias de la inteligencia artificial y de las ciencias de la computación.



UN ROBOT

Ópera tiene cinco años, mide un metro con 20 centímetros y pesa, aproximadamente, 30 kilos. Vive en el Colaboratorio en Interacción, Visualización, Robótica y Sistemas Autónomos (Colvri) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes y puede estar despierto hasta por 10 horas; claro está que en días de bastante actividad su energía se agota mucho más rápido.

Si se lo encuentra por ahí seguro lo saludará muy amablemente pues es muy amigable y sí, tal vez, le cuenta que no tuvo un buen día, quizás él le responda que mañana será mucho mejor.

Por ahora, Ópera ayuda con actividades domésticas como sacar la basura o buscar a las personas dentro de la casa, sin embargo, aprende muy rápido, así que, en un futuro no muy lejano, tal vez, se pueda ver por los pasillos de la Universidad como acompañante y guía de los estudiantes.

Pero ¿quién es este personaje que causa tanta admiración entre las personas que lo conocen? Se trata de Pepper, nombre que identifica a los robots semi-humanoides fabricados por la firma japonesa SoftBank Robotics, diseñados para detectar emociones e interactuar con las personas.

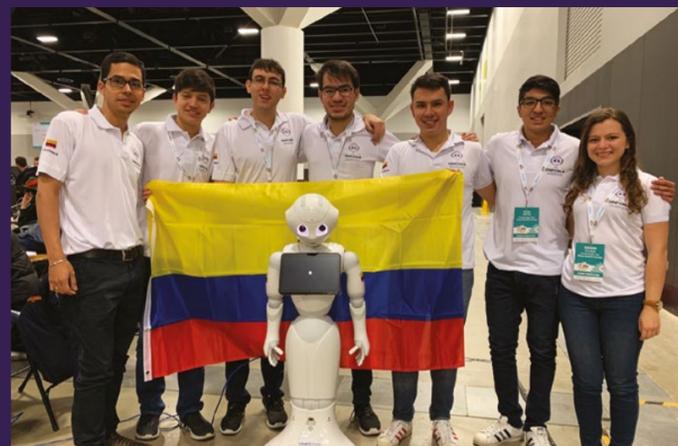
Pepper, bautizado por Uniandes como Ópera, llegó a la institución en febrero de este año gracias a la alianza SinfonIA, una iniciativa que busca apoyar el desarrollo de proyectos de investigación en Inteligencia Artificial (AI) y robótica, y de la que hacen parte las universidades Los Andes, Santo Tomás y Magdalena y el Centro de Competencia en Inteligencia Artificial de Bancolombia.

Y fue precisamente a través de SinfonIA y del proyecto 'challenge en Inteligencia Artificial', financiado por Bancolombia, que llegaron a Colombia los cuatro Pepper que fueron entregados a las entidades que hacen parte de la alianza y con los que trabajan en diferentes proyectos de investigación.

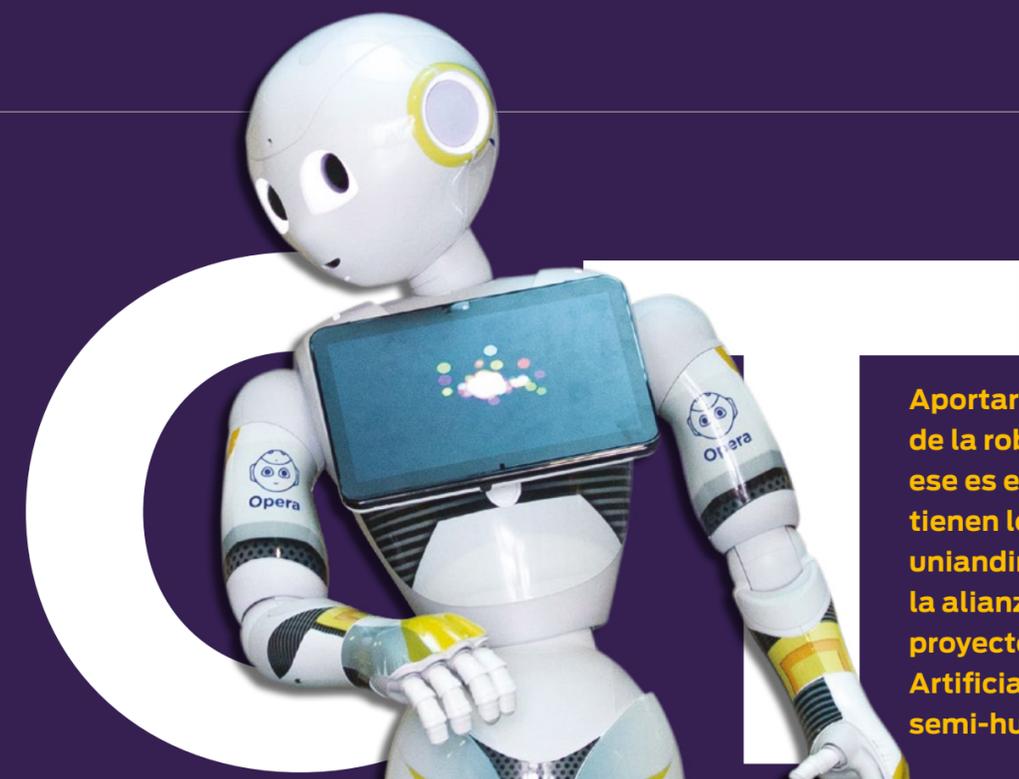
Así que Ópera, junto con Sonata de la Universidad Santo Tomás, Lied de la Universidad del Magdalena y Lírica de Bancolombia, como fueron bautizados los demás robots por sus respectivas instituciones a cargo, y que hacen alusión al nombre de la alianza, son, en realidad, una auténtica sinfonía de la robótica.

Durante estos seis meses, el equipo de investigadores uniandino, liderado por Carlos Quintero, profesor instructor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, ha desarrollado, a través de Ópera, aplicaciones de robótica social que buscan aprovechar todas las herramientas y capacidades de la Inteligencia Artificial (AI) para lograr que los humanos puedan comunicarse de una manera mucho más natural con los robots y, de esta forma, permitir que estos androides puedan hacerle la vida más fácil a las personas.

“Ópera es un robot semi-humanoides que tiene la capacidad de desplazarse y sostener conversaciones con las personas. Cuenta con diferentes sensores que le permiten tomar información del ambiente que luego de procesar, a través de técnicas de aprendizaje de máquina (*machine learning*), le sirve para detectar e interpretar diferentes situaciones que le facilitan responder e interactuar de



Ópera viajó a Australia, en compañía de ingenieros electrónicos uniandinos, para participar en el evento mundial de promoción de robótica e investigación, RoboCup.



Aportar a los avances de la robótica social, ese es el gran reto que tienen los investigadores uniandinos a través de la alianza SinfonIA y su proyecto de Inteligencia Artificial con robots semi-humanoides.

AMIGABLE

Por:
María Angélica Huérfano.

una manera natural con la gente. En este caso específico, hemos trabajado para que el robot sirva como asistente doméstico”, señaló Quintero.

Ópera en las grandes ligas

Los avances de Ópera fueron presentados por los investigadores uniandinos en RoboCup 2019, la competencia de robótica más importante del mundo, que se llevó a cabo entre el 2 y el 8 de julio pasado, en Sidney, Australia, y en la que la alianza SinfonIA representó a Colombia en el evento.

Durante el certamen, los investigadores lograron mostrar aplicaciones de visión por computador, reconocimiento de rostros, de objetos, de lenguaje natural y navegación autónoma para que Ópera realizara diferentes tareas, entre estas, servir como anfitrión en una fiesta, presentar a personas que no se conocen y brindar otros servicios en ambientes domésticos.

Aunque la participación en RoboCup fue una de las primeras iniciativas desarrolladas al interior de la alianza, se espera la intervención de los equipos de investigación en otro tipo de eventos de Inteligencia Artificial y robótica, así como el uso del robot para desarrollar aplicaciones en otros ámbitos sociales como hospitales, restaurantes y hasta en el campus de la Universidad.

El futuro

En el mediano plazo se espera que Ópera apoye diferentes eventos académicos e inducciones que se realicen al interior de la Universidad. Además será uno de los mejores dispositivos tecnológicos para demostrar en una aplicación real los resultados alcanzados en el laboratorio.

Mientras tanto, Ópera seguirá acompañando a su equipo de investigadores a demostrar la importancia de la Inteligencia Artificial para el mundo, gracias a las posibilidades que ofrece para que las máquinas utilicen los datos disponibles y aprendan a partir de la repetición y la experiencia y puedan prestar diferentes servicios que antes no existían y que, sin lugar a dudas, permiten mejorar la calidad de vida de las personas; además de continuar encantando a la gente que lo conoce.

“Hoy la Inteligencia Artificial permite que los sistemas electrónicos y computarizados sean capaces de interactuar de manera natural con las personas, además de analizar datos no estructurados. Esto permite, por ejemplo, que nos comuniquemos con el celular o con casas inteligentes para obtener una información sin ser un experto en sistemas. La IA promete brindarnos servicios cada vez más acordes a nuestras individualidades, de manera que podamos explotar lo mejor de nosotros mismos y encontrar el rol que deseamos tener dentro de la sociedad”, concluyó Quintero. ✨





EN LA BÚSQUEDA DE UNA VERDADERA

INTER

Imagine una sala de cirugía donde los pacientes son operados por un robot que corta, sutura y, en general, sigue las órdenes específicas de un médico. Por ahora, este es apenas un gran sueño al que apuntan algunos investigadores en inteligencia artificial, entre ellos Pablo Arbeláez, quien hizo un doctorado en Matemáticas aplicadas, en la Universidad París-Dauphine de Francia, y desde hace varios años trabaja en análisis de imágenes, uno de los campos de aplicación de la visión por computador.

Aunque ésta y el procesamiento del lenguaje natural son dos líneas de la inteligencia artificial ampliamente desarrolladas, tradicionalmente se han estudiado por separado. “Las técnicas utilizadas eran completamente distintas porque se requería conocer muy bien el tipo de información; es decir, si se trabajaba con texto era necesario dominar muy bien la gramática, la sintaxis de los lenguajes, etc.; si era con imágenes, la modelización de la textura, del color y de la forma”, explica Arbeláez quien, junto con un grupo de estudiantes uniandinos, desarrolló DML, un novedoso modelo que

permite sintetizar ambos procesos. Gracias a este, una máquina podría ser capaz de recibir una orden en palabras, asociarla a un concepto y posteriormente a una imagen.

El DML emplea redes neuronales —convolucionales, que analizan la parte visual, y recurrentes, que analizan el lenguaje— y complejas técnicas de aprendizaje profundo (*deep learning*) —técnica de aprendizaje de máquina (*machine learning*)—, que le permite a la máquina reaprender a partir de los errores. Además, fue construido con código abierto, con el objetivo de permitir el libre acceso y que cualquier persona interesada en el tema pueda trabajar con él.

“Todos nuestros resultados están disponibles y cualquiera puede bajar el código, reproducir todo y construir sobre nuestro artículo. Así, la siguiente persona que desee trabajar en este problema ya no tiene que empezar de cero. Esto se hace para promover y acelerar el desarrollo de la disciplina”, señala Arbeláez.

Los avances ofrecidos por este modelo pueden ser implementados en la clasificación de imágenes más detallada. Por ejemplo, a una máquina se le podrían dar órdenes más complejas como buscar a un perro con capota

ACCIÓN

CON LAS MÁQUINAS

Por: Diana Cristina Carvajal.

Desde hace dos años Pablo Arbeláez, director del grupo de investigación en Visión Artificial Biomédica, y un grupo de estudiantes uniandinos, desarrollan un modelo pionero a nivel mundial, que integra dos de las líneas de la inteligencia artificial más relevantes en la actualidad: la visión por computador y el procesamiento del lenguaje natural.

amarilla en una foto. Esto significa que debe saber qué es un perro, qué es una capota y cuál es el color amarillo. De igual manera, se puede emplear en tareas que impliquen la interacción de máquinas con humanos, como sucede con los robots asistentes. Si a uno se le pide un jugo de naranja, este debería ser capaz de interpretar las palabras, trasladarse a la cocina, identificar el jugo y entregárselo al humano. “Las aplicaciones son más que todo para este tipo de tareas, porque el lenguaje es nuestra primera herramienta de comunicación”, señala Edgar Margffroy, ingeniero de sistemas y estudiante de la maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación, quien participó en la creación de DML, junto con Juan Camilo Pérez, ingeniero biomédico y candidato a grado de la Maestría en Ingeniería Biomédica; y el también ingeniero biomédico uniandino Emilio Botero.

Desde el año 2017, el grupo ha venido trabajando en este modelo, el cual fue probado en las bases de datos públicas existentes —donde se encuentran miles de imágenes y de frases—. Los resultados fueron tan satisfactorios que el trabajo fue seleccionado para participar en la *European Conference on Computer Vision* (Conferencia Europea de Visión por Computador), realizada en Múnich, en septiembre del año pasado.

“La conferencia tiene un nivel de exigencia muy alto. Su tasa de aceptación es del 25%, es decir, de 4 artículos solo aceptan uno. Se presentaron 1.000 y nosotros éramos el único grupo de una universidad en América Latina”, destaca Arbeláez, quien se trasladó a Alemania con todo su equipo para participar en el encuentro, uno de los más relevantes a nivel mundial, al que acuden los mejores investigadores en el área de la visión por computador.

“Tener esa cercanía con todos los investigadores de punta en este tema, hablar uno a uno y preguntarles su opinión, fue una experiencia única. Eso te abre la cabeza”, añade Pérez.

Por ahora, el modelo tiene un desempeño positivo del 60% en las bases de datos donde se ha probado. A futuro, el equipo espera alcanzar un desempeño del 100% y empezar a probarlo con otras bases de datos más grandes y complejas.

En la actualidad, el grupo adelanta una segunda fase de este prometedor modelo que, de implementarse positivamente, podrá emplearse en áreas mucho más complejas. Una muy concreta es la cirugía robótica, línea en la que trabajaba Arbeláez. Hoy en día existen robots como Da Vinci que, aunque pueden hacer cirugías, son manejados por un doctor con la ayuda de un *joystick*. “Lo ideal sería que la máquina pudiera operar de manera autónoma, tan solo siguiendo las órdenes del cirujano. Si algún día queremos tener robots inteligentes con los que podamos interactuar de verdad, este tema va a estar en el corazón de todo”, concluye el profesor del departamento de Ingeniería Biomédica. ✦



Man with stripes shirt



Woman in the middle



A dark horse between three lighter horses

CONTACTO
Pablo Arbeláez.
Ph.D. en Matemáticas de la Universidad París-Dauphine
pa.arbelaez@uniamandes.edu.co



BANCA ¿SÍ O NO? RROTA



Con un algoritmo que predice la ocurrencia de quiebra en pequeñas empresas en Colombia, investigadores lograron reducir una brecha entre los modelos que predicen muy bien, pero no explican las razones, y otros que explican pero no son tan atinados. El nuevo modelo tiene un mejor desempeño que los métodos tradicionales y mantiene su facilidad de interpretación.

Desde los años 30, cuando la predicción de bancarota surgió como un problema importante para bancos, inversionistas, gestores de portafolio, auditores y académicos, se han usado diversos métodos. En particular para el sistema financiero, la quiebra de una compañía tiene un impacto directo entre las alternativas de préstamos bancarios y su rentabilidad.

Un grupo de investigadores de la Facultad revisó la literatura que se ha producido desde entonces y formuló un algoritmo que reduce la brecha entre la predicción —que solo dice si hay posibilidad de caer en bancarota— y la interpretación de las razones financieras que la explican.

El método usa lo que en inglés se denomina *machine learning*, cuya traducción al español es materia de discusión, pero que, básicamente, funciona para generalizar la forma en la que un fenómeno se produciría en la realidad a partir de observaciones repetidas del mismo. Lo hace con algoritmos matemáticos que estiman la relación entre los números de entrada para obtener una respuesta deseada. El sistema se entrena para procesar los datos de manera que arrojen la solución a una pregunta dada.

“Es lo que hacen los bancos cuando uno va a pedir un crédito. Toman tus datos, miran tu historia crediticia y con un par de preguntas adicionales corren un algoritmo que les permite saber cuál es la probabilidad de que pagues o no pagues”, explica Sergio Cabrales, quien junto con Carlos Valencia, es uno de los profesores involucrados en esta investigación, que acaba de ser publicada en la Revista *Cogent Economic & Finance*. En el trabajo también participaron Laura García, Juan Ramírez y Diego Calderón.

El método tiene dos novedades. Una es que automáticamente selecciona, entre una multiplicidad de variables que eventualmente podrían aportar en la predicción de la bancarota, aquellas que resultan determinantes para la predicción y reducen el riesgo de

redundancia, es decir que se duplique información, dado que esto podría alterar el resultado. La otra es que es un sistema interpretable, o sea que permite entender cuál es el efecto de las variables que seleccionó sobre la posibilidad de que ocurra o no la bancarota.

El modelo más usado hasta ahora para predicción de quiebra de las empresas usa solamente cinco variables, pero pueden usarse hasta 752 que reporta la literatura sobre este tema. Para este trabajo, los investigadores seleccionaron unas 30, que aplicaron a 2.700 pequeñas empresas, con información obtenida entre 2012 y 2013.

El algoritmo podría utilizarse para cualquier situación que requiera una función de clasificación (sí o no) a partir de múltiples variables, como predecir si un estudiante tiene riesgo de desertar de la universidad, conociendo sus calificaciones, su rendimiento, sus condiciones económicas, y su lugar de vivienda, por ejemplo.

La precisión de estos modelos de predicción se mide en una escala de 0 a 1, que representa su desempeño en la clasificación de un grupo independiente de empresas. El de los investigadores uniandinos obtuvo 0,83, con lo que lograron el objetivo de reducir la brecha entre los netamente predictores (cuyo valor más alto fue 0,85) y los interpretables (cuyo valor más alto fue 0,77).

Aunque su trabajo fue pensado con fines más académicos que comerciales, los resultados parecen prometedores para que el algoritmo pronto comience a ser usado en el sector empresarial. ✦

CONTACTO

Carlos Valencia, PhD, en Ingeniería Industrial del Instituto de Georgia Tech.
cfvalencia@uniandes.edu.co



CONTACTO

Sergio Cabrales, PhD, en Administración de la Universidad de los Andes.
s-cabra@uniandes.edu.co



DEEP LEARNING

EN PROCESOS DE NEGOCIO: UN ORÁCULO PARA LAS EMPRESAS

Un *software* que utiliza redes neuronales para predecir el comportamiento de los procesos de negocio está próximo a ver la luz en el departamento de Ingeniería de Sistemas. El concepto utiliza la lógica del funcionamiento del cerebro para generar una suerte de oráculo que permite a los empresarios optimizar sus procesos para mejorar sus resultados.

Para las empresas, cambiar un proceso puede resultar costoso y riesgoso. Y no hacerlo, si no está funcionando adecuadamente, puede afectar sus recursos, su ambiente o su continuidad. Con una nueva técnica basada en redes neuronales, el estudiante doctoral Manuel Alejandro Camargo y el profesor Oscar González Rojas, del grupo Tecnologías de Información y Construcción de Software, pretenden aportar soluciones computacionales para el monitoreo, la simulación y el mejoramiento de procesos en las organizaciones.

Las redes neuronales funcionan con la misma lógica con la que funciona el cerebro: las neuronas se conectan entre sí para recibir, procesar y transmitir información. Solo que en el *software* que están creando, las neuronas no son células sino funciones matemáticas, cuyo resultado es una predicción que puede indicarle al empresario el camino que deben tomar sus procesos de negocio.

“Esa capacidad de prever actividades le permite a una empresa poder reaccionar de forma temprana y tener recursos disponibles para atender lo que se necesita. Le va a generar ingresos o reducir gastos”, indica Manuel, quien desarrolla este proyecto como tesis doctoral, bajo la dirección de González.

Para eso ya se han venido usando modelos de simulación que permiten trazar escenarios hipotéticos para evaluar las posibilidades de que suceda una cosa u otra. Son modelos probabilísticos que parten de una información que introduce alguien al sistema, y este arroja los eventuales resultados. Ahí, el sistema hace conjeturas del tipo “si quita esto, podría pasar esto o si deja esto podría pasar esto otro”. El problema de este método radica en que es muy fácil desconocer los errores y sesgar al sistema con la información que se le introduce, además de ser muy demorado.

