

CONTACTO



Universidad de
los Andes
Colombia

Facultad de
Ingeniería

AGUA E INVESTIGACIÓN

¿Cómo aporta la ingeniería a la preservación
y uso sustentable del recurso más preciado del planeta?

Por una Suramérica potable ↔ ¿Qué sigue después de Hidroituango? ↔ Nanoterapia para tratar el párkinson ↔

16



10TH INTERNATIONAL PERSPECTIVE ON WATER RESOURCES AND THE ENVIRONMENT IPWE | 2018

CARTAGENA, COLOMBIA · DEL 4 AL 7 DE DICIEMBRE

Por primera vez en Colombia, la serie de conferencias especializadas sobre **Recursos Hídricos y Ambientales de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.**

Más información en:
<http://ipweconference.org>

/IPWE2018 @IPWE2018

Vigilado Mineducación

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

Directores por Departamento

Biomédica
Juan Manuel Cordovez Álvarez

Civil y Ambiental
Luis Alejandro Camacho Botero

Eléctrica y Electrónica
Andrés Felipe Gómez Uribe

Industrial
Camilo Enrique Olaya Nieto

Mecánica
Juan Pablo Casas Rodríguez

Química
Andrés González Barrios

Sistemas y Computación
Yezid Donoso Meisel

Coordinadora de Comunicaciones
Mónica Meléndez Álvarez

Gestor de Comunicaciones
Diego Andrés Páez Barros

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

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

Fotografía
David Amado Pintor - goTeam.media

Archivo Oficina de Posicionamiento- Uniandes

Fototeca Universidad de los Andes

Foto de portada
Shutterstock

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

ISSN: 2145-7077

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

04 Sabías que...
Los orígenes de la estatua de San Alberto Magno 'El Bobo'

05 Editorial
Colombia: una potencia hídrica mundial con necesidades de investigación y desarrollo

06 ESPECIAL AGUA E INVESTIGACIÓN

08 Por una Suramérica potable

12 El riesgo de una mala calidad

13 El agua no siempre es vida

14 Drenaje verde

15 Por un alcantarillado inteligente

16 Bio-nanocompuestos para un agua más pura

18 De desecho a recurso

20 Biosurfactantes: alternativa sostenible para una industria centenaria

21 ¿Qué sigue después de Hidroituango?

24 Infografía
Oro líquido

25 Columnista invitado
Retos en la distribución y saneamiento del agua en Colombia. Por: Jorge Carrillo Cardoso

26 Análisis
Nanoterapia para tratar el párkinson

30 Proyectos
Así se crea un robot sensible

34 Entrevista
"Necesitamos currículos más innovadores y centrados en el estudiante": Carola Hernández

36 Aniversario
70 años de Ingeniería

38 Fotolab
Laboratorio de Análisis Químico Ambiental

40 Mujer ingeniera
Sandra Medina, una eco-empresadora

42 Egresado destacado
Juan Claudio Niño

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

46 Mi proyecto y yo
Ganadores Expoandes 2018-I

48 Zona apps

50 Club de los Tesos

52 Eventos

54 Procesos internos
Seminarios de Excelencia

55 Noticias y reconocimientos
La incubadora de Oxford

59 La Facultad en medios

60 Summa Cum Laude 2018-I

62 ¡A leer se dijo!

63 Agenda

NOS ESCRIBEN

Síguenos en redes sociales o
escribenos un correo electrónico

@inguniandes /Ingenieriauniandes

prensa.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

Bernardo Caicedo gana por segunda vez la *Geotechnical Research Medal*



COLOMBIA: UNA POTENCIA HÍDRICA MUNDIAL CON NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO



Colombia es un país rico en términos de sus recursos hídricos. En el listado de los países que cuentan con la mayor cantidad de agua, dentro de los 10 primeros se encuentran tres países latinoamericanos: Brasil (primer puesto), Colombia (tercero) y Perú (octavo).¹ Colombia cuenta con un rendimiento hídrico que equivale a 6 veces el promedio mundial y a 3 veces el latinoamericano; las mediciones actuales de este rendimiento son 56 litros por segundo por cada kilómetro cuadrado (l/s-km²) mientras que el promedio mundial es de 10 l/s-km² y el latinoamericano es de 21 l/s-km². Adicionalmente nuestras reservas de aguas subterráneas triplican esta oferta.²⁻³

Los esfuerzos de investigación en esta área deben resolver el problema de abastecimiento de agua potable y la recolección y tratamiento de aguas residuales en regiones rurales, dispersas y nucleadas, haciendo uso de tecnologías de punta incluyendo la nanotecnología, las energías no convencionales, la biotecnología y los nuevos materiales.