Las redes neuronales en las que trabajan González y Camargo parten de la información real, de cómo suceden los procesos en la práctica y no en la teoría,

y a partir de eso arroja predicciones de forma completamente automática. Es como si la máquina pudiera decirle al empresario “si usted sigue así, le va a pasar esto”. Y ya luego los empresarios deben tomar las medidas necesarias para que, si la predicción no es tan positiva, no se haga realidad, y si es buena, se mantenga así o mejore.

Vender más, disminuir costos, mejorar los tiempos de respuesta y los indicadores, son todas razones por las cuales una empresa podría estar interesada en usar estos métodos de monitoreo predictivo. Sin embargo, solo aquellas que hagan un seguimiento consciente de sus procesos y generen el tipo de información requerida para los análisis, pueden aspirar a obtener resultados.

Otros métodos predictivos han dado información sobre el siguiente paso del proceso. Sin embargo, en el que trabajan estos investigadores de Los Andes podrá dar cuenta de varias actividades posteriores, el tiempo que se tomarán y los recursos que demandarán. Por lo pronto hay muy buenos resultados a nivel experimental y su aplicación y el impacto de este método en las empresas están contempladas para la siguiente fase del trabajo de Camargo. ✦



De izq. a derecha: Manuel Camargo y Oscar González.

CONTACTO

Oscar González Rojas, PhD, en Ingeniería de la Universidad de los Andes y en Ciencias de la Vrije Universiteit Brussel.
o-gonzal@uniandes.edu.co



MACHINE LEARNING Y DEEP LEARNING

AL SERVICIO DEL UNIVERSO

Investigadores uniandinos trabajan en un proyecto pionero en el mundo que busca analizar las imágenes del LSST, el telescopio más grande sobre la superficie de la tierra.

El estudio del universo ha sido, desde tiempos inmemorables, uno de los mayores intereses de la humanidad. Por esta razón, los diferentes métodos para detectar con mayor precisión la actividad registrada en el cosmos han evolucionado casi a la par del mismo hombre. Hoy, técnicas de vanguardia como el *machine learning* y el *deep learning* se usan para llevar a cabo un análisis más profundo y juicioso del espacio.

Y es precisamente en esta área de investigación que la Universidad de los Andes, a través de los departamentos de Biomédica y de Sistemas y Computación de la Facultad de Ingeniería y del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, viene adelantando un proyecto pionero en el mundo. Se trata de la 'Detección de objetos transientes en imágenes astronómicas', estudio que surgió como parte de la tesis de doctorado de Juan Pablo Reyes, en colaboración con el Centro de Física de Partículas de Marsella (CFPM) asociado a la Universidad de Aix-Marsella de Francia.

El proyecto, que se viene desarrollando desde hace cinco años, busca analizar las imágenes del LSST, el telescopio más grande sobre la superficie de la tierra que entrará en operación en 2022.

De acuerdo con Marcela Hernández, profesora asociada del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes, miembro del equipo de trabajo del proyecto, el propósito de esta investigación es detectar los objetos transientes que se encuentran en el espacio y que se denominan así porque aparecen y desaparecen en el tiempo como ocurre con las supernovas, las estrellas variables y los cuásares, entre otros.

Un estudio que, de acuerdo con la investigadora, es crucial teniendo en cuenta que la observación y análisis de estos eventos astronómicos permiten conocer, por ejemplo, hacia dónde va la expansión del universo, un tema esencial para la humanidad.

Escarbando el cosmos

La iniciativa, acompañada también por Jaime Forero, experto en astrofísica y profesor asociado del Departamento de Física y Pablo Arbeláez, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Biomédica y experto en *machine learning*, ya ha empezado a estudiar estos objetos transientes con imágenes guardadas en repositorios mundiales, en la mayoría de ocasiones de libre acceso.

Para hacer estos análisis, el equipo de investigación desarrolló un *software* propio que trabaja con técnicas de *machine learning* para identificar los objetos transientes a partir del aprendizaje repetitivo de curvas de luz (radiografía que permite acceder a la toda la información del objeto), lo que le facilita al sistema clasificarlos y catalogarlos de acuerdo a su clase, teniendo en cuenta unos patrones preestablecidos.

Estos avances en *machine learning* se desarrollaron con el apoyo de los estudiantes de pregrado Mauricio Neira y Diego Alejandro Gómez, del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación y con Catalina Gómez, estudiante de maestría del Departamento de Ingeniería Biomédica.

Pero el proyecto busca ir más allá. Por esta razón, y de manera paralela, el equipo trabaja para que el *software* sea capaz de identificar los objetos a partir de imágenes astronómicas, por lo que se realiza una labor de *deep learning*. Esto implica que el programa trabaje con algoritmos más avanzados que le permitan crear sus propios patrones y, de esta manera, logre hacer un análisis más preciso a partir de una mayor cantidad de variables.

Se espera que los avances realizados le permitan al equipo de investigación de Los Andes ir un paso adelante en el análisis de las 2.000 imágenes que logrará escanear el LSST cada tres noches. En 10 años, el telescopio procesará más de 6 millones de ellas, es decir, unos 515 peta bytes de información. ✦

S O L E L
D Ó N D E S A L E E L

Ahora que la investigación se esfuerza por encontrar soluciones para impulsar el uso de energías alternativas, un profesor y un estudiante del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica propusieron un método para predecir la radiación solar en lugares donde no se dispone de la información necesaria para ello. La predicción ayuda a reducir problemas de seguridad y estabilidad propios de la generación de energía en sistemas fotovoltaicos.

¿Cómo saber qué va a pasar en el futuro si ni siquiera se tienen datos de lo que ha sucedido en el pasado? Esa era la incógnita que el estudiante Andrés Felipe Zambrano intentó responder junto al profesor Luis Felipe Giraldo, del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, pensando en los sistemas de generación de energía a partir del sol.

La importancia de conocer por anticipado la radiación del sol en los lugares donde se colecta su energía, radica en la necesidad de evitar situaciones de inestabilidad, dada su naturaleza intermitente. "Si sé que no va a haber suficiente radiación solar puedo captar energía de otra fuente y garantizar que el sistema no tenga interrupciones o que se acabe la energía", explica el profesor Giraldo.

El problema de predecir la radiación ya se había resuelto para casos en los que se dispone de la información previa del lugar. Lo que ellos consiguieron fue un mecanismo para predecir esa radiación en lugares en los que no existen esos datos.

Entonces, utilizando información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) sobre temperatura y humedad relativa; así como información satelital sobre velocidad del viento, presión atmosférica y precipitaciones, obtenidas de bases de datos de la NASA, construyeron una métrica para descubrir información de otros lugares que puede ser utilizada para predecir radiación solar en otro sitio.

El campo de aplicación fue el territorio colombiano, y lo que hicieron fue comparar los resultados de su predicción

con los datos reales de radiación en los lugares donde sí se dispone de esa información. Al observar que las coincidencias entre la predicción y la realidad fueron altas, el siguiente paso fue sugerir una métrica de distancia —no geográfica— que permite extrapolar las predicciones a lugares donde no hay información.

Esa distancia se refiere más bien a la similitud de las variables que pueden aportar en la predicción de la radiación solar. "Es una métrica que me dice cuáles son los puntos más similares al sitio donde quiero hacer la predicción —y para el cual no tengo datos—, de modo que si tomo la información de esos sitios cercanos, el modelo me pueda dar una predicción suficientemente precisa", explica el profesor Giraldo.

La creación de la métrica es un paso importante en la implementación de sistemas de energía solar en ubicaciones de difícil acceso. ✦

Otro proyecto**Evaluación de la calidad del agua**

Otro proyecto en el que participa el profesor Giraldo, busca monitorear las condiciones del agua en Colombia. Bajo el liderazgo de la profesora Alba Ávila y la participación de Giraldo, el trabajo de la estudiante Ana Leonor Acevedo consistió en predecir la temperatura del agua del río San Francisco, en el centro de Bogotá, a partir de sensores instalados en cuatro puntos del canal del Eje Ambiental.

INTELIGENCIA PARA EL CONTROL EN TIEMPO REAL

Entre las innumerables aplicaciones de la inteligencia artificial, hay una en específico que atrae a la industria y es la posibilidad de aplicar sus técnicas para el aprendizaje automatizado que permita optimizar sistemas complejos e impredecibles.

Para Nicanor Quijano, profesor titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Facultad de Ingeniería, el término de inteligencia artificial está de moda y, en ocasiones, esto puede dejar pasar iniciativas de aprendizaje automatizado que vienen de mucho tiempo atrás.

Es el caso de la implementación de estas técnicas en escenarios mucho más tradicionales, en donde los robots no son necesariamente el personaje principal, sino es la matemática avanzada la que cobra protagonismo. Se trata del modelamiento y optimización de sistemas complejos, que pueden abarcar desde la distribución de agua o energía en las ciudades o la predicción de crímenes, hasta los métodos de gobernanza de una comunidad. “Cuando una persona quiere aproximarse a la inteligencia artificial tiene que saber de temas de optimización, de control óptimo, de modelamiento, de estimación, de análisis no lineal y algo de robustez e incertidumbre. No solamente es programar, debes tener el fundamento teórico”, explica el profesor.

En esto concuerda su colega, el profesor Luis Felipe Giraldo, quien asegura que estas bases parten del mismo concepto: intervenir un sistema impredecible, de manera que, si se piensa como una caja con entradas y salidas, se pueda controlar lo que sale de ella. “Una de las claves de las ciudades inteligentes, por ejemplo, es monitorear datos: calidad del aire, movilidad, actividad. Y con toda esta información podemos mejorar la gobernanza, diseñando políticas que mejoren la calidad de vida de las personas”, cuenta el ingeniero.

Al mismo tiempo que han abierto el panorama, varios estudiantes han llegado para aportar tres tesis a nivel de pregrado y posgrado:

1. Difíciles de hackear

Con el apoyo financiero de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, el egresado de la

maestría en Ingeniería Electrónica, Luis Fernando Burbano, encontró gracias al paradigma del aprendizaje supervisado encontró una manera para evitar que los vehículos aéreos no tripulados, comúnmente llamados drones, no sufran de ciberataques que afecten su autonomía y pongan en peligro alguna misión. “Los ataques se refieren a que, si yo tengo un sensor que me está dando cierta medición, algún atacante puede hacer que esa medición pueda ser distinta o que una de sus partes se detenga”, explica el ingeniero.

Gracias a este método, probado en pequeños robots terrestres, se pudo identificar información como la posición del robot al momento del ataque y determinar en qué motor se realizó el mismo, para tomar acciones para recuperarlo a través del sistema de datos dinámicos (DDDAS) que maneja la organización.

2. Redes neuronales para sistemas de distribución de agua

Por su parte, Daniel Ochoa, también egresado de la Maestría en Ingeniería Electrónica, quiso encontrar una manera para determinar y modelar las variables físicas de un sistema de distribución de agua —uno de los más complejos e impredecibles por la cantidad de válvulas, tuberías y demás elementos— a través del aprendizaje por refuerzo y redes neuronales (una sucesión de pensamientos interconectados).

“Hallamos dos grandes conclusiones: que estas técnicas no están recludas al uso robótico, porque en todo el mundo hay una preocupación por utilizarlas en control de procesos. Lo ‘sexy’ es en la robótica porque ellos hacen cosas chéveres, pero el control de procesos presenta muchas oportunidades porque hay infraestructuras subutilizadas para la industria, como el agua o la energía, en donde las cosas funcionan, pero no necesariamente en óptimas condiciones”, concluye el ingeniero.

3. Un paso más atrás del aprendizaje

Si hay algo que un robot difícilmente podría lograr es tomar un concepto abstracto e inferir una solución, sin ninguna experiencia previa. Tal como lo hacen los bebés que están aprendiendo a caminar o como una persona agarra una botella de agua, sin pensarlo mucho y guiados por la intuición. Sin embargo, la ciencia nos ha demostrado que hay más cosas posibles de lo que creíamos, y el proyecto de Diego Gómez, egresado del pregrado en Ingeniería Electrónica es un reflejo de ello.

“Lo que intenta hacer mi propuesta es que la máquina aprenda no en función de, sino en conceptos, explorando así de manera más eficiente sus posibles acciones. Él aprende por sí mismo y eso le ayuda a actuar mejor y más rápido. En este momento lo estamos aplicando a simulaciones de sistemas robóticos muy simples, como el péndulo invertido o pequeños robots y hemos observado que de alguna forma sí aprenden a identificar por sí mismos lo que yo diseñé antes”, cuenta Diego. ↗

CORRUPCIÓN EN CONTEXTO

Una plataforma que relaciona personas, empresas y lugares para ofrecer información contextual de asuntos de corrupción fue la tesis de grado de un estudiante de Ingeniería de Información, que buscaba, junto a su directora de proyecto, aportar en la visualización de un problema que está carcomiendo los recursos del país.

Una plataforma para hacer análisis de asuntos de corrupción a partir de la información de las redes sociales fue la tesis de maestría en Ingeniería de Información de Carlos Javier Carvajal, que dedicó su trabajo a hacer análisis del lenguaje natural sobre textos libres en español tomados, principalmente, de Twitter.

El trabajo lo dirigió Claudia Jiménez, profesora asociada del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación y coordinadora de la maestría, cuya experiencia en análisis de *Big Data* fue clave para llevar a cabo este proyecto que superó varios retos de investigación.

A través de aprendizaje automático (*Machine Learning*), que es una de las técnicas de la inteligencia artificial, lograron un mecanismo capaz de realizar mapas de información que conectan personas, empresas, lugares y otros datos relevantes para trazar un contexto sobre una situación o persona determinada.

El sistema está entrenado para extraer de los textos libres, como son las publicaciones en Twitter, palabras clave —o entidades, como las llaman los investigadores—, hacer análisis de esa información e inferir relaciones semánticamente interesantes para el análisis deseado.

Para eso, el sistema ha aprendido —y sigue aprendiendo— diferentes tipos de relaciones, como las estáticas (como que Bogotá es la capital de Colombia), y las semánticas (que tienen que ver con palabras que se refieren al mismo tema). Y, además, se la ha entrenado en unificar entidades, que implica, por ejemplo, entender que Uribe, AUV o Álvaro Uribe Vélez son diferentes maneras de denominar a la misma persona.

El sistema, además, tiene una función de enriquecimiento semántico que le permite conectar con información de Wikipedia para entender, sobre todo frente a organizaciones, quién es su gerente, o cuáles son las relaciones familiares que existen entre quienes ocupan sus cargos.

Aunque está entrenado para descubrir automáticamente dichas relaciones, el sistema cuenta con un curador que lo guíe y le sugiera, entre otras, fuentes confiables de información. “El rol del curador es el de garantizar la objetividad”, señala la profesora Jiménez, al indicar que otra de sus funciones es enseñarle al sistema nuevos casos de corrupción o nuevas expresiones locales. Por ejemplo “cartel de los pañales”, “Agro Ingreso Seguro” o “Ruta del Sol”, propios de la situación actual.

Así, por ejemplo, debe indicar que para decir que alguien está involucrado en algo, los colombianos también decimos que están “enredados”, “metidos”, o “mezclados”, o que a un soborno también lo denominamos “una mordida” o “una untada”.

Al final, un usuario del sistema lo que obtiene es una suerte de mapa mental de relaciones en el que se identifican los temas más relevantes —o de los que más se está hablando en la red social— y que puede conducir a búsquedas más específicas de asuntos que se estén moviendo en el momento —otro de los logros del sistema es hacer que esto suceda en tiempo real, en algo que se conoce como *data stream analysis*—.

Aunque aún falta que la interacción entre el usuario y el sistema resulte más intuitiva, los logros obtenidos hasta ahora son destacables, tanto para Carlos Carvajal, que obtuvo la mejor nota posible en su tesis, como para los colombianos que podríamos usarlo en un futuro no lejano y entender rápidamente cómo y por qué suceden las cosas en este país. Ese era, justamente, uno de los motivadores para hacer este sistema centrado en corrupción: “como colombianos nos duele ver que los escándalos se dan todos los días”, señaló Jiménez, quien destaca que el sistema permite, en efecto, aprender automáticamente y descubrir nuevas relaciones entre los implicados en los casos que, surgen en nuestro entorno. ↗

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA ESCOGER

SEMILLAS NATIVAS

Un profesor de Ingeniería Industrial desarrolla una metodología computacional a partir de técnicas de visión artificial y de aprendizaje estadístico para optimizar la siembra de maíz, quinua, amaranto y chíá.

Estudiar la calidad de las semillas de productos nativos para gestionar su cultivo es el propósito de la investigación del profesor Camilo Franco, del Departamento de Ingeniería Industrial.

Lo hace a partir de imágenes de tipo RGB (sobre el rango espectral visible para el ojo humano), y del tipo multi / hiper espectral (que captura información sobre el rango no visible para los humanos). El método es fotografiar las semillas una a una, para luego hacerles pruebas de germinación en un laboratorio en el que, durante 9 días, se controla el crecimiento de las raíces.

Al cabo de ese tiempo ya puede establecerse el vigor de germinación de cada semilla. Esa información puede asumirse como un asunto de clasificación, es decir, si la semilla es viable o no; o como un asunto de regresión, en el que se establece el vigor de cada semilla en razón de la longitud de la raíz: entre más crezca, más vigorosa resulta ser.

Y con eso, lo que sigue es desarrollar los modelos computacionales que permitirán más adelante establecer el vigor de otras semillas. La clave está en generalizar los atributos más relevantes de las semillas para predecir su calidad a partir de las fotografiadas y controladas en laboratorio –con las que aprendió a reconocer su viabilidad– y las semillas que se sometan a consideración más adelante.

Este proyecto busca desarrollar métodos rápidos y no destructivos que funcionen en tiempo real y que se puedan implementar tanto a gran escala como a pequeña escala, como por ejemplo que un cultivador pueda tomar las imágenes con su teléfono celular y ejecutar directamente la aplicación para sembrar las mejores semillas.

El resultado es una metodología computacional que funciona con base en técnicas de visión y aprendizaje estadístico y permite establecer parámetros

relevantes de manera automática para identificar las semillas de mejor calidad, de modo que el productor obtenga mayores beneficios de la siembra de productos nativos.

Gracias al trabajo conjunto entre el profesor Franco, algunos estudiantes de pregrado, la compañía Oliviva, con sede en Guasca (Cundinamarca), el Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, y el grupo de Ingenieros sin Fronteras, se tienen los primeros modelos de recomendación para la quinua, y se están desarrollando las pruebas iniciales con las semillas ya seleccionadas como de alta calidad para verificar en campo lo que las máquinas han predicho con inteligencia artificial.

Se evaluará el tamaño y la calidad de la cosecha de los productos sembrados en distintos tipos de suelo y se estará comparando el impacto de plantar semillas de alta calidad contra plantar semillas que no han sido clasificadas como tal.

Para Camilo Franco esta relación entre inteligencia artificial y agricultura no es nueva. Tras acabar su doctorado de Matemáticas en España estuvo trabajando en Portugal aplicando métodos de aprendizaje computacional para predecir la calidad de las uvas para la producción de vino Porto. Y desde entonces la agricultura de precisión es uno de sus temas de investigación. Ahora ya en el país, le resulta estimulante aportar con su trabajo al desarrollo del potencial del campo colombiano. “Lo importante es plantar esa semilla”, dice en sentido figurado. Aunque en este caso, la expresión también aplica en sentido literal. ➔

Predicción de episodios epilépticos
Camilo Franco y la estudiante Diana Solano participaron en un proyecto (junto con la profesora María del Pilar Villamil, de Ingeniería de Sistemas, y el profesor Mario Valderama, de Biomédica) para predecir, a partir de técnicas automáticas computacionales, la posibilidad de ocurrencia de un episodio epiléptico. Usaban la información de electroencefalogramas de pacientes diagnosticados con esa enfermedad. Los resultados permitieron identificar algunos patrones y ahora continúa el estudio con el que buscan identificar el método de inteligencia artificial que ofrezca predicciones más precisas.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SALUD

Evaluación de la calidad del servicio de salud
Otro proyecto en el que trabaja el profesor Franco junto con la estudiante Diana Solano (como parte de su tesis de maestría) es la evaluación de la calidad en la prestación de servicios de salud para pacientes crónicos pertenecientes al régimen contributivo. La mayor dificultad que enfrentan es la consecución de datos confiables, puesto que en Colombia no hay seguimientos juiciosos en materia de salud pública. El objetivo es identificar patrones en la relación del prestador del servicio y el paciente, pero también en términos del tratamiento realizado y su costo beneficio. Los primeros resultados se esperan para diciembre de 2019.

Sistema para recomendación de fármacos

Un proyecto para determinar cuáles medicamentos actuales se pueden reutilizar en pacientes con cáncer, es el trabajo doctoral en Ingeniería de Diego Salazar, un químico farmacéutico inquieto por la posibilidad de utilizar los datos clínicos disponibles para mejorar la calidad de vida de las personas con cáncer. Lo que hace es utilizar herramientas en inteligencia artificial para integrar los datos tanto de los fármacos usados en líneas celulares, como de la cuantificación de genes y otras moléculas biológicas en pacientes, con el fin de tomar decisiones acertadas sobre las mejores terapias farmacéuticas para atacar el cáncer. Este trabajo lo realiza bajo la dirección del profesor Carlos Valencia, del departamento de Ingeniería Industrial.

CONTACTO
Camilo Andrés Franco De Los Ríos.
Ph.D. en Matemáticas de la Universidad Complutense.
c.franco31@umhantes.edu.co



ENTENDER EL
UNIVERSO DE LOS

GENOMAS

Gracias a NGSEP, una solución de *software* libre desarrollada por investigadores uniandinos, tanto los centros de investigación como las industrias que involucren genética en sus procesos productivos podrán obtener información valiosa a partir de experimentos de secuenciación de ADN de manera fácil y precisa.

¿Sabía que el ADN de un ser vivo contiene miles de millones de unidades de información? Todo un desafío para los profesionales que trabajan con estos datos genéticos en campos tan variados como la medicina, la agricultura y la producción de energía.

Por este motivo, se han realizado importantes progresos en biotecnología y bioinformática para entender el gran universo de los genomas tanto en la industria como en la agricultura.

La bioinformática es, precisamente, el área del conocimiento que ofrece soluciones de *software* para el manejo de datos como los que se obtienen en la secuenciación de ADN, es decir su transformación en información.

Su Ph.D. en Ciencias de Computación e Ingeniería de la Universidad de Connecticut de los Estados Unidos y su experiencia en centros de investigación como el Max Planck de Genética Molecular y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, entre otros, le permitieron a Jorge Duitama, profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes, emprender un proyecto que permitiera analizar estos datos genéticos de una manera fácil y precisa para profesionales de diferentes disciplinas.

Fue así que, desde 2014, el profesor Duitama empezó a darle vida al proyecto que hoy se conoce como 'Plataforma de experiencia de secuenciación de próxima generación (NGSEP)', una solución de *software* libre que puede analizar grandes cantidades de datos para obtener y generar informes concisos sobre esta información genética.

"El *software* puede usarse en cualquier sector productivo que esté integrando la genética en sus flujos de trabajo. En efecto, en la actualidad, la secuenciación de ADN se viene utilizando en el sector agrícola en el que se pueden identificar las bases genéticas de diferentes características de cualquier cultivo. Esta información

permite desarrollar técnicas para mejorar su rendimiento y lograr una mayor adaptabilidad a condiciones como las que trae el cambio climático", señala el profesor.

Una solución de talla mundial

Este *software* está diseñado para cumplir con los mayores estándares a nivel internacional. Prueba de ello es que se han realizado diversos experimentos de referencia comparando el NGSEP con el *software* más moderno del mundo.

Los resultados han sido satisfactorios y muestran una mejor precisión comparativa y una mayor eficiencia frente a las soluciones existentes, por lo que se puede usar como una plataforma versátil y eficaz. Adicionalmente, es una herramienta de soporte efectiva para enseñar conceptos de genética y biotecnología a una gran cantidad de estudiantes tanto en Colombia como en otros países.

De acuerdo con Duitama, a futuro, la utilización de este tipo de *software* tendrá aplicaciones ilimitadas. Cualquier proceso industrial, empresarial, científico o técnico que involucre ciencias de la vida podrá usar esta tecnología. Actualmente, el proyecto trabaja para complementar la plataforma para que pueda convertirse en una opción que apoye el diagnóstico médico basado en genética.

"El análisis de la información de variantes genómicas es una oportunidad para muchas industrias en el futuro. Mediante la secuenciación de genomas muchas compañías pueden utilizar efectivamente información genética como una herramienta de soporte en la toma de decisiones y desarrollar propuestas de negocios con un alto contenido de innovación", concluyó el profesor. ✨

TECNOLOGÍA PARA UNA MEJOR GOBERNABILIDAD

Técnicas de inteligencia artificial aplicadas a analítica de datos son el corazón de este proyecto, cuyo objetivo es contribuir a hacer más eficiente el trabajo de la Secretaría Distrital de Hacienda.



Esta aplicación forma parte de un proyecto más amplio que desarrolla, además, un modelo para detectar casos omisos de responsables del impuesto de sobretasa a la gasolina.

Adelantar proyectos relacionados con la generación de soluciones de análisis de información es el objetivo de la Alianza Caoba (Centro de excelencia en *Big Data* y *Data Analytics*), la cual agrupa empresas públicas y privadas, e instituciones educativas. En el marco de esta iniciativa de MinTIC y Colciencias, un equipo conformado por la Universidad de los Andes y la Universidad ICESI, creó una aplicación *web* que le permite a la Secretaría Distrital de Hacienda ejecutar de manera más eficiente el recaudo del impuesto de delineación urbana, gravamen que deben pagar las constructoras cuando planean realizar una nueva construcción o hacer refacciones estructurales a una ya existente.

Una de las metas era identificar los casos de inexactitud y de omisión. Los primeros suceden cuando el contribuyente calcula mal el valor del impuesto o declara la obra por debajo del costo real; los segundos, cuando este paga el anticipo obligatorio, pero no el saldo. "Adicionalmente, queríamos ayudarlos a identificar cuáles son potencialmente inexactos; es decir, aquellos cuyo presupuesto declarado es atípico, pues no corresponde al tipo de obra que piensan hacer", añade María del Pilar Villamil, profesora del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, quien lideró el grupo de Los Andes, conformado por dos profesores, un investigador posdoctoral, dos estudiantes doctorales y trece estudiantes de maestría.

Para lograrlo, el equipo diseñó un modelo de analítica para priorizar la gestión de cobranza, identificando y calificando a los contribuyentes responsables del impuesto; y otro, que utiliza modelos de segmentación (*clustering*), que agrupa las obras con características similares (estrato, área construida, etc.), con el fin de determinar cuáles declararon un presupuesto que no se ajusta a las condiciones de la construcción.

Como resultado, en una interfaz la aplicación *web* muestra todos los datos organizados (cantidad de contribuyentes, anticipos y declaraciones), lo que hace más fácil conocer toda la información para realizar proyecciones a futuro. En otra, se pueden elegir los criterios de priorización y, una vez definidos, esta genera un reporte donde clasifica a los contribuyentes, dependiendo de variables como el nivel de potencial inexactitud o del tiempo transcurrido desde que la constructora hizo el anticipo y obtuvo la licencia de construcción —este criterio es relevante, pues pasados cinco años el ente fiscalizador ya no puede cobrar este dinero—.



Ejemplo de visualización de la aplicación desarrollada por la profesora Villamil.

Abundan las cámaras de seguridad en las ciudades, pero son pocas las acciones que toman las empresas para sacar un mejor provecho del material que estas producen. Ya sea por cuestiones de seguridad o con fines comerciales, hay todo un campo por explorar desde la computación visual.

Solamente en Bogotá, el Distrito tiene en funcionamiento más de 1.500 cámaras de seguridad que producen material las 24 horas del día. Esto les permite a las instituciones locales implementar políticas efectivas para atender las necesidades en áreas de seguridad o movilidad, pero también les impone un inmenso reto: procesar efectivamente la información para apoyar la toma de decisiones.

Este mismo desafío lo tienen los comerciantes o empresarios con sus circuitos privados de televisión, cuyos registros podrían automatizarse para monitorear en tiempo real la seguridad de sus establecimientos, medir el rendimiento de sus trabajadores o identificar los trayectos favoritos de sus compradores o sus estados de ánimo, entre otras.

Este mundo de posibilidades atrajo a una de las investigadoras del Grupo IMAGINE del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Cinthya Ochoa, quien es ingeniera electrónica y estudiante de la Maestría en Ingeniería de Sistemas. Asesorada por el profesor José Tiberio Hernández, Cinthya desarrolló un piloto que permite identificar personas a través de circuitos cerrados de televisión.

Particularmente, la ingeniera hizo una extracción de las trayectorias dentro de la Biblioteca General de la Universidad para identificar patrones de direccionamiento, que sirvan para determinar, por ejemplo, zonas claves para ubicar publicidad o para medir la usabilidad de las instalaciones. ¿Cómo lo hizo? Mezclando modelos para procesamiento de imágenes que, apoyados en técnicas de *deep learning*, le permitieron enseñarle a la máquina a “extraer” la figura humana de un fondo determinado y reidentificarla entre los distintos ángulos de las cámaras. En otras palabras, el modelo sabe que quien sale en una cámara, es la misma que parece en otra.

Para caracterizar esa figura, Cinthya tuvo que hacer prueba y error con muchas técnicas: primero, intentó que el modelo comparara histogramas de color (con qué tanta frecuencia aparece el rojo, el azul y el verde en la ropa de la persona) y luego le agregó a la ecuación el modelo probabilístico de ‘chi cuadrado’ para calcular la distancia entre un cuadro y otro. “Pero aquí los resultados sí fueron malísimos, porque dependía de la imagen. Si la persona estaba en determinada pose, iba a cambiar el histograma de color”, cuenta Cinthya.

Sin embargo, no se dejó ganar por la frustración, y el segundo intento fue mejor: caracterizó la imagen de la persona con colores y texturas y, con *machine learning*, le enseñó al modelo a identificar los pares adecuados y a calcular la distancia con el método Mahalanobis: entre más cerca estaban dos imágenes similares, más probable es que fueran la misma persona.

El siguiente reto para la investigadora, que está considerando seguir su doctorado, será empezar a calcular trayectorias específicas a través del registro en video cronológico, una posibilidad que ya es real en países como China, en donde los ciudadanos pueden, a través de reconocimiento facial, pagar en el supermercado o acceder a un crédito. Incluso, pronto podrán ser identificados por su forma de caminar. ✦

AUTOMATIZAR EL CONTEO DE VEHÍCULOS

Otro proyecto de Cinthya y sus colegas consistió en clasificar y contar de manera automática distintos tipos de vehículos para la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM). Se analizó el material de las cámaras de video vigilancia en un punto de la Autopista Norte de Bogotá, y con técnicas de reconocimiento visual (*basadas en machine learning*) se identificaron clases como buses, buses articulados de Transmilenio, camiones, bicicletas y motos y se partió el problema en tres etapas: localización, clasificación y conteo. Se espera que este tipo de técnicas reemplacen eventualmente el conteo manual y traigan un ahorro presupuestal a la entidad.



iSONRRIA,

LO ESTAMOS GRABANDO!





EXTRAYENDO VALOR SOCIAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El CEO de Google, Sundai Pichai, ha dicho que “la inteligencia artificial [IA]¹ es una de las cosas más importantes en las que la humanidad está trabajando. Es más profundo que la electricidad o el fuego”. De hecho, las compañías más importantes del mundo son construidas (y juzgadas) cada vez más en torno a su capacidad de aprovechar algoritmos, herramientas computacionales y datos para optimizar sus actividades comerciales más importantes. Sin embargo, para la gran mayoría del mundo la capacidad de usar IA para mejorar las ganancias y, lo que es más importante, para tener un impacto social, parece estar lejos de alcanzar.

Mi opinión es que la barrera para extraer un valor real y sostenible no depende totalmente del acceso a los recursos informáticos (la computación en la nube está bajando los costos de implementación de herramientas de *machine learning* (ML)), *software* (hay software de ML disponible gratuitamente), o incluso algoritmos (la mayoría son publicados abiertamente en revistas académicas). Por el contrario, como voy a explicar, los impedimentos residen tanto en la educación como en nuestra capacidad de utilizar a las personas capacitadas con los datos adecuados para abordar problemas de interés.

Datos y Realimentación

Si de hecho los bloques de construcción computacional se han democratizado, lo que diferencia a las aplicaciones impulsadas por IA es nuestra capacidad de aprovechar el conocimiento especializado del dominio y los datos únicos que tenemos (o que podemos obtener). Netflix aprende la forma en que los usuarios interactúan desde su escape de datos para crear mejores experiencias de visualización, lo que a su vez incentiva un mayor uso. Waze predice la mejor ruta para manejar usando la información de otros conductores; esto hace que sea más probable que los conductores estén contentos con la plataforma y contribuyan con sus propios datos. Los bucles de datos de retroalimentación virtuosos, construidos alrededor de la optimización de una métrica de importancia comercial crítica, se encuentran en el núcleo de las empresas impulsadas por ML hoy en día.

Las mejores aplicaciones de ML son construidas por equipos diversos y habilidades complementarias. Los científicos de datos individuales tienen un papel importante en las fases de inicio, planeación y creación de prototipos. Pero los gerentes de producto, ingenierías, desarrolladores y documentalistas de escala también desempeñan papeles fundamentales.

A medida que los lados más oscuros de la inteligencia artificial se vuelven más evidentes, se ha vuelto más importante que nunca incluir a aquellos con puntos de vista diversos y críticos en los equipos de aplicaciones de ML. Dado que los programas implementados se aprenden de datos anteriores, las formas parciales en que se recopilaban esos datos, ya sea explícita o implícitamente, pueden afectar negativamente la visión de un programa de IA de nuevos datos y su valor posterior. Gran daño a la reputación y a las personas proviene incluso de la aplicación de IA mejor intencionada.

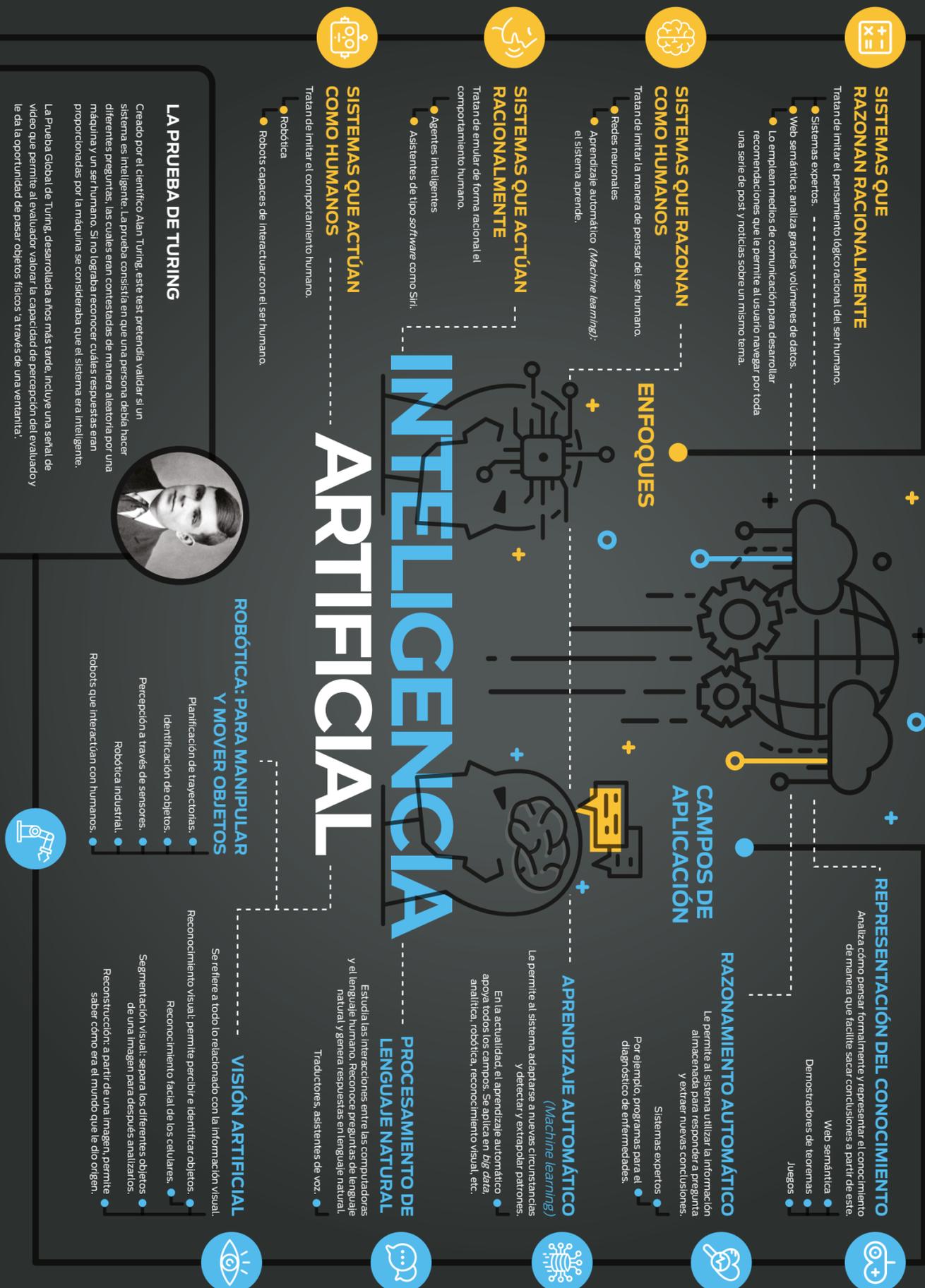
Educación

Uno de los principales desafíos (globales) en la creación de equipos impulsados por ML es encontrar caminos de enseñanza y capacitación efectivos para la fuerza laboral existente, así como para la siguiente generación. Sin duda, la capacitación formal en IA y aprendizaje automático (la enseñanza de algoritmos y principios básicos de computación y estadística) se ha convertido en un foco principal en las universidades y entidades con fines de lucro. Pero, como he visto tanto como profesor en la Universidad de California, Berkeley, como cofundador para la compañía de aplicaciones de IA wise.io, y ejecutivo de General Electric, existe un gran abismo en los entornos de prueba relativamente seguros encontrados en la academia, y en el mundo duro y dinámico que involucre datos reales y consecuencias reales.

Para ayudar a cerrar esa brecha educativamente, tuve el honor de poder presentar un programa práctico en profundidad titulado “Learning Machine Learning” este junio, con más de 80 estudiantes de la academia y la industria. Realizado en la Universidad de los Andes, Bogotá (copatrocinado por la Universidad del Rosario), el curso fue una introducción práctica a todo el ciclo de vida de la ciencia de datos, incluyendo las técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, herramientas de visualización y marcos computacionales. Programas como estos son un pequeño paso, pero uno que espero tenga un impacto duradero. ✦

Joshua Bloom
Profesor titular de Astronomía en la Universidad de California Berkeley e invitado a la Escuela Internacional de Verano de Ingeniería.

1. Si la IA es “la ciencia y la ingeniería de la fabricación de máquinas inteligentes”, el aprendizaje automático (ML) es el tema de los enfoques de IA en los que se enseña a las máquinas (es decir, programadas) a generar sus propios programas aprendiendo de los datos sobre objetivos específicos del ser humano





ALGORITMOS Y SIMULACIONES

PARA LA TOMA DE DECISIONES

Investigadores del **Grupo SUR** de la Universidad de los Andes avanzan en un *software* que simula los efectos de determinadas **políticas territoriales y de transporte**, con el fin de anticipar sus posibles consecuencias.



De acuerdo con los investigadores del Grupo SUR, el simulador, que tiene como propósito 'Modelar la ocupación de Bogotá y su región', abre amplias oportunidades para facilitar la toma de decisiones teniendo como base indicadores económicos y sociales.

Según el Banco Mundial, cerca del 80% de la población en Latinoamérica vive en áreas urbanas y se espera que esta cifra siga en aumento. La adecuada planificación de la expansión de las ciudades es un proceso altamente complejo, teniendo en cuenta los impactos en empleo, vivienda, movilidad y medio ambiente.