Finalmente, la riqueza hídrica colombiana se manifiesta en su producción de energía. Para el año 2015 el 70% de la generación de energía en Colombia se hacía a partir del agua, en centrales hidroeléctricas. El 29% de la producción, se generaba quemando gas natural en termoeléctricas y el 1% a partir de otras fuentes.⁷ Requerimos conocimiento en temas como sedimentación de embalses, tránsito de crecientes a través de vertederos y su efecto sobre las tierras bajas inundables, y procesos de calidad de agua en embalses.

Según datos de la UN-FAO, Colombia es el país del mundo donde más llueve, con precipitaciones anuales promedio de 3.240 milímetros de lluvia. Estas producen un caudal medio de escorrentía de 63.789 m³/s.⁴⁻⁵ Sin embargo, esta riqueza hídrica no está uniformemente distribuida en el territorio nacional. La cuenca Magdalena-Cauca produce 5.799 m³/s (9,1% del total), concentra el 62% de la población y produce el 80% del PIB nacional, mientras que la cuenca Amazonas produce 23.626 m³/s (37%) y en ella vive únicamente el 2,4% de los colombianos.⁶

Lo anterior implica grandes retos para la academia en términos de investigación. Ser uno de los países del mundo más ricos hídricamente significa que problemas de inundaciones por desbordamiento de ríos de llanura, avalanchas en ríos de montaña, inestabilidad de taludes en carreteras, inundaciones urbanas causadas por lluvias intensas, entre otros, son más frecuentes y complicados que en otros países. De ahí la necesidad de que nuestras facultades de ingeniería concentren sus esfuerzos investigativos en entender la hidrología tropical, adaptar nuestra infraestructura urbana y rural ante eventos de lluvia más intensos debido al cambio climático, desarrollar conocimiento en hidráulica de ríos de alta pendiente, aprender sobre procesos de erosión en cuencas y sedimentación y transporte de sedimentos en ríos.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes ha respondido a esos retos. Hoy en día cuenta con grupos de investigación que se dedican al tema del agua, reconocidos internacionalmente por sus aportes a la solución de los problemas mencionados. Algunos de ellos son el Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA), el Centro para la Optimización y la Probabilidad Aplicada (COPA), el grupo de Investigación en Automatización para la Producción (GIAP), el centro de Microelectrónica de la Universidad de los Andes (CMUA) y el Grupo de Diseño de Productos y Procesos (GDPP). Estos y otros grupos de investigación de nuestra universidad están haciendo esfuerzos para preservar los recursos hídricos de nuestro país, uno de los motores del desarrollo de Colombia.

Por otro lado, a pesar de los esfuerzos hechos por el gobierno para cumplir las Metas del Milenio a partir del año 2000 y ahora las Objetivos de Desarrollo Sostenible, Colombia presenta atrasos en la cobertura de agua potable y saneamiento básico. Las coberturas urbanas de acueducto y alcantarillado corresponden al 97,16% y 91,18%, mientras que las coberturas rurales corresponden al 73,34% y 69,93%, respectivamente. Si bien dichas coberturas han aumentado, no hemos resuelto ese problema en las áreas rurales, lo cual es particularmente grave en las regiones Caribe y Pacífico.

Juan Saldarriaga. Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

SABÍAS QUE ...

Los orígenes de la estatua de San Alberto Magno 'El Bobo'

Por Oficina de Posicionamiento.

¿Cómo llegó la estatua de San Alberto Magno a la Universidad de los Andes? En 1964, el gobierno alemán, por gestión de la Universidad de Mainz, donó la escultura del sabio del siglo XIII, quien es conocido por ser el patrono de los estudiantes de ciencias naturales, químicas y exactas.

La estatua es obra del artista alemán Gerhard Marcks (1889-1981) y es una de las cuatro réplicas que se encuentran en las universidades de Colonia y Jena, en Alemania, y Houston, en EE.UU.

Con el tiempo, estudiantes y profesores de Uniandes, han convertido la estatua de San Alberto Magno en uno de los elementos más representativos de la Universidad y la bautizaron como 'El Bobo'.

Durante la rectoría de Rudolf Hommes (1995-1997) se instauró una fiesta anual en noviembre para rendirle homenaje. Hoy, después de 70 años, la estatua sigue siendo uno de los principales puntos de referencia y elementos de identidad de la Universidad.



Foto: Fototeca de la Universidad de los Andes.