Por esta razón, el desarrollo de herramientas que brinden soporte a la evaluación de políticas de ordenamiento territorial y transporte para una ciudad, deben considerar la interacción compleja de una serie de elementos. Esta es la base del proyecto en el que trabaja, actualmente, el Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional -SUR- del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes, a través del desarrollo de una herramienta que simula los efectos de determinadas políticas territoriales y de transporte, con el fin de anticipar sus posibles consecuencias.

De acuerdo con los investigadores del Grupo SUR, el simulador, que tiene como propósito 'Modelar la ocupación de Bogotá y su región', abre amplias oportunidades para facilitar la toma de decisiones teniendo como base indicadores económicos y sociales.

El sistema incorpora un modelo de cambio de usos del suelo para evidenciar de manera explícita el impacto de las decisiones de política de transporte y regulación del territorio. La influencia de dichos cambios en el sistema de transporte y crecimiento económico se podrá estimar de manera clara gracias a esta iniciativa.

El proyecto desarrollará un marco integrado de planificación urbana y regional estratégica, que permitirá simular un estimado del comportamiento de la estructura urbana y su relación con el sistema de transporte para

el estudio de los impactos a largo plazo. También facilitará la identificación de mejores prácticas y experiencias valiosas de planificación existentes.

La investigación podría ser la base para desarrollar guías de planificación urbana que contengan herramientas eficaces para mejorar el entorno urbano de las ciudades, evaluando los requerimientos para gestionar un desarrollo urbano sostenible.

En este momento, el proyecto está pensado para apoyar la toma de decisiones de la Alcaldía Mayor de Bogotá, de tal forma que los funcionarios tengan una estimación sobre el impacto que la ejecución de determinadas políticas pueda generar en la población y en el territorio.

"El simulador está compuesto por cuatro grandes módulos: modelo de equilibrio general, modelo de estructura urbana, modelo de transporte y un modelo que integra de forma dinámica el transporte y el territorio, todo en una plataforma única. La idea del proyecto es integrar los módulos y establecer una unidad mínima de análisis para tener en cuenta en las futuras estimaciones previas a cada toma de decisiones", señaló el director del proyecto, Luis Ángel Guzmán, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de los Andes, y director del Grupo SUR.

¿Cómo funciona?

La primera intención del simulador es servir como referente para que los funcionarios de la Alcaldía puedan tener una aproximación a los posibles efectos de la ejecución de determinadas políticas. De esta manera, no será necesario realizar un estudio independiente por cada decisión que se deba analizar, sino que ya se cuenta con una labor previa capaz de bosquejar los impactos que las decisiones del gobierno puedan generar.

La herramienta puede simular las transformaciones que las dinámicas de transporte, el uso del suelo y las tendencias macroeconómicas (cada una por separado o en conjunto) pueden generar en el desarrollo del territorio.

De esta manera, se pueden comprender mejor los distintos fenómenos urbanos; se entiende cómo crece la ciudad-región, las causas de su crecimiento, y las consecuencias de ello. De manera paralela, todas las acciones generan efectos y se pueden simular elementos como el nivel de emisiones, la demanda de determinados servicios, y el comportamiento de la economía.

El impacto del simulador va más allá de anticiparse a los efectos de una determinada decisión y puede llegar, incluso, a convertirse en un insumo fundamental para el desarrollo de políticas públicas orientadas a planificar la ciudad para las siguientes administraciones. Se podrán modelar diversos escenarios para aplicar distintas decisiones en cada uno de ellos, y establecer así la mejor oportunidad para la ciudad.

Tecnología más allá de los límites

Lograr simular la reacción del territorio ante ciertas políticas no solo facilita la toma de decisiones en Bogotá, sino que además puede mostrar indicios sobre los efectos colaterales en los municipios cercanos a la capital del país.

Las transformaciones más profundas de la gran ciudad se sienten como efectos secundarios en municipios como Chía, Madrid y Zipaquirá. El entorno de la urbe también cambia y esta información puede resultar de gran ayuda en el futuro, a la hora de evaluar cómo mejorar la integración de la capital con su región.

“Uno de los mayores aprendizajes que hemos obtenido es que los cambios de Bogotá tienen repercusiones en sus municipios aledaños. De la misma forma, nuestro desarrollo llega más allá de los límites y puede generar información muy valiosa para la gestión de la región”, agregó el profesor.

Tras bambalinas

Iniciar un proyecto tan ambicioso como este requiere del compromiso de distintos actores y se logra con un trabajo consensuado con varios responsables sobre diversas tareas. “Definir los algoritmos, integrarlos, pasar a la fase de diseño del módulo de integración, revisar las condiciones de experiencia del usuario y usabilidad, agregar mapas, niveles, convenciones. Todo esto hace parte del proyecto que busca simular la compleja realidad de Bogotá y sus municipios vecinos”, añadió Guzmán.

Actualmente, el proyecto cuenta con la intervención de profesores y alumnos de las facultades de Economía, Medicina e Ingeniería. Una labor multidisciplinaria que ha enriquecido el desarrollo del simulador y ha abierto nuevas oportunidades para la aplicación del *software* en diversas ramas.

“Esta herramienta es para el uso de las entidades distritales y debe contar con información de econometría, matemáticas y estadística, datos que facilitan la toma de decisiones y permiten obtener estimaciones sobre el posible impacto de las políticas. Todo ello en un entorno amigable y fácil de usar”, agregó el profesor.

Experiencias previas

La herramienta para ‘Modelar la ocupación de Bogotá y su región’ es la segunda parte de un proyecto que terminó en 2016 y cuyo principal objetivo era diseñar un modelo que integre el sistema de transporte con el de usos del suelo. El proyecto se desarrolló teniendo en cuenta dos componentes: el económico y el urbanístico de algunos grandes desarrollos propuestos por la ciudad. Se identificaron las áreas de mayor oportunidad de desarrollo y se estimó su



potencial. Además se diseñó la estrategia operativa para gestionar los ‘proyectos estratégicos’ más factibles.

Con esta clase de iniciativas, se abren espacios para que los nuevos desarrollos y generación de conocimiento puedan ser útiles en la toma de decisiones en la ciudad. En el futuro, esto será una guía para las autoridades en la realización de nuevos estudios o investigaciones que puedan anticipar el impacto de la ejecución de una determinada política. Uno de los grandes desafíos será mantener la plataforma actualizada, en términos de nueva información, entre otros aspectos.

Lo que viene

En este nuevo capítulo del proyecto, que tiene contemplada una inversión de \$10.265.047.397, la Universidad de los Andes financia una parte

importante de la iniciativa, lo que demuestra el interés de la institución en la investigación y desarrollo del país.

Los demás recursos están financiados a través del Fondo de Ciencia y Tecnología del Fondo Nacional de Regalías y de la Universidad Sergio Arboleda, la otra institución de educación superior que participa en el desarrollo del proyecto.

La iniciativa será ejecutada en los próximos tres años. Finalizada esta etapa el simulador será una realidad y deberá entrar en funcionamiento junto con una plataforma web que le permitirá a los funcionarios probar el impacto de algunas políticas públicas de una manera sencilla y mucho más acertada. Adicionalmente, se contempla realizar un trabajo de capacitación para que los usuarios de la plataforma entiendan cómo se utiliza la herramienta”, concluyó el director del Grupo SUR. ➔



INVERSIONES DEL PROYECTO



\$10.265.047.397

Valor total



\$7.017.199.093

Fondo de Ciencia y Tecnología del Fondo Nacional de Regalías.



\$1.974.277.425

Valor financiado por Universidad de los Andes.



\$1.273.570.879

Valor financiado por Universidad Sergio Arboleda.

PATENTE PARA ARREGLAR

CORAZONES

Un catéter que permite intervenir el corazón de bebés recién nacidos con dificultades para circular sangre a los pulmones es el más reciente desarrollo del Grupo de Ingeniería Biomédica. Esta es su tercera patente.

Cuando estamos en el útero materno hay un canal abierto entre la arteria pulmonar y la aorta por el que fluye la sangre oxigenada que nos provee nuestra madre. Al nacer, esa comunicación, conocida como el ductus arterioso, debe cerrarse como parte del desarrollo normal del sistema circulatorio, que se encarga ya por su cuenta de oxigenar la sangre.

Sin embargo, en uno de cada mil recién nacidos este canal no se cierra espontáneamente, generando una cardiopatía llamada el ductus arterioso persistente, que dificulta la adecuada oxigenación de la sangre y puede llegar a causar la muerte.

Hace más de 30 años, Juan Carlos Briceño, profesor titular e investigador del Grupo de Ingeniería Biomédica de Los Andes, estudia las enfermedades del corazón y trabaja en el desarrollo de soluciones que mejoren la calidad de vida de los niños que las padecen. En esa búsqueda, en la que trabaja en colaboración con el doctor Alberto García, cardiólogo pediatra de la Fundación Cardio Infantil, y estudiantes el grupo, han desarrollado dispositivos oclusores cardiovasculares —que cierran ese conducto y otras comunicaciones anómalas— y han logrado dos patentes por ellos en los últimos años: una en 2009 y otra en 2013.

Este año lograron otra patente más por un desarrollo que, irónicamente, lo que pretende es evitar que el ducto arterioso se cierre. La razón para ese interés es que si bien el ductus arterioso persistente es una deficiencia cardíaca, mantenerlo abierto es la solución paliativa para otra afección conocida como atresia de la arteria pulmonar, cuyas consecuencias también podrían llegar a ser mortales.

Esa cardiopatía congénita se presenta cuando la válvula pulmonar, que es la abertura que regula el flujo de sangre desde el ventrículo derecho hacia los pulmones, no se forma adecuadamente, lo que genera un bloqueo en el tránsito de la sangre hacia los pulmones y, por consiguiente, afecta su oxigenación.

En los recién nacidos con atresia pulmonar, la posibilidad de que la sangre fluya hacia los pulmones depende, justamente, de que el ductus arterioso se mantenga abierto. Las maneras de lograrlo son dos: mediante cirugía o cateterismo, y de esas, la cirugía es bastante más riesgosa, sobre todo tratándose de bebés recién nacidos. Así que la mejor apuesta es por el catéter, un tubo largo, delgado y flexible que permite llegar desde la arteria femoral hasta donde se requiere intervenir.

En su práctica como cardiólogo pediatra, el doctor García requería un catéter curvado para llevar e implantar prótesis endovasculares (más conocidos como *stents*) hasta el ductus para mantenerlo abierto. El reto en las intervenciones es hacerlo rápido, porque ese canal tiende a contraerse cuando recibe estimulación.

El diámetro de ese ductus en los bebés es similar al de las arterias coronarias de los adultos, así que los *stents* comerciales funcionan bien. En cambio, los catéteres de adultos resultan gruesos y largos para el cuerpo de los bebés. Ahí es donde el conocimiento de Briceño y su equipo de trabajo, y la fusión entre la ingeniería y las necesidades médicas resultaron claves.

Ellos desarrollaron lo que García requería a partir de la modificación de un catéter comercial. De entre todos los dispositivos que el grupo ha desarrollado, el resultado de esta modificación es “el primero que tiene patente y además se está usando ya en pacientes”, señala Briceño. Los titulares de la patente son la Fundación Cardio Infantil, Uniandes, el doctor García, el profesor Briceño y la estudiante de maestría en Ingeniería Biomédica Juliana Sánchez Posada.

El dispositivo se llama ‘catéter guía en forma de herradura para realizar angioplastia del ductus arterioso en pacientes recién nacidos y lactantes’ y ya ha sido usado en procedimientos con 20 bebés. Esa es la cantidad

de casos que se presentan al año en la Fundación Cardio Infantil. Pero en el país son alrededor de 200 niños los que nacen con esa cardiopatía. La pretensión del grupo es que ninguno de ellos quede sin atención.

Con este propósito el profesor Briceño tiene, por lo pronto, dos iniciativas: la primera es fabricar localmente los catéteres y, de paso, usar este método en la solución de necesidades específicas de la práctica médica, como en este caso. La otra es la implementación de un programa de detección temprana de cardiopatías congénitas y evaluación de la capacidad nacional para atender a los pacientes. Este programa fue presentado a Colciencias por varios investigadores de Los Andes, la Universidad Javeriana (sedes de Bogotá y Cali), la Fundación Cardio Infantil y la Fundación Santafé de Bogotá, que trabajaran articuladamente con el Centro Médico Imbanaco de Cali, entre otras instituciones.

El programa consta de cinco proyectos entre los que se encuentran llevar un cuadro de control para el seguimiento de los pacientes pediátricos, la detección temprana de este tipo de enfermedades mediante ecografía, el uso de la

inteligencia artificial para ayudar en la detección temprana, el estudio de la costo-efectividad de la detección temprana y la evaluación de la capacidad nacional para tratar a los pacientes.

Después de tantos años de trabajo, y de los obstáculos regulatorios que han tenido que enfrentar para sacar adelante desarrollos como el catéter herradura, e incluso después de varias patentes, “uno se da cuenta de que lo realmente importante es que lo que hagamos llegue a los pacientes”, explica Juan Carlos Briceño, seguro de que el proceso de aprendizaje en cuestiones de protección de propiedad intelectual y de la planeación y realización de ensayos clínicos va a aumentar el impacto de los dispositivos desarrollados. ↗



Juan Carlos Briceño y su estudiante egresada de la Maestría en Ingeniería Biomédica, Juliana Sánchez Posada.



ENTREVISTA CON

DE FRENTE A LA INNOVACIÓN COL OMBIANA

Este año el Ministerio de Educación aprobó el registro calificado para la Maestría y el Doctorado en Gestión de la Innovación Tecnológica: dos programas de posgrado que integrarán los esfuerzos de las facultades de **Administración, Arquitectura y Diseño e Ingeniería** para generar investigación de impacto con la industria. Esta sinergia será conocida como el ‘Nodo de Innovación’ uniandina. ¿Cuál es su apuesta y qué mensaje tienen para los empresarios? Esto fue lo que nos dijeron los profesores detrás de la iniciativa.

CONTACTO: ¿Cómo nació el Nodo de Innovación y en qué se diferencia de otras iniciativas de innovación uniandinas?

Juan Carlos Briceño (Director de la Escuela de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería): El Nodo nació de la preocupación de los decanos de Ingeniería y de Administración de acercarnos como Universidad a los problemas del país. Ha habido varias iteraciones e intentos de esa relación con la industria, pero lo característico del Nodo es el enfoque transdisciplinario a las soluciones; se proyecta como una iniciativa de largo plazo, sostenible y que espera involucrar progresivamente al resto de la comunidad uniandina.

Rafael Vesga (Profesional Distinguido de la Facultad de Administración): A todos los que estamos aquí nos gusta trabajar con empresas afuera, le damos una relevancia a eso. Cuando uno mira las cosas desde esa perspectiva, esas distancias internas de la universidad no existen para los empresarios, ellos no piensan en una disciplina, sino en su problema, en quién les ayuda. El avance empieza cuando entendemos que esas divisiones internas no importan tanto.

Óscar Álvarez (Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Química): Nació primero la idea del posgrado y esto llevó al Nodo. Recordando de

donde soy, en Valledupar hacen una especie de carnaval. Todos empiezan en su barrio, haciendo las fiestas por su lado, pero al final se encuentran en un punto medio. Así pasó aquí: cada uno quería hacer innovación y llegamos al mismo punto, que es el Nodo.

Jorge Hernández (Profesor Distinguido de la Facultad de Administración): los mismos profesores nos hablábamos de hace mucho tiempo por el trabajo desde Innovandes. Cuando nació la maestría y el doctorado, ya no había que convencernos. Seguir aislados no es para donde debe ir la cosa.

CONTACTO: ¿De dónde surge la necesidad de diseñar una maestría y un doctorado en Gestión de la Innovación Tecnológica con una pedagogía disruptiva?

J.C.B.: Una cosa que acordamos desde el comienzo, desde el punto de vista curricular, fue no poner cada Facultad un curso y unir, y ya. Fue pensar qué necesitaban las empresas

que la persona supiera, qué formación tuviera, qué habilidades, competencias, y de ahí devolverse a hacer el contenido curricular. La profesora Carola Hernández, experta en Aprendizaje Basado en Proyectos, fue fundamental para lograrlo.

Miguel Navarro Sanint (Profesor asistente de la Facultad de Arquitectura y Diseño): Lo que sí hay en común en las tres disciplinas es el aprendizaje a través de proyectos o problemas. En este programa no se le dice al estudiante lo que hay que hacer, no es deductivo. El estudiante aprende a través de su proyecto, ese que surge del problema específico que expone la empresa.

R.V.: Esto representa un rompimiento, pero a la larga no tanto. Esto es muy importante para los profesores: el hecho de prestar atención a las necesidades de las organizaciones, no tiene que tener efectos negativos sobre sus publicaciones académicas. Por el contrario, la experiencia de universidades como Aalborg o la Politécnica de Valencia muestra que el acceso privilegiado a los dilemas que enfrentan las organizaciones es la mejor fuente de ideas y evidencia para lograr artículos académicos en las clasificaciones más altas.

CONTACTO: ¿Existía esto en Colombia? ¿Quiénes mandan la parada a nivel regional o mundial?

Juan Carlos Cruz (Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Biomédica): A nivel Colombia solo hay tres doctorados más, uno en la Pontificia Bolivariana de Medellín, otro entre las Universidades Autónomas de Manizales, Bucaramanga y de Occidente en Cali y el último en la Universidad de Caldas. Maestrías sí hay muchas más. Pero ninguna de las propuestas integra tres Facultades como lo está proponiendo Los Andes. Incluso a nivel internacional estamos siendo pioneros con esta apuesta, esto considerando que la mayoría de programas se encuentran

fundamentalmente ligadas a las escuelas de negocios, lo que sugiere un foco en el empleo de herramientas de Administración.

CONTACTO: ¿Cuál es el ingrediente principal que le aporta cada disciplina a estos programas?

J.C.B.: En el nombre ‘Gestión de la Innovación Tecnológica’, nos sentimos todos identificados, cada uno ve lo que aporta. Innovación hay muchas formas de hacerla, que no necesariamente tienen que ver con tecnología, que es lo que aporta la Ingeniería.

M.N.: Separar innovación y diseño es muy difícil, porque aunque no todos los diseñadores hacen innovación, todas las personas que hacen innovación tienen que hacer algo de diseño. Aportamos la parte metodológica, que viene de una fusión entre las ciencias sociales y la ingeniería.

R.V.: Administración pone dos cosas muy claras: estrategia y gestión. ¿Qué tiene que ver con la estrategia con la tecnología y cómo organizarnos para que esto ocurra?

CONTACTO: ¿Qué puede lograr el egresado de estos posgrados en su entorno laboral?

J.C.B.: A diferencia de los doctorados constantes con uno o dos asesores, aquí no hay un solo profesor que sea experto en todos los pasos: planteamiento, identificación, solución, implementación, financiero. Cada estudiante tendrá un comité asesor que lo orientará en los distintos pasos, desde que identifica el problema y plantea las estrategias de solución, hasta que empieza a implementarlo en la empresa.

R.V.: El egresado del doctorado estará en capacidad de navegar la literatura académica, pero objetivo no será escribir un paper más. Su propósito será llevar ese conocimiento a una aplicación que abra nuevos caminos, un proyecto claramente innovador en su organización. La evaluación del resultado estará a cargo de un comité compuesto por académicos y expertos del mundo de la práctica.

CONTACTO: Este es un paso en firme para consolidar el triángulo Universidad-Empresa-Estado. ¿Cuál sería el mensaje para el empresario que nos lee?

David Bigio (Profesional Distinguido de la Facultad de Ingeniería): Hemos recibido la validación de los empresarios desde el comienzo, porque los invitamos a que nos ayudarán a diseñar el programa. Cuando, a través de sus participantes en el programa, las empresas estén vinculadas, van a encontrarse con un *hub*, un club empresarial, en donde podrán apoyarse mutuamente, cuando naturalmente no lo harían.

R.V.: El papel de los empresarios es clave en el programa, al apoyar la participación de sus colaboradores como estudiantes del doctorado y la maestría. Los empresarios deberían imaginarse a sus colaboradores incrustados en la universidad, construyendo redes, conociendo lo que ocurre en las distintas facultades y en el ámbito nacional e internacional, y articulando estrategias de innovación. Las empresas no tendrán solamente unos estudiantes en formación, tendrán unas apuestas en marcha para apalancar sus estrategias innovadoras en las fortalezas de la universidad. ✦



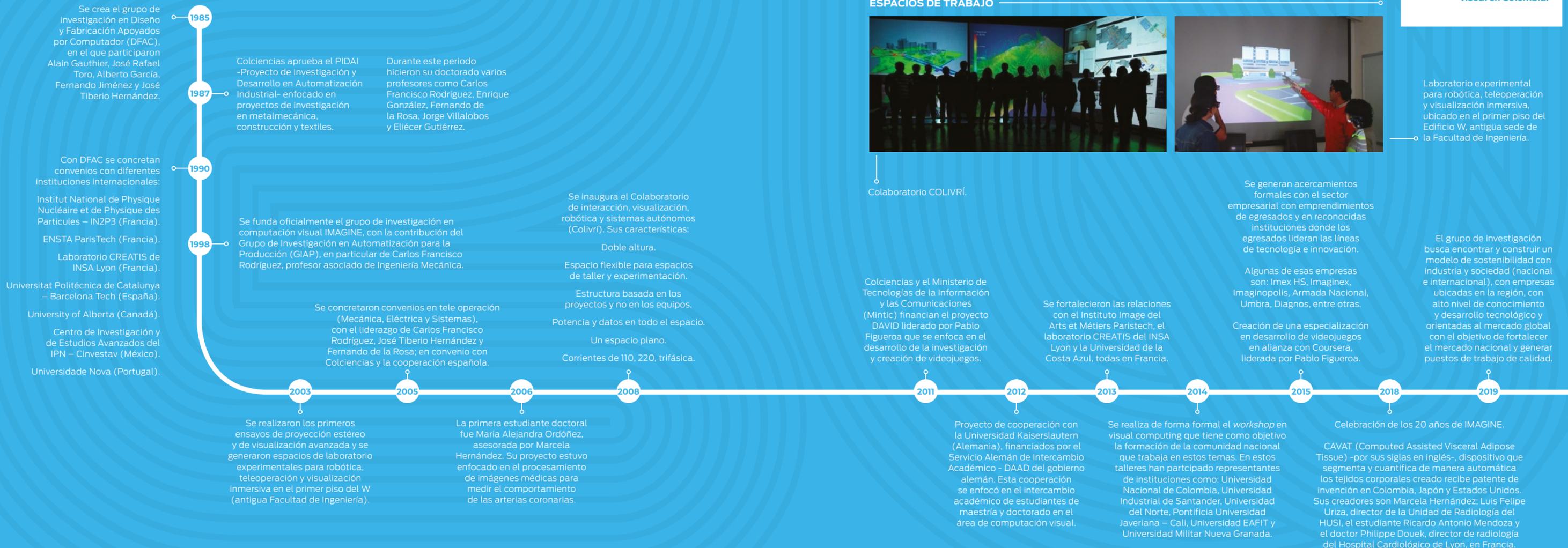
20 AÑOS INNOVANDO EN LA COMPUTACIÓN VISUAL

Imaginar es trascender y trascender ha sido uno de los principales logros del grupo de investigación **IMAGINE** del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, que, en 2018, celebró sus primeros 20 años de creación.

Durante estas dos décadas, ha desarrollado y puesto al servicio de la sociedad conocimiento y tecnología basados en procesamiento de imágenes, visualización 3D por computador, interacción con dispositivos no convencionales y robótica.

Con el liderazgo de José Tiberio Hernández y de los profesores Marcela Hernández, Fernando de la Rosa, Pablo Figueroa, entre otros; IMAGINE se ha convertido en uno de los grupos de investigación con mayor prestigio de la región en computación visual.

En CONTACTO, repasamos sus principales hitos.



“COLIVRÍ es un colaboratorio en el que se une el mundo físico con el virtual, alrededor de la interactividad con el humano. En la primera planta son protagonistas la interacción y la experimentación y en la segunda planta el desarrollo de *software* encuentra su espacio. Este colaboratorio nos permite trabajar en proyectos de investigación aplicada tanto en el sector científico como industrial mediante el desarrollo de soluciones innovadoras. Las principales áreas de aplicación son: biomedicina, entretenimiento, diseño de modelos 3D (ingeniería, arquitectura, biología molecular, entre otras.), programación y control de dispositivos”, José Tiberio Hernández, director del grupo IMAGINE.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



Marcela Hernández
Procesamiento de imágenes médicas



Pablo Figueroa
Realidad virtual y juegos

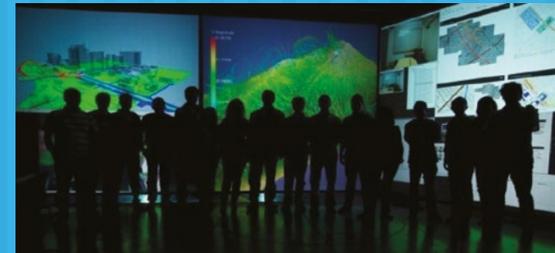


José Tiberio Hernández
Visual Analytics



Fernando de la Rosa
Computación gráfica y robótica interactiva

ESPACIOS DE TRABAJO



Colaboratorio COLIVRÍ.



Laboratorio experimental para robótica, teleoperación y visualización inmersiva, ubicado en el primer piso del Edificio W, antigua sede de la Facultad de Ingeniería.

IMAGINE EN CIFRAS



400
alumnos aprox.



8 Ph.D.
graduados de Uniandes
(3 trabajan en la industria).

20 Ph.D.
graduados en otras universidades (Estados Unidos, Francia, Alemania, Canadá, Suiza)



10 empresas nuevas de computación visual en Colombia.

LOS NUEVOS ÓRGANOS

Un par de equipos para hacer **análisis sensorial** son las nuevas adquisiciones del Departamento de **Ingeniería Química**, que desde hace tres años se prepara para ofrecer el futuro programa de **Ingeniería de Alimentos**. Se los presentamos.

Una nariz y una lengua electrónicas son las nuevas residentes del Laboratorio de Diseño de Productos. Aunque ya se han utilizado en otros proyectos de Ingeniería Química, el objetivo primordial del Departamento es emplearlos en el diseño de productos alimenticios, cuando se abra el programa de Ingeniería de Alimentos.

Para conocer las propiedades gustativas y olfativas de un producto y comprobar su calidad lo usual es realizar pruebas sensoriales. Estas consisten en que un grupo de personas lo saborea, lo compara con un modelo y llena encuestas con sus conclusiones. Estos dispositivos realizan el mismo proceso —comparan muestras con el patrón—, pero sus resultados no están permeados por la subjetividad de quienes realizan el estudio y son de tipo cuantitativo.

Gracias a estas máquinas, cuyo costo alcanzó los 500 millones de pesos, el Departamento aumenta su capacidad en investigación y puede ofrecerle a la academia y a la industria, tecnología que permite desarrollar productos en menor tiempo y satisfacer las necesidades del mercado.

Imita el mecanismo de recepción del gusto de los organismos vivos, mediante unos sensores que le permiten "sentir el sabor" —consisten en una **membrana lipídica artificial**, similar a la de la lengua humana, que causa interacciones electrostáticas o hidrófobas con varias sustancias del sabor—, y lo convierte en datos numéricos. Esto facilita emplearlos en algoritmos basados en aprendizaje de máquina (*machine learning*) para **predecir el gusto**.

Posee una **pantalla táctil**, desde donde se introducen los parámetros que **determinan si un producto es salado o dulce**. El dispositivo hace el análisis teniendo en cuenta estos elementos de referencia.

Las muestras se colocan en los pozos. La máquina **compara el resultado del análisis** con la muestra de referencia e indica qué tanto se acercan.

Tras el análisis, el dispositivo **arroja una gráfica con los resultados**. Este incluye variables como amargura, salinidad, dulzura, astringencia y acidez.



**LENGUA ELECTRÓNICA
TS-5000Z, DE LA COMPAÑÍA INSENT**

**NARIZ ELECTRÓNICA
PEN3, DE LA EMPRESA AIRSENSE ANALYTICS**

Sirve para **analizar alimentos** para los cuales el sentido del olfato es fundamental, por ejemplo el vino, y otros productos como perfumes y cosméticos.

Al igual que la lengua, **debe estar acoplada a un computador**, desde donde se calibra antes de cualquier análisis.

Es capaz de **determinar, reconocer e identificar** niveles muy bajos de sustancias químicas volátiles.

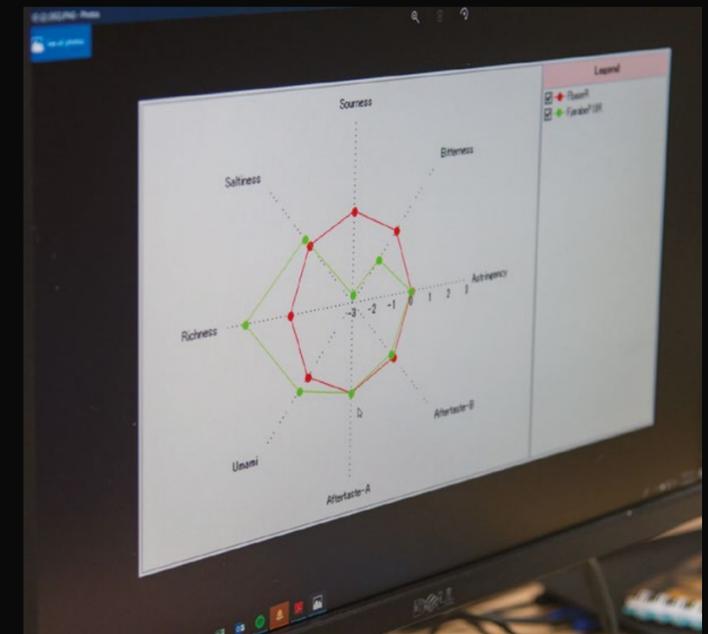
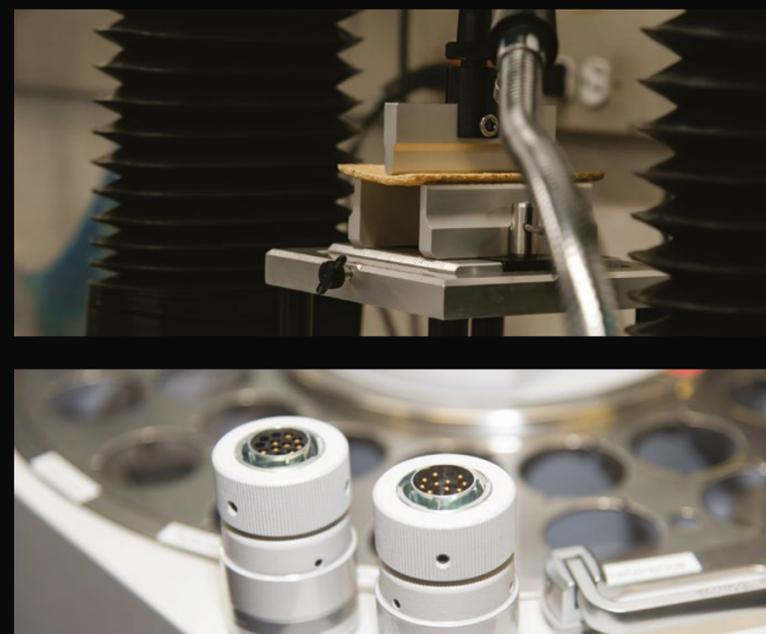
Para realizar el análisis, **la muestra se conecta a los viales**. Estos son unos sensores que trabajan a una temperatura entre **300°C y 500°C**, y, con la ayuda de unas agujas de jeringa, van absorbiendo las sustancias que se volatilizan.

Analiza solo una muestra a la vez, por tanto, debe entrenarse antes, para que tenga datos de referencia con los cuales compararla. Con base en esto genera unos resultados.

Se puede emplear en **desarrollo y control de calidad de productos**; en caracterización, clasificación y diferenciación por origen y por estado de madurez, entre otras aplicaciones.



“Desde hace mucho tiempo hemos apuntado al diseño de producto. Es decir, no solo tomamos en cuenta el proceso, sino qué características debe tener el producto para que cumpla unas necesidades del mercado”, señala Andrés González Barrios, director del Departamento de Ingeniería Química.



CAROLINA PIÑEROS OSPINA, UNA LÍDER DE LA

PROTECCIÓN DE LA NIÑEZ

Esta ingeniera uniandina es una abanderada en la generación de acciones que contribuyan a la corresponsabilidad de los diferentes actores de la sociedad en la defensa y protección de los derechos de los niños, niñas y adolescentes.

Su gusto por las matemáticas y su habilidad en la organización de procesos la llevaron a estudiar Ingeniería Industrial en la Universidad de Los Andes, profesión que ha sabido aplicar con éxito en el sector que más la apasiona: el social.

Después de finalizar su pregrado, en 1988, y empezar una ascendente carrera laboral en la que puso a disposición de las empresas en las que trabajó sus conocimientos y habilidad en la optimización y sistematización de procesos, la búsqueda de un equilibrio entre su vida laboral y familiar la incentivó a fundar Vivan las Flores, emprendimiento con el que llevó, por varios años, arreglos de flores inmortalizadas a distintos supermercados en Bogotá.

Una idea de negocio que no podía dejar de lado el tema social, siempre presente en la vida de esta ingeniera, pues los productos que se comercializaban eran realizados por personas con discapacidad. Este sería el principio de un largo camino que emprendería Piñeros como líder de diferentes iniciativas sociales.

Luego participó en la creación de un centro de edu-entretenimiento para niñas y niños en un centro comercial de Bogotá, en el que también fue su gerente. Estando allí se vinculó con la red de ludotecas que lideraba la Presidencia de la República, y fue tal vez en este espacio cuando se dio cuenta que le interesaba dedicar más tiempo a ayudar que al propio negocio. Esta idea revivió en esta ingeniera la idea de realizar una especialización, pero esta vez ya no sería en finanzas, como siempre lo había pensado, ahora lo haría en Desarrollo Personal y Familiar, programa que cursó en el Instituto de la Familia de la Universidad de La Sabana en el 2004.

Durante ese tiempo, hizo parte también de un nuevo proyecto relacionado con comedores parroquiales en barrios deprimidos de la capital del país. Sin embargo, fue su participación en la Asociación de Padres de Familia del colegio

donde estudiaban sus hijos, el Gimnasio La Montaña, lo que marcaría lo que es hoy su proyecto de vida.

Hacer parte de esta asociación, como tesorera y presidente, le permitió conocer las grandes preocupaciones de los padres de familia que no encontraban muchos espacios para socializar estas inquietudes.

Con la idea de aprovechar la fuerza de estas familias impulsó, con la rectora del Gimnasio La Montaña, la idea de conformar una red de padres y madres de diferentes colegios dando origen, en 2003, a la Corporación Colombiana de Padres y Madres Red PaPaz, en la que se desempeña como directora ejecutiva desde abril de 2004.

De esta potente Red, que hoy llega a más de 20 departamentos del país, hacen parte 512 colegios. Red PaPaz promueve el desarrollo de habilidades de los padres, madres y cuidadores para que puedan proteger a niños, niñas y adolescentes de los impactos nocivos que puedan generar los medios de comunicación, la exposición al uso inadecuado de las tecnologías de la información y a otras situaciones como la venta y consumo de alcohol, la explotación sexual comercial, la intimidación escolar y la exclusión, entre otros temas.

Desde esta iniciativa, Carolina ha tenido que librar duras batallas para velar por los derechos y la protección de los niños, niñas y adolescentes del país. Una de ellas fue la que dio con algunos medios de comunicación y los grandes empresarios que los promueven, a causa de las críticas que la Red hizo a los contenidos que estos dirigían a los menores de edad en sus emisoras juveniles.

Desde el envío de cartas invitando a estos medios a replantear sus contenidos, hasta enfrentarse a demandas por parte de los dueños de estas cadenas radiales por la intromisión en sus espacios, son algunas de las luchas que ha tenido que lidiar esta ingeniera.



Carolina Piñeros, directora de Red PaPaz.

En ese momento, Red PaPaz logró que se tuvieran en cuenta algunas de sus consideraciones y visibilizó la corresponsabilidad de todos los actores de la sociedad frente a la protección de los niños, niñas y adolescentes, específicamente de los anunciantes.

Y aunque Carolina es muy dulce y cazar peleas no es su *hobby*, a la hora de defender a este grupo poblacional que se ha convertido en su razón de ser, lo deja todo en el ruedo.

En la actualidad, la Red lidera una de las campañas más ambiciosas de concientización sobre la falta de información clara sobre los alimentos que consumen los niños, niñas y adolescentes, lo que impide identificar lo que se conoce como "comida chatarra", es decir, productos elaborados con altos contenidos de azúcar, sodio o grasas saturadas, que puede causar enfermedades graves en el largo plazo.

Hoy, y después de una tutela que ganó la Red PaPaz, el mensaje de bien público 'No comas más mentiras', que brinda herramientas de información para que

padres y cuidadores puedan identificar con mayor precisión la 'comida chatarra', y los riesgos de su consumo, tuvo que ser emitido por los canales privados de televisión del país, que se negaron, inicialmente, a divulgarlo.

De esta manera, y bajo el liderazgo de Carolina, esta Red se ha convertido en una voz muy importante de los padres de familia de Colombia, que ha sabido también involucrarse en los procesos relacionados con políticas públicas. Otro de sus logros importantes ha sido su participación en la creación de la Ley 1620 de 2013, que dio origen al Sistema Nacional de Convivencia Escolar y Formación para el Ejercicio de los Derechos Humanos, Sexuales y Reproductivos y la Prevención y la Mitigación de la Violencia Escolar.

Hoy, el gran reto de esta ingeniera es, sin duda, que Red PaPaz sirva para que en el país se generen más políticas que garanticen la protección de niñas, niños y adolescentes, entendiendo que la corresponsabilidad en el tema es de todos. "Desde el rol en el que nos desempeñemos tenemos dos grandes desafíos, aportar a la sostenibilidad del planeta y contribuir a una sociedad con mejores seres humanos", concluye Piñeros. ✦

JUAN BENAVIDES

UN SABIO CONTEMPORÁNEO

Juan Benavides es uno de los 43 expertos convocados por el Gobierno para la nueva Misión de Sabios de Colombia, que se encargará de sugerir opciones para la promoción de la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. Aunque no le gusta el apelativo de 'sabio', por considerarlo anacrónico, se comporta como uno: es certero, determinado, observador y capaz de dominar la frustración.

Juan Benavides tiene muchas definiciones para sí mismo: es veloz, inquieto, práctico, muy duro y bastante cortante. Tiene, además, muy claro su valor de mercado, es disciplinado y busca siempre una visión de contexto que le ayuda a entender dónde está y qué puede hacer para mejorar una realidad.

Él es miembro de la nueva Misión de Sabios de Colombia. Es uno de los 43 expertos convocados por el Gobierno para aportar en la construcción e implementación de una política pública en educación, ciencia, tecnología e innovación para el país, y está encargado de la coordinación del grupo de energía sostenible, dada su trayectoria en ese sector.

En su perfil como miembro de la misión, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias-, destaca que es, además, arquitecto de soluciones en infraestructura, ciudades, política pública, organización industrial, contratos, estrategia, transformación de negocios, y matemática financiera. Y, él mismo, entre sus destrezas, reconoce la habilidad para comprender la economía política en temas claves para el desarrollo, como el agua o el transporte.

De hecho, uno de sus últimos aportes está relacionado con la estructuración del Plan Maestro de Transporte Intermodal, una propuesta de infraestructura para el comercio exterior, el desarrollo regional y la integración del territorio nacional entre 2015 y 2035. Lo hizo como investigador de la Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (Fedesarrollo), donde también ha llevado a cabo investigaciones y propuestas sobre instituciones regulatorias, transporte de gas natural y asuntos de telecomunicaciones, entre otros.

También fue especialista sénior de infraestructura en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para el que ahora es consultor, y ha sido consultor del Banco Mundial, la Corporación Andina de Fomento (CAF), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), así como para gobiernos latinoamericanos, como El Salvador, que recientemente le encargó la elaboración de su Plan Maestro de Infraestructura.

Estudió en Los Andes Ingeniería Eléctrica durante los años 70, una época en la que esa era una carrera de vanguardia y contaba con profesores recién graduados de doctorado en universidades extranjeras y que vinieron al país a enseñar en pregrado los libros que ellos acababan de estudiar. "Fue una educación muy versátil y de alta calidad", recuerda.