1. <http://nacionesunidas.org.co/blog/2015/03/19/brasil-colombia-y-peru-entre-los-que-mas-agua-tienen-en-el-mundo/>
 2. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
 3. http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/96oXgZAhHrhJ/content/estudio-nacional-del-agua-informacion-para-la-toma-de-decisiones
 4. https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.PRCPPM?end=2008&name_desc=false&start=2008&view=bar&year=2014
 5. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
 6. http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/96oXgZAhHrhJ/content/estudio-nacional-del-agua-informacion-para-la-toma-de-decisiones
 7. <https://www.dinero.com/economia/articulo/analisis-produccion-energetica-del-pais-su-competitividad/211733>

AGUA E INVESTIGACIÓN

¿Cómo aporta la ingeniería a la preservación y uso sustentable del recurso máspreciado del planeta?

Hay países que tienen una relación tan estrecha con el agua que es inevitable imaginarlos, como en una postal, rodeados de esta. Es el caso de Holanda, que hoy en día cuenta con el sistema de diques y de organización de recursos hídricos más sofisticados a nivel mundial.

Sin embargo, para llegar a este punto, los holandeses tuvieron que enfrentarse hace más 800 años a las consecuencias de ciudades planeadas en contra del agua, y no en función de ella. Fue entonces cuando decidieron apostarle a la innovación y a la prevención y encontraron medidas seguras y atractivas que no solo cambiaron la calidad de vida de sus habitantes, sino que los posicionaron como una potencia en términos de infraestructura y de investigación alrededor de este recurso.

Lo paradójico es que Holanda no es el país más rico en agua del mundo y ni siquiera figura en el listado de los 10 países con mayores reservas de este tipo. Colombia, al contrario, es un país rico en términos de recursos hídricos. Según el *Global Water Partnership*, el primer lugar lo ocupa Brasil, el tercero, Colombia, y el octavo, Perú.

Los países latinoamericanos se convirtieron así en la mina de recursos hídricos renovables, sin los cuales más de mil millones de personas estarán en riesgo hidrográfico dentro de 30 años, según datos del Banco Mundial. Sin embargo, gran parte del agua potable es desperdiciada en estos países debido al uso ineficiente y a las malas instalaciones, agravando así la futura crisis.

Atacar esta problemática, como fue evidente en Holanda, no será una tarea exclusiva de los gobernantes. Es indispensable tejer redes colaborativas con la población, el sector privado y, sobretodo, la academia, para analizar de cerca los retos y plantear alternativas sostenibles que no solo le permitan a los ciudadanos tener acceso a redes potables y seguras, sino que exploten el conocimiento de una hidrografía privilegiada como la nuestra.

A continuación, ocho proyectos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, liderados por profesores y estudiantes de distintas disciplinas, demuestran las posibilidades de innovación a través del agua que podrían cambiar este árido panorama y situarnos como la potencia mundial que estamos llamados a ser. ↗

POR UNA SURAMÉRICA

POTABLE

Desde 1997, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y La Cultura (UNESCO), realiza el Foro Mundial del Agua. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, por medio del Centro de Investigación en Acueductos y Alcantarillados, tuvo una importante participación en la más reciente edición, llevada a cabo el pasado mes de marzo en Brasilia.

De acuerdo con la UNESCO, hoy la demanda mundial de agua es de 4.600 km³ al año y se prevé que para 2050 aumente entre un 20% y un 30% (de 5.500 a 6.000 km³). Esta cifra representa un gran desafío para la humanidad, en especial, si se tiene en cuenta la creciente escasez y deterioro de la calidad del líquido vital, así como las transformaciones de los ecosistemas y los fenómenos extremos causados por el cambio climático.

El Foro Mundial del Agua, organizado por la UNESCO a través del Consejo Mundial del Agua (WWC, por sus siglas en inglés), es un acontecimiento de escala global que busca generar conciencia alrededor de asuntos como estos —o cualquier otro tema crítico relacionado con el recurso hídrico— y proponer acciones de corto, mediano y largo plazo, para que los gobiernos encaminen sus políticas en ese sentido. Como resultado de la invitación del Banco Interamericano de Desarrollo, el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA) de la Facultad de Ingeniería, jugó un papel crucial en su más reciente edición, el 8vo Foro Mundial del Agua.

Por delegación de la UNESCO, el BID fue encargado de la redacción del documento de metas alrededor del agua para la Región de las

Américas, cuyo objetivo era plasmar aquellos asuntos en los que esta zona debería prestar especial atención y enfocar sus planes de acción y desarrollo.