Después se formó en Matemáticas Avanzadas, en la Universidad Nacional, y en Gestión de Sistemas Energéticos, de nuevo en Los Andes, para luego cursar un doctorado en

Economía Minera de la Universidad Estatal de Pennsylvania. "Yo había quedado con un gusto por las matemáticas, pero fue ahí cuando aprendí a leer los contextos", señala ya pausado, después de haber aprendido a dominar la frustración.

"Uno se frustra si tiene las expectativas equivocadas. De joven uno propone cambiar el mundo, pero luego, cuando entiende que puede cambiar solo un trozo de la realidad, ve como lo cambia y ya no se frustra".

Su clave está en pensar estratégicamente, en anticiparse a la forma como las cosas podrían no funcionar y buscar soluciones robustas que soporten los juegos de intereses y otras eventuales dificultades en la implementación de los planes. "Si antes un ingeniero se emocionaba solamente por la tecnología, ahora debe preocuparse además por los aspectos prácticos de la puesta en funcionamiento de su propuesta, aun cuando haya personas o corporaciones que no estén de acuerdo con lo proyectado", explica. Por eso, hace tiempo cambió lo estético por lo práctico. "No está mal soñar, pero hay que hacer que las cosas sucedan".

Y para él, hacer que las cosas sucedan implica, sencillamente, trabajar. "No importa cómo, lo importante es aportar". Por eso está en la Misión Internacional de Sabios, cuya meta es entregar en diciembre una propuesta para hacer que el país avance en ciencia, tecnología e innovación.

Y en esta ocasión, piensa Benavides, lo importante es planear cómo garantizar una financiación sostenible y una apropiación de la investigación por parte del sector privado. En ese caso, "el reto no es decir qué hacer, sino cómo hacerlo", sobre todo porque si algo ha confirmado tras años de experiencia, es esa teoría del economista indio Kaushik Basu que señala que si un resultado no corresponde a un equilibrio económico -es decir, a unas expectativas y a unas capacidades- no hay ley que lo pueda implantar. Palabras más, palabras menos: "usted no saca nada con las normas si las normas son lo único", explica Benavides.

Así que las recomendaciones que prepara con sus compañeros de misión serán válidas -y útiles- siempre y cuando haya presión competitiva en el entorno privado, "de lo contrario no se logra nada", asegura este hombre al que no le gusta asumirse a sí mismo como un sabio. "Es un término anacrónico para este siglo, cuando ya el conocimiento está al alcance de todos. Ese calificativo no me hace ni mejor ni peor que los colegas, ni debe considerarse un honor. Hay mucha gente que sabe más y no está en la Misión", asegura con la certeza y humildad que se les endilga a los sabios. Digamos entonces que él es uno contemporáneo. ✦

En Los Andes

Juan Benavides ha sido profesor de las Facultades de Ingeniería y Administración de la Universidad, Vicedecano de Investigación en Ingeniería y director del Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo (CIDER).

PROYECTOS EN CURSO

Estrategias de mitigación de fenómenos de remoción en masa en territorios volcánicos centradas en capacidades locales.



Miguel Angel Cabrera, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, y miembro del Portafolio en Ecología Histórica y Memoria Social.

Correo: EHMS@uniandes.edu.co, ma.cabrera140@uniandes.edu.co.



Geomateriales y Sistemas de Infraestructura, Palinología y Paleoecología Tropical, Grupo de Investigación en Diseño, Grupo de Arqueología, Antropolítica, Márgenes Convergentes.



Miguel Angel Cabrera y Ricardo Camacho Castilla (Ingeniería Civil), Sonia Archila Montañez y Mónica Lucía Espinosa Arango (Antropología), Catalina Gonzalez Arango (Biología), Natalia Pardo Villaveces (Geociencias), Nancy Palacios Mena (Educación), Leonardo Parra Agudelo (Diseño), y Susana Salazar (Geociencias, Universidad Nacional, sede Bogotá).



2019-2022

Zona de impacto: Vereda Las Mesas y Complejo volcánico Doña Juana, Nariño.



Más información



Grupo de investigación



Equipo de trabajo



Fechas

¿En qué consiste?

Este proyecto propone una búsqueda transdisciplinaria para la formulación de una estrategia de mitigación de fenómenos de remoción en masa en territorios volcánicos, cómo deslizamientos, avalanchas, flujos de detritos, caídas de rocas, entre otros. La estrategia se centra en el empoderamiento de las capacidades locales, como técnicas artesanales, materiales locales, conocimiento del territorio, entre otros, con el objetivo de atender las problemáticas asociadas a la evaluación, preparación, atención y recuperación frente a dichos fenómenos de remoción en masa. Es este contexto, el equipo de investigadores ganó la financiación de la convocatoria 'Crecimiento verde' de Colciencias (2018), para el caso de estudio en el flanco sur-occidental del Complejo Volcánico Doña Juana, en cercanías a la vereda Las Mesas en Nariño. En esta zona el grupo de investigadores acompañará a la comunidad en la búsqueda de alternativas de mitigación para desarrollar resiliencia frente a los fenómenos de remoción en masa, apoyándose en la relación entre las comunidades y su ecosistema.

A futuro:

Al finalizar este proyecto, se proyecta que la metodología del ejercicio y estrategia resultante permita establecer las ventajas de una estrategia elaborada por múltiples disciplinas y con un rol central en las capacidades locales.

Luego de este caso de estudio, será de suma importancia extender los aprendizajes sobre las capacidades locales identificadas en Las Mesas con sus potenciales adaptaciones a las capacidades locales de los demás territorios andinos. En este ejercicio, el estudio de las memorias y presentes sociales y ambientales son fundamentales para una comprensión integral de la relación entre las comunidades y su entorno, y el potencial desarrollo de estrategias de mitigación que este acorde a sus capacidades.

La frase:

"La idea es que la gente no dependa de un ingeniero o alguien externo a su comunidad para prepararse a eventos extremos, sino que identifiquen una situación de peligro y propongan una solución acorde", Miguel Angel Cabrera.

Proyecto: Fase 1 (2018) Análisis del potencial de aprovechamiento porcínaza mediante fermentación anaerobia para la obtención de biogás y Fase 2 (2019) Diseño y evaluación de un sistema de control de emisiones de ácido sulfhídrico para aprovechamiento energético de biogás en granjas porcícola.



Gerardo Gordillo y Rocío Sierra

g.gordillo43@uniandes.edu.co y rsierra@uniandes.edu.co



Conversión de Energía (IMEC) y Diseño de Productos y Procesos (IQUI)



2018 y 2019



Más información



Angela Gordillo: Ing. Química, Ing. Biomédica, MSc. Ing. Química. Coinvestigadora ejecutora de la primera fase y una parte de la segunda fase; Norymar Becerra: Ing. Química y MSc. Ing. Química, y coinvestigadora en la segunda fase y Julián Vaca, estudiante de pregrado Ing. Química.

¿En qué consiste?

La Fase 1 de este proyecto surgió a raíz de una problemática histórica de la agroindustria porcícola colombiana: la producción de grandes cantidades de porcínaza como principal residuo agroindustrial. Este subproducto debe ser tratado, pues si es vertido o se hace incorrecta disposición de este al suelo, puede ser un contaminante ambiental significativo. La digestión anaeróbica aprovecha la porcínaza para generar biogás: un producto de valor agregado cuyo componente principal es el metano. Actualmente, algunas granjas porcícolas colombianas emplean biodigestores para digestión anaerobia de su porcínaza. Dada la importancia

ambiental y económica del uso correcto de esta tecnología, en la primera fase del proyecto se evaluaron los sistemas actuales de biodigestión de 4 granjas porcícolas colombianas, para determinar su eficiencia y posibles oportunidades de mejora.

La fase 2 de este proyecto será explorar estrategias simples y económicas para la construcción y puesta en marcha de un filtro para la remoción de H₂S que pueda aplicarse en granjas porcícolas.

A futuro

La idea es instalar biodigestores demostrativos que sean una solución a la problemática de disposición de la porcínaza a la vez que permiten autogeneración de energía limpia y sostenible.

Proyecto: Estudio piloto para el desarrollo de panela con mayor valor agregado: potencial funcional con actividad antioxidante e inmunomoduladora *in vitro*.



Carolina Muñoz Camargo y Juan Carlos Cruz.

c.munoz2016@uniandes.edu.co, jc.cruz@uniandes.edu.co



GINIB (Grupo de Investigación en nanobiomateriales, Ingeniería celular y bioimpresión)



Convenio con Agrosavia, Doña Panela, Profesor Mario Linares y estudiante de maestría. Adicionalmente participan 2 estudiantes de pregrado y 2 de maestría en Ingeniería Biomédica, 1 postdoc y una estudiante de intercambio del programa RISE del DAAD.



En septiembre de 2018 (Agrosavia) y 2019 (Colciencias).



Más información

¿En qué consiste?

Basados en el conocimiento tradicional acerca del potencial cicatrizante y regenerativo de la panela de las comunidades de la Hoya del río Suarez y con el trabajo conjunto con Agrosavia, el objetivo del proyecto es buscar y caracterizar moléculas con potencial farmacéutico derivadas de la panela para darle un mayor valor agregado a este producto tradicionalmente utilizado como alimento y endulzante. Además del trabajo científico, se espera impactar por lo menos una de las comunidades paneleras a nivel de nuevas prácticas para obtener un producto funcional con potencial de llegar a nichos de mercado más específicos. Finalmente, se entregarán cartillas sobre el valor antes mencionado de la panela y socializar los resultados de manera divulgativa con las

comunidades paneleras, y desarrollar una aplicación móvil que puede ser utilizada por niños de las escuelas y colegios de las comunidades paneleras con el fin de acercarlos a las actividades científicas y de evaluación del potencial de compuestos como los de la panela.

A futuro

Se espera desarrollar una gama de productos que incluyan las propiedades farmacéuticas de este producto tradicional colombiano. Además de identificar moléculas antioxidantes, regenerativas y reguladoras del sistema inmune entre otras. De la misma forma, se busca fomentar la apropiación de conocimiento por parte de los productores de panela y sus familias y generar el interés y conciencia del potencial económico de este producto no solo farmacéutico, sino como alimento funcional tanto en Colombia como en mercados internacionales.

Proyecto: OptiWash

Programa: Ingeniería Ambiental

Integrantes: Laura Carolina Núñez, Martina Duque Madriñán, Stefano Emiliani, Juan Diego Toro y Juan Camilo Vivas.



Sólo el 1% del agua del planeta es apta para el consumo humano y se prevé que a futuro habrá escasez, debido al crecimiento de la población. Una de las actividades donde más se malgasta el líquido vital y se liberan contaminantes es el lavado de autos, ya que se calcula que cada establecimiento dedicado a este oficio deja entre 2.300 y 3.000 litros de agua contaminada al día.

Optiwash previene, mitiga y corrige esta problemática, pues es un modelo de tratamiento de aguas residuales que le permite a los lavaderos reutilizar el líquido y optimizar su uso. “Usualmente se emplea aluminio de plata como coagulante; sin embargo, este es un químico que va a dar al agua. Nuestra idea era emplear componentes naturales”, señala Laura, una de las creadoras del modelo, cuyo componente principal es extracto de moringa oleífera. Al agregarse al agua, este actúa como coagulante, haciendo que la materia presente en el líquido se sedimente y pueda ser retirada más fácilmente. El proceso, que es complementado con una fase de filtrado con carbón activado, elimina las concentraciones de sólidos, los tenso-activos y las grasas presentes en el agua residual.

Proyecto: EasyUrban

Programa: Ingeniería de Sistemas y Computación

Integrantes: Gustavo Adolfo Tabima, Brenda Fonseca Martínez, David Alejandro Castro y Juan Cardona.



La falta de oferta de buses y la gran demanda de pasajeros en determinadas rutas, son algunas de las problemáticas recurrentes del SITP. EasyUrban es una aplicación diseñada para dispositivos móviles Android, cuyo objetivo es convertirse en una herramienta útil para los usuarios del sistema de transporte urbano distrital.

“Nuestra idea es que vean cómo funciona la ruta que utilizan usualmente y puedan armar un plan de viaje, teniendo en cuenta los retrasos en las vías o los buses llenos”, explica David Castro, uno de los desarrolladores.

La *app* le permite al usuario consultar información relevante, como rutas disponibles, horarios, paraderos y ubicación de todos los buses. Además, muestra en tiempo real cuántos pasajeros lleva cada uno, mediante la incorporación de un código en el sistema del tarjetero de cada vehículo. Gracias a este, al ingresar cada pasajero, el sensor no solo descuenta el valor del pasaje de la tarjeta TuLlave, sino que los va contabilizando. Así mismo, el sistema recolecta la información en una base de datos y la transmite a la aplicación.

MI PROYECTO Y YO

Cada semestre los estudiantes de todos los programas de Ingeniería plasman sus conocimientos y su pasión en **proyectos pensados en servir a la sociedad**. Les traemos las propuestas más destacadas, ganadoras de la más reciente edición de **Expoandes**, la muestra de proyectos de la Facultad.



Proyecto: Vital

Programa: Ingeniería Industrial

Integrantes: Camilo Eduardo Bonilla, María Valentina Castillo, Francisco José Feliciano, Carlos Andrés Londoño.

Nuestro país ocupa el cuarto lugar en el mundo en producción de aceite de palma y se calcula que la industria palmera nacional produce unas 300 mil toneladas de residuos al año, generando un fuerte impacto ambiental, pues contaminan las aguas superficiales y subterráneas, deterioran el suelo y generan gases de efecto invernadero.

Vital promueve la eficiente gestión de estos desechos —se guardan en bolsas denominadas *big bags*, las cuales son enterradas o almacenadas—, dándoles una vida útil y reincorporándolos a la industria palmera. Este modelo de negocios propone emplear el contenido de estas maletas en la fabricación de hamacas que, posteriormente, son vendidas a las mismas compañías palmeras, para ser ofrecidas a sus empleados como parte de la dotación. De esta manera, el modelo aprovecha los desechos, disminuye el impacto negativo en el medio ambiente y estimula la industria textil de la región. Además, puede ser replicado en otras, como la azucarera, que también emplean el mismo método para guardar los desperdicios de la caña de azúcar, con los cuales se podrían fabricar bolsas reciclables, entre otros productos.



Proyecto: Smart Blind Stick

Programa: Ingeniería Biomédica

Integrantes: Juan Felipe Ardila, Manuel Fernando Castellanos, Gabriela González Quiñones, Alejandra Osorio Rodríguez y Juanita Puentes Mozo.

Según el Instituto Nacional de Ciegos (INCI), en Colombia hay 595.288 personas con discapacidad visual. Aunque en la actualidad existen en el mercado bastones con sensores para invidentes, deben ser importados y su valor es muy elevado. “Oscila entre 1.500 y 3.000 dólares. Por esta razón, queríamos hacerlo asequible”, destaca Juan Felipe Ardila, uno de los creadores de Smart Blind Stick, cuyo objetivo es mejorar la movilidad y, por ende, la calidad de vida de estas personas, ofreciéndoles un dispositivo eficiente y de bajo costo.

Smart Blind Stick es un bastón inteligente, con sensores ultrasónicos y un sistema autosostenible de energía. Controlado desde una placa de Arduino programada, el sensor detecta cualquier objeto a 40 cm y emite vibración y sonido, con el fin de alertar al usuario sobre la existencia de un obstáculo. Además, en la parte externa tiene un panel solar que recarga la batería, un interruptor de encendido y otro que controla el sonido.

A futuro, el grupo espera crear una versión elaborada con materiales ecoambientales, que incluya utilidades como GPS, control por voz y botón de pánico.

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.

Un campamento de talla internacional

Del 25 de junio al 5 de julio se realizó la 6ta edición del Campamento de Verano, un curso de introducción al desarrollo de software, dictado en colaboración con profesores de la Universidad de Stanford y de Los Andes.

CSBridge es un programa intensivo creado por profesores de la Universidad de Stanford, dedicado al desarrollo de software. Cada año se imparte en diferentes ciudades del mundo y en esta ocasión, el Campamento de Verano del DISC se unió a esta iniciativa y lo dictó, por primera vez, en español.

El objetivo del curso era impulsar a estudiantes de décimo y undécimo grado de secundaria a



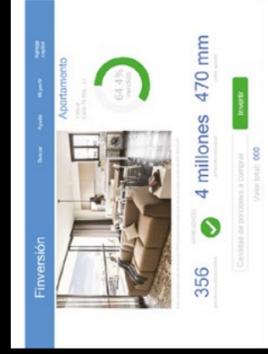
Este año participaron 100 jóvenes, 82 de Bogotá y 18 de otras partes del país.

convertirse en creadores de software, enseñándoles, de manera divertida, que programar es interesante. Este año participaron 100 jóvenes, 82 de Bogotá y 18 de otras partes del país —Barranquilla, Cali, Florencia, Guajira, Ibagué, Pasto, Tumaco y Yopal—, quienes tuvieron la oportunidad de aprender e interactuar, compartiendo conocimientos o simplemente cultivando amistades.

El Campamento dio inicio con un panel de expertos, entre ellos Nick McKeown, director de CSBridge, y Yezid Donoso Meisel, director del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de Los Andes. Durante diez días los participantes asistieron a clases magistrales, sesiones personalizadas, laboratorios y el club de código, siempre acompañados por profesores y líderes de sección de Los Andes y de Stanford. Al terminar, cada uno entregó un proyecto final, el cual aplicaba todo lo aprendido durante estas dos semanas.

Finversión: un modelo de negocios para invertir de manera práctica y eficiente.

Una herramienta para invertir capital de una manera más fácil y obtener ganancias más productivas.



De izquierda a derecha: Juan Diego Barrios, Christian Potdevin y José Gabriel Tamura.

“Siempre me ha gustado ahorrar, pero luego de un tiempo comencé a notar que no habían muchas opciones. Existen los CDT o las acciones; los primeros de muy bajo riesgo y las segundas de muy alto riesgo”, señala Christian Potdevin, uno de los creadores de Finversión, aplicación ganadora del Concurso de Innovación con TI.

Junto con Juan Diego Barrios y José Gabriel Tamura, también estudiantes de pregrado de Ingeniería de Sistemas y Computación, crearon esta app, cuyo objetivo es permitirle a los usuarios invertir fácilmente en proyectos de construcción, mediante crowdfunding.

En Finversión los usuarios hallarán un listado de proyectos inmobiliarios en los que pueden invertir. “Usualmente los usuarios guardan su dinero en un banco y este lo presta a constructoras por un interés establecido; sin embargo, los usuarios no reciben gran parte de estos intereses”, resalta Potdevin. Por esta razón, la aplicación es útil tanto para las constructoras, que desean pagar una tasa de interés menor que la de un crédito bancario, como para los usuarios, quienes obtendrán ganancias más altas que las ofrecidas por los bancos —en los CDTs, por ejemplo—. Y más seguras que de las acciones. Además, podrán invertir sin necesitar grandes sumas de capital.

A futuro, el grupo espera que Finversión reúna proyectos de las ciudades más grandes de Colombia.

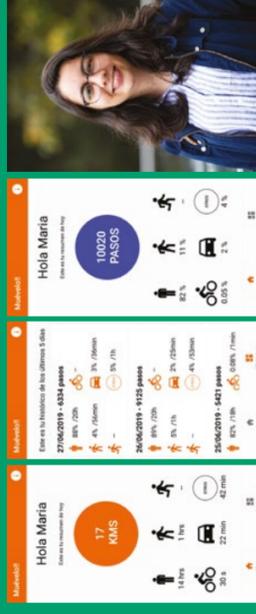
Muévelo, una app para la toma de decisiones

Su objetivo es recolectar de manera pasiva y objetiva información sobre los trayectos de los usuarios de TransMiCable, en Bogotá.

Como parte de una alianza entre los laboratorios The Software Design Lab, de la Facultad de Ingeniería, y SALURBAL, de la Facultad de Medicina, María Isabel Arévalo lidera este proyecto, desarrollado en el marco del estudio ‘Efectos en salud’ y determinantes sociales de la salud urbana de TransMiCable, en Ciudad Bolívar.

Dicha investigación evalúa el impacto de la implementación de este medio de transporte. Para realizarla, antes se contaba con Diarios de viaje, una herramienta donde los participantes escribían cuáles eran sus trayectos y la duración de los mismos. Muévelo retoma la idea, pero se adapta de manera más eficiente al contexto de estas personas, al tomar en cuenta factores como el escaso acceso a internet o la deficiencia en sus equipos.

Esta app recolecta los datos de manera pasiva y objetiva, pues se vale de los sensores del GPS para capturar de manera continua la información, sin que el usuario la manibre, y la sube a una base de datos tan pronto se conecta a internet. Además, registra acciones como reposar, caminar, correr, montar en bicicleta, o usar transporte motorizado, así como el tiempo que se gasta en cada uno de ellas. “Todos son datos cuantificables y sirven para tener una visión de la problemática y ayudar a la toma de decisiones”, concluye la estudiante de Maestría en Ingeniería de Software, quien lidera el proyecto, acompañada por los profesores Olga Sarmiento y Mario Linares, y la asistente de investigación María Alejandra Wilches.



María Isabel Arévalo, estudiante de la Maestría en Ingeniería de Software.

Conoce a tus Decanos



ÁLVARO SALGADO

1957 - 1965

Ingeniero civil de la Universidad Nacional e Ingeniero eléctrico (M.Sc.) de CalTech (Estados Unidos)



"Al contemplar el magnífico desarrollo de la Facultad, solo resta desear que se mantenga el espíritu de innovación y servicio que la ha caracterizado y que se ha conseguido con la dedicación e inteligencia de sus profesores y directivos".



EDUARDO ALDANA

1965 - 1968

Ingeniero civil de Los Andes, M.Sc. de la Universidad de Illinois y Ph.D. del MIT.



"Los Andes debe tener cobertura nacional de verdad: contar con estudiantes de todos los departamentos de Colombia y hacer presencia en muchos lugares a través de la investigación dirigida a resolver sus problemas críticos, en alianzas estables con universidades regionales".



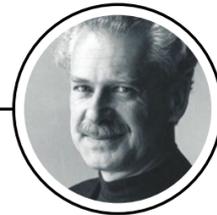
CARLOS AMAYA

1968 - 1977

Ingeniero eléctrico uniandino y de la Universidad de Pittsburgh (Programa 3-2), donde cursó una maestría en ingeniería eléctrica con énfasis en Potencia.



"Los Andes ha evolucionado para concentrarse en la investigación e incluso en los doctorados, lo cual ha implicado un desarrollo muy fuerte del profesorado que hoy se orienta no solo a la docencia, sino a la producción académica. Eso debe mantenerse y fortalecerse a la par con la dinámica académica".



LASZLO SZEKESSEY

1977 - 1979

Ingeniero mecánico de la Universidad Tecnológica de Budapest (Hungría); magister Ingeniería Mecánica la Universidad de British Columbia (Canadá), con estudios especiales en Materiales en Ingeniería en MIT (EE.UU.) y diploma de Alta Gerencia de Los Andes.



"La Facultad debe continuar con calidad y con su Doctorado, pero necesita asegurar que los estudiantes estén muy enfocados no solo en lo teórico, sino en lo práctico. La Universidad ha trabajado muchas veces, sobretodo el doctor Eduardo Aldana, para que haya un programa intermedio que forme técnicos, pues son muy necesarios y faltan entre el ingeniero y el obrero".



GUSTAVO JARAMILLO

1980 - 1981

Ingeniero civil uniandino, cursó una maestría y Ph.D. del MIT en Transporte e Investigación de Operaciones.



"Hoy, cuando una persona cambia de trabajo, en gran medida cambia también de profesión porque las tecnologías, las herramientas y los énfasis se modifican muy rápidamente. Por eso, en todas las carreras las universidades deben formar profesionales que puedan adaptarse a las nuevas exigencias".



RAFAEL MARIÑO

1982

Ingeniero eléctrico uniandino y de la Universidad de Notre Dame (Estados Unidos), hizo estudios de posgrado en Economía e Ingeniería Industrial en Los Andes, y es egresado del Programa de Alta Dirección Empresarial (PADE) del INALDE.



"Tanto en los países que dependen del sector primario como de la manufactura, la ciencia y la tecnología son los elementos de cambio y en ellos se ubica la Ingeniería. La innovación con énfasis en la calidad debe ser constante y—dado que la cultura corporativa demandará más productividad como mecanismo para lograr rentabilidad—las condiciones sociales y el ambiente de trabajo de los ingenieros serán más duros, en parte por la presión de las comunicaciones, la rapidez del cambio y la necesidad de aumento de la competitividad".



ERNESTO GUHL

1982 - 1985

Ingeniero civil uniandino y de la Universidad de Notre Dame (Estados Unidos), fue becario del Consejo Británico en las universidades de Oxford y Bradford (Inglaterra).



"Cada vez es más evidente la necesidad de las aproximaciones complejas e interdisciplinarias a la solución de los diversos problemas y situaciones que afronta la sociedad del conocimiento y la información. En mi opinión, las universidades, además de servir como mecanismo de ascenso individual, deben servirle al país, para lo cual es necesario mantener la excelencia y la innovación en los campos técnico-científicos como eje fundamental de la Facultad".



ANTONIO GARCÍA

1986 - 1989

Ingeniero electrónico de la Universidad Javeriana, fue fundador del CMUA (Centro de Microelectrónica de la Universidad de Los Andes).



"Los Andes decidió ser una universidad de investigación y no debemos olvidar ese objetivo, pero no se puede perder el foco de trabajo en el pregrado, teniendo presente que a ese nivel debemos formar a un ingeniero, más que un investigador".



HERNANDO DURÁN

1990 - 1991

Ingeniero eléctrico de la Universidad de los Andes y la Universidad de Illinois (programa 3-2), donde cursó una maestría en Ingeniería Eléctrica y posteriormente un doctorado en la universidad de Stanford.



"La formación técnica en Matemáticas y Ciencia siempre ha sido muy buena y debe conservarse. Eso ha sido evidente desde cuando íbamos a terminar la carrera en Estados Unidos, pues estábamos por encima del promedio de los americanos. Debe hacerse hincapié en la formación integral mediante actividades en ética profesional, responsabilidad social y desempeño político".



ALBERTO SARRIA

1991 - 1996

Ingeniero civil de la Universidad del Cauca, fue pionero en los estudios de sismo-resistencia del país.



"He sido partidario y fiel seguidor de la idea de una educación profesional basada en los principios fundamentales dentro de una ética intachable. Solo así se obtienen la innovación y la creatividad del ingeniero. La meta institucional debe ser una Universidad con la mejor e indiscutible calidad de enseñanza con énfasis en la investigación, para lo cual es necesario que los profesores desarrollen nichos propios con dedicación de largo plazo en sus actividades académicas".



TIBERIO HERNÁNDEZ

1997 - 2005

Ingeniero y magister de Sistemas y Computación de la Universidad de Los Andes, D.E.A. en Informática Aplicada de la Universidad Pierre y Marie Curie (Paris VI - Francia), y Ph.D. de la Escuela Nacional Superior de Técnicas Avanzadas, Francia.



"Debemos afianzar nuestras fortalezas en el desarrollo del conocimiento en ciencia, ingeniería y tecnología y su aplicación en nuestra realidad. Esto implica enfatizar en la docencia y en la investigación, así como en el quehacer cotidiano de una manera más decidida para buscar impacto en el entorno, es decir, en los temas de innovación y emprendimiento, en ese orden".



ALAIN GAUTHIER

2005 - 2013

Ingeniero eléctrico, nacido en Francia, D.E.A. en Automática y Ph.D. del Instituto Nacional Politécnico de Grenoble. En 1983 se vinculó a Los Andes.



"El gran reto actual de la Facultad es la formación en contexto de los investigadores que necesita el país, para lo cual se debe hacer crecer fuertemente la cantidad de proyectos con el sector externo y trabajar sobre los grandes problemas colombianos".



EDUARDO BEHRENTZ

2013 - 2016

Ingeniero Civil de Uniandes y Ph.D. de la Universidad de California, Los Ángeles (UCLA).



"La Facultad debe ser un motor para la transformación y el avance del país en sus perspectivas política, cultural, económica y social. Esto a través de los actores profesionales de nuestros egresados, así como por medio de las contribuciones del cuerpo docente en proyectos de investigación y consultoría especializada enmarcados en las necesidades de carácter local".



ALFONSO REYES ALVARADO

2016 -

Físico e ingeniero de sistemas uniandino y M.Sc. en Computación de la Universidad de Maryland (EE.UU.). Ph.D. en Cibernética Organizacional de la Universidad de Humberside, Hull (Reino Unido) e hizo un postdoctorado en la Universidad de Lincoln (Inglaterra) en Aprendizaje Organizacional. Fue rector de la Universidad de Ibagué entre 2009 y 2016.

Estos son algunos de los eventos que marcaron pauta en nuestra Facultad durante el **primer semestre de 2019**. Congresos, simposios, foros y conferencias hicieron parte de la programación.

2

Cita continental con la arqueometría

Del 5 al 7 de junio de 2019, se realizó el VI Congreso Latinoamericano de Arqueometría – CLA 2019, un escenario donde académicos de diferentes países divulgaron los últimos avances y aplicaciones de técnicas científicas en el estudio de bienes culturales y sitios arqueológicos e históricos.

Por medio de conferencias, cursos, talleres y actividades culturales, se generó un espacio que fomentó el intercambio académico a partir de experiencias en la investigación arqueométrica, así como la comparación y el contraste de metodologías y desafíos de la disciplina.

El congreso fue liderado por Jairo Escobar, profesor titular del Departamento de Ingeniería Mecánica y director de la Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento (TU) de la Universidad.



El evento contó con especialistas en orfebrería andina, cobres arsenicales, estudios geoquímicos, geoarqueología, entre otras temáticas.

El futuro de las pruebas automáticas de software en Colombia

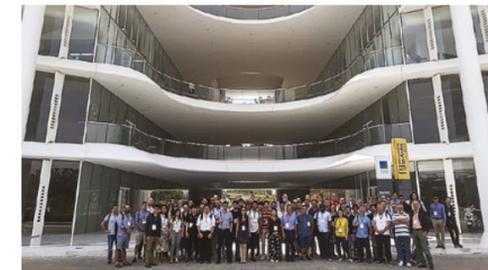
El pasado jueves 16 de mayo se realizó el Foro 'El Futuro de las pruebas automáticas de software en Colombia', organizado por el grupo de investigación *The Software Design Lab*, que lidera Mario Linares, profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Entre los temas abordados se destacan la evolución de las pruebas automáticas de software, el rol de los ingenieros(as) modernos de pruebas, buenas prácticas para construir *frameworks* de automatización y estrategias de pruebas, y el valor de tener equipos donde los desarrolladores y equipos de calidad trabajen de forma conjunta con un único fin: la calidad de aplicación y la experiencia final del usuario final.



En este foro participaron 13 expertos nacionales de las diferentes empresas quienes a través de conferencias y talleres presentaron sus experiencias en el uso de herramientas de automatización de pruebas de software a los más de 400 asistentes al evento.

U



La conferencia contó con la participación de más de 100 investigadores provenientes de 17 países como Colombia, Francia, Brasil, entre otros.

Expertos en el área de metaheurísticas se dieron cita en Cartagena

Del 28 al 31 de julio de 2019, se realizó la *Metaheuristics International Conference - MIC 2019*. Durante cuatro días, la Sede Caribe de la Universidad de los Andes en Cartagena, fue el escenario perfecto para que los asistentes divulgaran y conocieran el progreso en el área de las metaheurísticas: sus técnicas, investigación empírica y teórica, aplicaciones industriales, e interfaz con otros dominios.

Esta edición del MIC contó con la participación de tres conferencistas líderes de la comunidad: Michel Gendreau de la *École Polytechnique Montréal* (Canadá) quien compartió una perspectiva histórica del área en el marco del lanzamiento de una tercera edición del *Handbook of Metaheuristics*; Celso Ribeiro de la *Universidade Federal Fluminense* (Brasil) quien invitó a los asistentes a discutir cómo se relacionan las metaheurísticas con problemas de nuestra sociedad tan relevantes como la polarización en la que vivimos actualmente y Andrea Lodi de la *École Polytechnique Montréal* (Canadá), quien invitó a descubrir retos y oportunidades que surgen en la frontera del aprendizaje computacional (*machine learning*).

El evento fue liderado por Andrés Medaglia, profesor titular del Departamento de Ingeniería Industrial.

9

Conferencia Latinoamericana de Redes Complejas en Sede Caribe

Del 5 al 9 de agosto de 2019, se desarrolló la segunda edición de la Conferencia Latinoamericana de Redes Complejas –LANET- (por sus siglas en inglés) organizada por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. El objetivo de LANET es crear un espacio para unir a los científicos latinoamericanos e hispanohablantes que trabajan en Redes Complejas. Debido al rápido crecimiento de este campo en las últimas dos décadas, en el mundo se llevan a cabo diferentes escuelas, talleres y conferencias sobre teoría y aplicaciones de Ciencia de Redes.

Durante cinco días, la Sede Caribe fue el punto de encuentro de 148 científicos de 16 países de redes complejas. La conferencia inició con una escuela donde seis expertos internacionales dictaron conferencias sobre fundamentos de Ciencia de Redes a 80 estudiantes. El evento contó con siete mini simposios, 50 presentaciones paralelas, seis *ignite talks*, 29 posters y 17 plenarios con investigadores reconocidos en el área.

La conferencia fue liderada por Felipe Montes, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Industrial.



El evento contó con la participación del Grupo de Epidemiología – EpiAndes de la Facultad de Medicina y de la Universidad de Ibagué, quienes fungieron como patrocinadores de la conferencia.

Debate académico sobre la prohibición de los asbestos en Colombia

El pasado 30 de julio se realizó el Simposio 'Historia y retos de la prohibición de los asbestos en Colombia' liderado por Juan Pablo Ramos, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. En el evento se explicó cómo fue el proceso para que se aprobara la Ley "Ana Cecilia Niño" que prohíbe los asbestos en el país y los factores que contribuyeron a que éste fuera un proceso exitoso, a pesar de las poderosas fuerzas económicas y políticas que se opusieron.

En el simposio se dieron cita políticos que presentaron el proceso que llevó a la prohibición de este mineral; activistas de la Fundación Ana Cecilia Niño, Greenpeace Colombia y la Fundación Colombia Libre de Asbesto y, por último, los académicos quienes presentaron la evidencia científica de los efectos nocivos en la salud de las personas que han sido expuestas al asbesto.



Juan Pablo Ramos, profesor asociado de Ingeniería Civil y Ambiental, presentó su investigación 'Sibaté: ¿El primer clúster poblacional de mesotelioma en Colombia?', durante el simposio.

NOTICIAS

Universidad de los Andes
Colombia

coursera

Uniandes y Coursera anuncian creación de la primera

MAESTRÍA EN LÍNEA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE DE LATINOAMÉRICA

El posgrado también será el primero ofrecido en español y ayudará a abordar la demanda crítica de profesionales de TI e ingeniería de *software* en el continente.

La Universidad de los Andes anunció el pasado 2 de septiembre sus planes para lanzar en 2021 una maestría en ingeniería de *software* a través de Coursera, la plataforma de aprendizaje en línea líder en el mundo. Este es el primer título en esta temática completamente en línea de América Latina de una universidad de primer nivel, y el primer título en español en la plataforma Coursera.

Con el auge de la automatización y la tecnología, existe una fuerte demanda de ingeniería de *software* y empleados de TI en América Latina, pero no hay suficientes profesionales calificados para cumplir con esos roles. Actualmente, la región tiene una escasez estimada de casi 450,000 profesionales de TI, con una brecha de más de 25,000 solamente en Colombia. La maestría en línea en Ingeniería de Software de Uniandes ayudará a abordar esta brecha de habilidades al preparar a los estudiantes de habla hispana para liderar equipos de desarrollo de *software* de alto rendimiento.

“Las empresas de hoy necesitan ingenieros de *software* que puedan liderar equipos, coordinar proyectos complejos y traer nuevas ideas a la vanguardia, pero no hay suficientes graduados calificados en América Latina para ayudar

a que la industria avance”, dijo Alfonso Reyes, Decano de la Facultad de Ingeniería de Los Andes. “Nos complace esta alianza con Coursera para ofrecer nuestro primer título en línea para capacitar a más estudiantes a nivel mundial y aportar al avance del campo. El plan de estudios está diseñado para satisfacer las necesidades de la próxima generación de ingenieros de *software* y abordar el déficit de habilidades en Colombia y más allá”.

Las admisiones estarán abiertas para el segundo semestre de 2020 –una vez se obtenga el registro calificado por parte del Ministerio de Educación- y la primera cohorte del programa dará inicio en 2021. A nivel curricular, se centrará en el desarrollo de *software* ágil, DevOps y la gestión de proyectos. Para el módulo final, los estudiantes podrán elegir entre temas como automatización de *software*, aprendizaje automático, análisis y visualización de datos, entre otras de las últimas innovaciones en ingeniería de *software*. Además los fundamentos teóricos, el programa también ofrecerá oportunidades para desarrollar proyectos prácticos y colaborar con líderes de la industria, permitiendo a los estudiantes aplicar sus nuevas habilidades a situaciones del mundo real.

Conocida por su nivel innovación e investigación, Uniandes es una universidad líder en Colombia y se encuentra en el 1 por ciento superior a nivel mundial, según el ranking QS. La Facultad de Ingeniería tiene 152 profesores de planta, el 76% de ellos con título de PhD. Además, sus nueve programas de pregrado tienen la acreditación internacional de la Comisión de Ingeniería de ABET.

“La ingeniería de software y la informática son clave para el desarrollo económico a nivel mundial y en América Latina”, dijo Jeff Maggioncalda, CEO de Coursera. “Nuestro primer título en español con una universidad tan prestigiosa ayudará a los estudiantes de la región a tener éxito en una nueva economía y a prepararse para los trabajos del futuro. Esperamos continuar expandiendo nuestro portafolio de contenido para servir a más estudiantes de habla hispana en la plataforma Coursera”.

Coursera actualmente ofrece más de 400 cursos de español de las mejores universidades y educadores de la industria. Algunos de los contenidos más populares en la plataforma como *AI for Everyone* y *Deep Learning de deeplearning.ai* se han traducido al español. En septiembre, el Certificado de soporte de TI de Google también estará disponible en español. ✦



Más información sobre la maestría en línea en ingeniería de software de Uniandes.

Juan Saldarriaga, invitado al proyecto de la Historia del Análisis de Sistemas de Distribución de Agua de la ASCE

Desde hace un par de años la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés) empezó un proyecto digital para reconstruir la Historia del Análisis de Sistemas de Distribución de Agua (*Water Distribution System Analysis WDSA History Project*), basándose en entrevistas en video a los principales investigadores a nivel mundial sobre ese tema y miembros de la ASCE, con el fin de dejar consignados sus aportes al desarrollo del tema y su impacto académico a nivel mundial. Dicha memoria también busca documentar los aportes que cada uno de los investigadores ha tenido en la implementación del desarrollo de estas tecnologías en sus respectivos países y regiones, que en los últimos 20 años han sido determinantes para el avance tecnológico de la disciplina.

Juan Saldarriaga, profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, fue seleccionado como parte de este grupo de investigadores relatores, siendo el único latinoamericano en ese listado. Se espera que próximamente estos testimonios hagan parte de un libro electrónico que tendrá distribución internacional. ✦



Juan Francisco Correa, nuevo presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros Estructurales – ACIES

Juan Francisco Correa, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, fue elegido Presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros Estructurales - ACIES.

La ACIES es una entidad sin ánimo de lucro que busca fomentar el estudio y mejoramiento de las ciencias y técnicas relativas a la ingeniería estructural, especialmente en relación con la investigación de los problemas nacionales, así como velar porque el ejercicio profesional de estas especialidades se lleve a cabo dentro de las más estrictas normas técnicas, éticas y legales.

Desde la ACIES, el profesor Correa participará en la Comisión Asesora Permanente del Código de Construcción Sismo-Resistente, ente que definirá en los próximos años la actualización de este importante insumo, así como la implementación del primer examen de idoneidad para profesionales que usen el código.

Desde hace cuatro años, se venía desempeñando como presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), cargo que también han ocupado profesores como Alberto Sarria y Luis García, y desde donde la Universidad ha podido demostrar su liderazgo y aportes a la ingeniería estructural en el país. ✦



Catalina Ramírez, nueva vicepresidenta del capítulo Centro/Sur América del IISE

Catalina Ramírez, profesora asociada del Departamento de Ingeniería Industrial, fue elegida como la vicepresidenta regional de Centro y Sur América del Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas (IISE), el más importante del gremio a nivel internacional. Junto a sus pares de las demás regiones, estará encargada de representar a su comunidad académica durante los próximos tres años liderando la aplicación, educación, formación, investigación y desarrollo de la ingeniería industrial, en una amplia gama de áreas profesionales.