Con miras a cumplir esta misión, el organismo contactó a varias universidades. Para analizar el caso de Suramérica eligió a Los Andes, entregándole la importante misión de crear el informe correspondiente a esta subregión. “La razón es, quizá, porque se conocía de nuestra experiencia en el tema de aguas y saneamiento básico, debido al trabajo que la Universidad había realizado por medio del CIACUA y otros centros de investigación”, afirma Juan Guillermo Saldarriaga, director de este grupo y profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Continúa en la pág. 10.

CIACUA: dos décadas de servicio

La historia de este centro se remonta a la década de los sesenta, cuando se denominaba Centro de Estudios Técnicos e Investigaciones Hidráulicas (CETIH). Fue hasta el año 1996, cuando se especializó en el tema de agua potable y saneamiento básico, y se convirtió en el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados.

A lo largo de estos 22 años de vida, ha adelantado más de 50 investigaciones e innumerables proyectos de pregrado y maestría, en torno a la concepción, diseño, construcción, expansión y operación sostenible de los sistemas de distribución de agua potable y de recolección, y de la evacuación de aguas residuales y aguas pluviales.

Entre ellos, se destaca el Plan Maestro de Recursos Hídricos de Santa Marta, una guía para que la ciudad pueda resolver de forma sustentable y sostenible su abastecimiento de agua, durante los próximos 50 años.

Además de la empresa de Servicios Públicos de Santa Marta, el CIACUA ha trabajado con la Triple A de Barranquilla, Aguas de Cartagena, EPM, el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, Aguas de Manizales, Aguas y Aguas de Pereira, Acuavalle, Emcalí y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado Bogotá.



“El documento que realizamos traza recomendaciones a los entes de financiamiento multilaterales, sobre qué deben hacer los países en cuanto a los recursos hídricos”,

Juan Saldarriaga.

Otro de los objetivos del centro es la divulgación del conocimiento que genera, tarea que cumple a través del programa Manejo Sostenible de Recursos Hídricos e Hidroinformática, de la Maestría en Ingeniería Ambiental, y de la Especialización en Ingeniería de Sistemas Hídricos Urbanos.

Así mismo, junto con la Universidad Católica de Chile y el Instituto Tecnológico de Monterrey, conforma una asociación para trabajar en temas del agua urbana y la adaptación al cambio climático; y forma parte de la Asociación Académica y de Investigación Colombo-Holandesa, una plataforma creada para desarrollar proyectos académicos e investigativos alrededor del tema del agua. Esta alianza la componen la Universidad de Los Andes, la Universidad de Antioquia, la Universidad del Valle, la Universidad del Norte, la Universidad Tecnológica de Delft, Deltares, la Universidad de Wageningen y el IHE Instituto Delft para la Educación del Agua.

El equipo de la Universidad de los Andes estuvo conformado por 12 investigadores del CIACUA, los profesores Manuel Rodríguez Susa, del Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), y Leonardo García, del Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE), de la Facultad de Economía. Su primera tarea fue —en conjunto con las demás instituciones académicas participantes— ayudar al BID a establecer los temas, tópicos y asuntos particulares relevantes, sobre los cuales debería indagarse a las diferentes naciones.

Posteriormente, a los 12 países suramericanos se les solicitó un documento que reflejara el estado del recurso hídrico en sus territorios, teniendo en cuenta esos parámetros. Estos informes fueron presentados y discutidos en una reunión organizada por la Universidad de los Andes, en noviembre de 2017, en Nassau (Bahamas). “Se trataba de hacer un taller con el fin de percibir realmente qué era lo más importante para cada uno, tratando de no pensar en gobierno sino en Estado, es decir, a más largo plazo”, explica Saldarriaga, quien también preside el Comité de Análisis de Sistemas de Distribución de Agua, del Instituto del Agua y del Medio Ambiente, de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (EWRI y ASCE respectivamente, por sus siglas en inglés).

Pensando en el futuro

Aún cuando países como Chile y Uruguay han avanzado bastante, Suramérica está lejos de llegar al cubrimiento de agua potable universal deseado y, en muchos casos, las cifras pueden resultar exageradas, pues no se tiene en cuenta la calidad del líquido. Estas son algunas de las conclusiones que la Universidad de los Andes presentó en el Foro y que forman parte del documento definitivo de esta región.

“Nuestra responsabilidad fue bastante grande, porque finalmente lo que hicimos fue aconsejar sobre cuáles deberían ser las acciones que los organismos multilaterales debían pedir a los países que incluyeran en sus planes de desarrollo”, anota Saldarriaga.