Para la profesora Ramírez será importante desde esta posición promover el crecimiento de los capítulos profesionales y estudiantiles del IISE, para promover el aprendizaje regional.

Además, buscará establecer mecanismos de aprendizaje entre diferentes países para potenciar el trabajo del ingeniero(a) industrial y de sistemas, identificando las contribuciones relevantes de la disciplina en cada país y ampliando el cuerpo de conocimiento para América Central y del Sur. ➔



Mario Linares gana el ACM Sigsoft Distinguished Paper Award

Mario Linares, profesor asistente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, acompañado de sus colegas investigadores de la Universidad de Molise (Simone Scalabrino y Rocco Oliveto) y la Università della Svizzera Italiana (Gabriele Bavota y Michele Lanza), fueron premiados el pasado 27 de mayo en Montreal, Canadá, con el 'ACM Sigsoft Distinguished Paper Award', por su artículo publicado en la conferencia 'Mining Software Repositories' (MSR 2019).

En la categoría de "artículo completo de investigación" de la conferencia, se sometieron 126 artículos a evaluación, de los cuales 32 fueron aceptados para presentación, y tres de estos premiados.

Este artículo titulado "Data-Driven Solutions to Detect API Compatibility Issues in Android: An Empirical Study" investiga el uso de diferentes estrategias basadas en análisis de datos (incluyendo una nueva solución propuesta por los autores), para detectar de forma automática problemas/errores de incompatibilidad de aplicaciones móviles al ser usadas en dispositivos con diferentes versiones de la plataforma Android. ➔

Estudiantes de Ingeniería Química, destacados en congreso de Lisboa



El grupo dirigido por Rocío Sierra, profesora asociada y directora del grupo de Diseño de Productos y Procesos, participó con nueve presentaciones visuales en el 27th European Biomass Conference and Exhibition (EUBCE), en la ciudad de Lisboa (Portugal). Este evento, organizado por la Comisión Europea, es líder a nivel mundial en los sectores de biomasa y bioenergía reuniendo en esta edición récord 1600 delegados de 80 países y 43 empresas representativas de la industria.

Daniel Durán, estudiante doctoral y asistente docente, fue uno de los merecedores del EUBCE Student Award, premio entregado en reconocimiento a las investigaciones más sobresalientes y memorables en el área de la biomasa con su trabajo 'Mango Fruit Waste an Amazing biorefinery opportunity'.

Este reconocimiento es uno de los más importantes de la conferencia y de los cinco estudiantes seleccionados Durán fue el único latinoamericano. La representación de la Universidad de los Andes fue la más numerosa de Colombia y recibió tres premios por los trabajos de poster presentados por Daniel Durán, Gabrielle Morantes y Luis Cruz. ➔

Silvia Caro y Laura Manrique, coautoras del mejor artículo en revista científica de pavimentos

Silvia Caro, vicedecana académica y profesora asociada del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, su estudiante doctoral Laura Manrique y la doctora Edith Arámbula, del Texas A&M Transportation Institute (TTI), recibieron el pasado 28 de marzo de 2019 el "2018 Best Paper Award" que la revista internacional indexada *Road Materials and Paviments Design* (RMPD – Taylor and Francis Group) otorgó al mejor artículo científico publicado en 2018.

Su artículo titulado: "Numerical Modelling of Ravelling of Porous Friction Courses (PFC)", derivó de un proyecto de investigación que TTI y Uniandes realizaron para el Departamento de Transporte de la Florida. El trabajo consistió en emplear mecánica computacional para estudiar la durabilidad de las mezclas asfálticas permeables que se emplean en la parte superior de estructuras de pavimento. ➔



Silvia Caro



Laura Manrique

Nombramientos

La Rectoría renovó los nombramientos de:



Luis Alejandro Camacho: como director del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Ingeniero civil y magíster en Ingeniería Civil de la Universidad de los Andes; su tesis de maestría la realizó sobre la implementación de un modelo hidrodinámico y de transporte de contaminantes bi-dimENSIONAL y su aplicación al caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Asimismo, recibió su título de maestría en *Hydrology For Environmental Management* en la Universidad de Londres - Imperial College, y su título de doctorado de la misma institución en el área de hidráulica ambiental, con su investigación "Development of ahierarchical modelling framework for solute transport underunsteady flow conditions in riviers".



Juan Pablo Casas: como director del Departamento de Ingeniería Mecánica. Ingeniero mecánico y magíster en Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes. En 2009 finalizó su doctorado en *Loughborough University* (Reino Unido). Sus investigaciones se orientan a los estudios de la integridad estructural y la mecánica de sólidos cometidos a impacto, penetración y explosión. Actualmente es par evaluador de Colciencias en la categoría investigador senior.



Yezid Donoso: como director del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación. Ingeniero de sistemas de la Universidad del Norte, magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes, con un D. E. A. y un doctorado sobre tecnologías de la información de la Universidad de Girona (España), del cual recibió tesis *Cum Laude* por unanimidad. Se ha desempeñado como docente en la Universidad del Norte entre 1998 y 2007. En Uniandes fue nombrado profesor asistente en 2008 y profesor asociado en 2010. Fue como coordinador de la Especialización en Seguridad de la Información entre 2009 y 2016, coordinador de la Maestría de Seguridad de la Información entre 2013 y 2017 y subdirector académico del Departamento entre 2016 y 2017. Entre sus líneas de investigación se encuentran: optimización de redes, convergencia de servicio en redes, calidad del servicio en redes, seguridad de la información, entre otras.

Nuevo profesor visitante de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



Guillermo Jiménez-Estévez es el nuevo profesor visitante del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Ingeniero Electricista de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (1998), magíster en Ciencias (2003) y Ph.D. en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile (Chile) (2010). Su interés en investigación se enfoca en planificación y operación de sistemas de energía, energía renovable, generación distribuida, micro-redes, sustentabilidad y análisis regulatorio. Ha liderado diferentes proyectos en relación a generación distribuida y micro-redes, tanto en Chile como en otros países de Latinoamérica (México y Colombia). Fue director del Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Crece el equipo de la Decanatura



Milena Espinosa es la nueva coordinadora de la Oficina de Soporte a Proyectos (OSP). 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 asistir a los directores de los proyectos y sus equipos en la planeación, ejecución y cierre de los proyectos y canalizará las solicitudes y requerimientos para su trámite ante el Centro de Servicios Compartidos (CSC).



Yomara Rincón Moreno es la nueva coordinadora de Planeación de la Decanatura de Ingeniería. Ingeniera de sistemas de la Universidad San Martín, magíster en Gestión de Organizaciones de la Universidad Central. Durante 21 años, fue la gestora administrativa y financiera del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación. 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).

Nueva Coordinación de Educación Continuada

A partir de julio de 2019, la Decanatura de Ingeniería cuenta con una coordinación de Educación Continuada desde donde se espera implementar una nueva estrategia que permita ampliar la oferta de educación continuada de la Facultad (cursos abiertos, cursos corporativos a la medida, entrenamientos certificados, certificaciones, cursos de la Escuela Internacional de Verano, Seminarios de Excelencia y Seminarios Virtuales de Excelencia) y posicionarla ante el sector externo.

El equipo



Paola Estrella: Será la encargada de liderar esta nueva unidad desde la Decanatura. Literata y magíster en Literatura de la Universidad de los Andes. Ha trabajado en varias dependencias de la Universidad: en el Departamento de Literatura fue profesora de la clase "Pensar, leer y escribir en español", se desempeñó como Coordinadora Editorial de la Revista de Ingeniería y fue hasta hace poco la Coordinadora de Relaciones Externas y Educación Continuada de la Facultad de Medicina.



Laura Reyes: Será la diseñadora de la coordinación de Educación Continuada de la Decanatura de Ingeniería. Diseñadora Gráfica de la Universidad Nacional de Colombia. Con experiencia en diseño de marca, editorial, *packaging* y estrategias de mercadeo y publicidad de productos de consumo masivo e institucional.



Paula González: Será asistente logística de la coordinación de Educación Continuada de la Decanatura de Ingeniería. Se encuentra terminando sus estudios en Administración de Empresas Comerciales.



"Existe un número muy importante (más de 100 productos o variaciones de ellos) en el mercado colombiano que han tenido un precedente de trabajo entre la academia y la industria. Las industrias más favorecidas con esa cooperación han sido las de lácteos, arroz, café y cacao, que han tenido unos desarrollos interesantes".

Johann Osma, profesor asociado de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en El Tiempo.



"Los usuarios que usan Transmilenio se les debe ver como clientes y no como pasajeros, para que así tengan sentido de pertenencia con el sistema. Sin embargo, lo que se debe es hacer cumplir la norma. Los colados ingresan y no pasa nada. La literatura muestra que poner multas a un usuario de transporte es de lo menos efectivo que existe. Lo que se debe buscar es que sea un castigo real y el colado se vea afectado en sus antecedentes judiciales o se les inhabilite para tener cargos públicos, entre otros".

Álvaro Rodríguez, profesor asistente de Ingeniería Civil y Ambiental en El Tiempo.



"Lo que estamos descubriendo en Sibaté es algo que podría haber ocurrido en cualquier municipio de Colombia, debido al escaso, por no decir nulo, control que ha habido sobre el asbesto en el país. Como sociedad debemos ser solidarios con Sibaté, porque ante esta situación sus habitantes necesitan el apoyo del país. Sería absurdo e inhumano que a la difícil situación que están viviendo ahora se sume una estigmatización, aislamiento y abandono de las personas de Sibaté por parte de los demás colombianos".

Juan Pablo Ramos-Bonilla, profesor asociado de Ingeniería Civil y Ambiental en El Espectador.

LA FACULTAD EN MEDIOS



La ciencia detrás de los alimentos, las posibles soluciones al problema de los colados en Transmilenio, la investigación de las afectaciones de los asbestos en la población de Sibaté (Cundinamarca), los retos de la ampliación de los corredores viales para ingresar a Bogotá y los múltiples usos del *machine learning* 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.**



"Con relación al problema de accesibilidad a Bogotá, la mayor deuda de los gobernantes es la creación de una autoridad metropolitana que regule todo esto. Hay mucha gente que vive en Chia, Soacha, Madrid, Mosquera o Funza, pero trabaja en Bogotá, y esa integración es indispensable para coordinar las relaciones de infraestructura de transporte".

Luis Ángel Guzmán, profesor asistente de Ingeniería Civil y Ambiental y director del Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional (SUR), en El Espectador.



"Todo lo que respecta al aprendizaje automático o que está pensado en inteligencia artificial, está tomando mucha fuerza. El *machine learning* ofrece muchas herramientas para poder analizar este tipo de cosas y tomar decisiones que son inteligentes. Lo puede tomar cualquier persona que esté interesada en analizar diferentes tipos de situaciones que involucren datos, la idea es poder crear modelos de resultado eficientes. Sirve para muchas áreas: la financiera, la ingeniería, el marketing, la astronomía, la ciencia y más".

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

EXPERTICIA UNIANDINA

AL ALCANCE DE TODOS

Uno de los propósitos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes es alcanzar un público regional e internacional a través de la virtualización de los cursos de Educación Continuada. Como respuesta a esta necesidad, se crearon los **Seminarios Virtuales de Excelencia**, cursos cortos dictados por un profesor(a) experto en un tema técnico en tiempo real, por transmisión web y dirigidos a profesionales latinoamericanos.

Cada seminario tiene hasta 500 personas conectadas al tiempo, las cuales pueden interactuar con el profesor(a) del curso haciendo preguntas en un chat en vivo y diligenciando encuestas. Los participantes no necesitan descargar la aplicación, pueden conectarse desde cualquier dispositivo que esté conectado a Internet y no hay necesidad de micrófono o cámara para asistir a clase.

Los cursos serán dictados por profesores de la Facultad, quienes abordan temas específicos de su área de investigación. El formato del seminario incluye una exposición de 60-70 minutos e interacción con los usuarios en una sesión de preguntas y respuestas de 20-30 minutos más. Los profesores(as) comparten la pantalla de su computador y también su imagen a través de webcam para que los asistentes vean tanto la presentación, como al profesor.

Para Alfonso Reyes, Decano de la Facultad de Ingeniería, "los Seminarios Virtuales de Excelencia surgen como parte de una estrategia de la Facultad por divulgar, a un grupo cada vez mayor de personas, el conocimiento y las experiencias de profesores(as) y egresados en temas de relevancia de la ingeniería o de sus aplicaciones. Plataformas como Zoom facilitan enormemente este tipo de divulgación. En un futuro cercano esperamos que la gran mayoría de profesores(as) de la Facultad ofrezca con alguna regularidad este tipo de seminarios", menciona. ✦



Consulta próximamente la oferta de cursos en nuestra página web



NUESTRO ESTUDIANTE DESTACADO 2019-1

SUMMA CUM LAUDE



Promedio: 4,78

Carlos Alberto Villegas Rangel
Ingeniería Civil

Tesis: Análisis probabilístico de edificaciones de muros de concreto industrializados con bajo confinamiento.

¿Por qué estudiaste Ingeniería? Desde muy pequeño me di cuenta de que tenía mucha afinidad con las áreas de matemáticas y física, pues sentía que tenía facilidades para desarrollar los problemas que allí se plantean y las aprendía realmente con entusiasmo. Terminando el colegio, concluí que quería un trabajo en el cuál pudiera vincularme directamente con la sociedad: impactar de una forma clara poniendo al servicio de los demás estos talentos. En ese momento pensé que la ingeniería era una propuesta atractiva para estas posturas, y ahora que he podido ejercer me encuentro convencido de ello.

Proyectos futuros: Terminados mis estudios en Uniandes, retorné a la ciudad donde crecí (Medellín) para trabajar durante un semestre, y en el mes de septiembre empezaré mis estudios de posgrado en la Universidad de Stanford (California). Allí realizaré una maestría en Ingeniería Estructural que dura aproximadamente 18 meses. Más allá de eso no sé qué pueda pasar, pues se pueden abrir opciones de trabajo, continuar estudios de doctorado, etc. Lo que sí tengo claro es que más pronto que tarde espero volver a Colombia para compartir y crecer en el conocimiento adquirido durante esos años.

Clase que más te impactó: Dentro de la carrera, me gustó mucho una electiva llamada Dinámica Estructural, ya que me asombró ver la gran aplicación que tienen principios de física y matemática en el diseño de las estructuras del día a día. Gracias a esta materia confirmé mi vocación por el área de estructuras. Por otra parte, tuve la oportunidad de tomar un CBU que me cambió la forma de pensar en muchos y variados aspectos como la naturaleza, la historia, la concepción del asombro humano, el método científico, entre otros. Aparte, la dinámica de la clase era muy entretenida y a mí solo me provocaba ir, pensar y aprender en temas no tan técnicos, pero realmente valiosos. Se llama Historia de la Ciencia, súper recomendada.

Profesor que más te impactó: Por la alegría y pasión con la cual enseñaba sus clases, Camilo Quintero (con quien tomé Historia de la Ciencia)

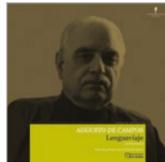
me cambió muchas ideas como las mencionadas anteriormente y el concepto de profesor que tenía. De hecho, el siguiente semestre volví a tomar una de sus materias (Historia de Estados Unidos). En mi facultad, siempre me impresionó el talento, orden y conocimiento que tiene Juan Carlos Reyes, sus materias fueron las que más me retaron y enseñaron, y, además, fue una gran motivación y ayuda en mi proceso para definir mi ida a Stanford.

La mayor enseñanza en Uniandes: Que para lograr grandes cosas es necesario el trabajo en equipo y aceptar que uno puede equivocarse. En un principio pensaba que con estudiar solo para exámenes o tareas se pasaba la carrera. Sin embargo, al empezar una opción en matemáticas, realizar mi trabajo de tesis, tomar clases de otras carreras, entre otras situaciones durante mi paso por Uniandes, noté que el verdadero conocimiento se construye a través de la interacción con los compañeros y profesores, y que se debe estar siempre abierto a la posibilidad de equivocarse, desaprender conceptos que se creían ciertos o modificar las posiciones que se tienen.

Consejos para un "primiparo": Mi principal consejo es que aproveche que se encuentra en un lugar con gente demasiado talentosa en muchísimas áreas para que experimente con todo lo que lo apasione o le llame la atención de las variadísimas ofertas que presenta la universidad en temas deportivos, musicales, académicos, de servicio social, etc. Allí, le aseguro que encontrará gente muy diversa, hábil y abierta que lo van a motivar y a retar para ser cada día mejor. Le recomiendo no invertir todo su tiempo estudiando aisladamente o en actividades de ocio, porque, en mi experiencia y la de mis compañeros, los grupos de investigación, deportivos o los círculos de participación hacen que el paso por la universidad sea mucho más agradable y enriquecedor.

¡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>



Lenguavaje

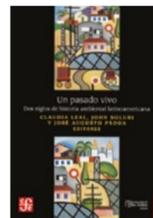
Antología

Autor: Augusto de Campos

Augusto de Campos pertenece al linaje de poetas que experimentan con el lenguaje desde una perspectiva constructiva. Tanto para él como para sus primeros compañeros de ruta, el arte y la poesía no son el

reino de la confesión espontánea ni del habla de un inconsciente desatado, sino un trabajo deliberado y preciso con la lengua, que busca experimentar a partir de reglas innovadoras. Esta antología presenta una amplia selección de su obra poética, textual, gráfica, producida entre 1951 y el 2015, además de una serie de ensayos.

1.ª edición: abril del 2019.



Un pasado vivo

Dos siglos de historia ambiental latinoamericana

Editores: Claudia Leal, John Soluri y José Augusto Pádua.

En la actualidad hemos reconocido el peso de la acción humana en la transformación reciente del planeta —lo que hemos llamado cambio climático y el Antropoceno—, por lo tanto, resulta fundamental tener una visión de la historia que reconozca que el pasado humano está entremezclado con el devenir del mundo natural.

La publicación recoge los avances hechos en ese sentido para entender los acelerados cambios producidos en los últimos dos siglos en América Latina y el Caribe. Cada capítulo presenta una visión general, desde un ángulo ambiental, de la historia de algunos países, regiones y biomas, como México, el Caribe, las selvas y las ciudades, o sobre temas transversales a toda la región, como la minería, la ganadería, la conservación de la naturaleza y la ciencia.

1.ª edición en español: julio del 2019.

Coedición con el Fondo de Cultura Económica



Economía y seguridad en el posconflicto

Compilador: Hernando Zuleta.

La implementación de los acuerdos de La Habana puede reducir sustancialmente los problemas de seguridad e impulsar el desarrollo económico. No obstante, este proceso enfrenta una serie de retos: impedir que grupos armados al margen de la ley ocupen los espacios que dejaron las FARC, enfrentar y neutralizar la oposición armada a la sustitución de cultivos, enfrentar el reacomodo de estructuras criminales en las zonas urbanas y

capitalizar la reducción de la violencia para acelerar el crecimiento económico y la reducción de la pobreza.

A partir de estas consideraciones, la publicación aborda los problemas del posconflicto desde cuatro perspectivas: económica, militar, seguridad ciudadana y lavado de activos. Expertos en estas áreas ofrecen a lo largo de las páginas de este libro diagnósticos y análisis rigurosos que son fundamentales para el diseño y la implementación de políticas que amplíen los beneficios de los acuerdos de paz.

1.ª edición: enero del 2019.

AGENDA

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

8 AL 10 DE OCTUBRE

7ma. Conferencia Latinoamericana de Python Científico – SCYPY LATAM 2019. Bogotá.



10 DE OCTUBRE

Foro ISIS en Realidad Mixta. Bogotá.

15 AL 18 DE OCTUBRE

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

13 AL 15 DE NOVIEMBRE

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



18 AL 20 DE NOVIEMBRE

Semana de la Innovación 2019-2. Bogotá.

14 DE NOVIEMBRE

La Fiesta del Bobo.

NOVIEMBRE 2019

Foro ISIS en Industria 4.0. Bogotá.

DICIEMBRE 2019

Encuentro de Experiencias de Investigación en Ingeniería – EEI 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 006159 del 13 de junio de 2019 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

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

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