El proyecto desarrollado por Los Andes inició en mayo de 2017 y concluyó un año después durante el 8vo Foro Mundial del Agua. Sin embargo, el proceso aún continúa, pues el BID unirá los informes de cada subregión para crear uno sobre la región de las Américas. A su vez, este alimentará el documento final que elaborará la ONU y servirá para consolidar la Agenda del Agua 2030, una hoja de ruta que identifica y caracteriza los grandes cambios que se requieren para lograr la sustentabilidad de este recurso, a nivel mundial. ↗

Puntos críticos

Estas son algunas de las recomendaciones hechas por la Universidad de los Andes, plasmadas en el documento final de Suramérica, en cada uno de los seis temas principales.



Personas

Prestar especial atención al abastecimiento de agua y saneamiento básico para las zonas rurales dispersas, un problema común en toda Latinoamérica.



Clima

Fortalecer, aumentar y mejorar el monitoreo hidrológico y meteorológico, la gestión de datos y la accesibilidad a la información, con el objetivo de mejorar la resiliencia de las comunidades ante los fenómenos hidrológicos extremos que afectan a un número creciente de habitantes.



Ecosistemas

Considerar los servicios ecosistémicos que presta una cuenca, por ejemplo, la riqueza en términos de biodiversidad, producción de agua u oxígeno, de retención de gases efecto invernadero. “En la medida que se cuantifiquen y moneticen, será más sencillo resolver problemas de contradicción en los usos que se le puede dar a una cuenca”, anota Saldarriaga.



Urbano

Realizar acciones encaminadas a enfrentar las crecientes inundaciones urbanas causadas por el cambio climático, pues este influye en la cantidad de eventos de precipitación, generando una mayor cantidad de agua pluvial.



Finanzas

Considerar el financiamiento del sector hídrico mediante el uso de mecanismos como las Asociaciones Público-Privadas, conformadas por el Estado, entidades privadas y organizaciones de la sociedad civil. Con las APP se replantea el papel tradicional del Estado en la elaboración, financiación e implementación de convenios, políticas y programas.



Desarrollo

Poner en marcha acciones que reduzcan el impacto social y ambiental, utilizando las áreas de mayor potencial productivo y protegiendo las más vulnerables y, en particular, las fuentes hídricas.



“Hay alrededor de 60 millones de latinoamericanos que no tienen acceso a sistemas de alcantarillado hoy en día”, enfatiza Saldarriaga.



Durante el foro académico ‘130 años de rigor técnico y protección ambiental’, de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá se realizaron tres paneles técnicos: Cambio climático y sistemas de alcantarillado pluvial; Protección de cuencas y pago de servicios ecosistémicos y Urbanismo y ciudades resilientes.

Actividades de impacto

1

En el marco de las celebraciones por su aniversario número 130, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá realizó un foro académico el pasado 12 de julio. El evento, coordinado por la Universidad de los Andes, contó con la participación de expertos nacionales e internacionales, quienes reflexionaron sobre cuál es el camino que debería seguir la compañía y cómo transformarse para convertirse en una empresa prestadora del servicio de agua potable, líder en temas ambientales a nivel nacional y latinoamericano.

2

El próximo semestre el CIACUA celebrará los 25 años de la Cátedra PAVCO, que nació como una alianza entre el centro de investigación y la empresa Pavco-Mexichem, con el fin de adelantar investigaciones relacionadas con infraestructura de tuberías. Su importancia radica en que es el resultado de muchos proyectos desarrollados en tesis de pregrado y maestría, cuyos temas son escogidos por los profesores y sometidos a la aprobación de esta compañía.

3

Invitados por el Instituto del Agua y del Medio Ambiente (EWRI, por sus siglas en inglés), la Universidad de los Andes, la Universidad Javeriana y la Escuela Colombiana de Ingeniería fueron convocadas a organizar el Congreso Internacional *Perspective on the Water Resources and Environment (IPWE 2018)*, cuya misión es reflexionar acerca de las perspectivas futuras del medio ambiente y los recursos hídricos, y ayudar a que estos temas se debatan en todo el mundo. El IPWE contará con alrededor de 250 participantes y se llevará a cabo en diciembre en la Sede Caribe de Uniandes, en Cartagena.

CONTACTO

Juan Saldarriaga.

Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental
jsaldarr@uniandes.edu.co



EL RIESGO DE UNA MALA CALIDAD

Alrededor del 95% de los municipios nacionales tienen sistemas de tratamiento de agua potable; sin embargo, esta cifra se reduce drásticamente al medir la potabilidad del líquido. Determinar su verdadera calidad para generar un debate acerca de la importancia de una política más rigurosa, es el objetivo de las investigaciones lideradas por Manuel Rodríguez Susa.

“Lo más importante es hacer visible lo invisible”, sentencia Manuel Rodríguez Susa, refiriéndose a la baja calidad del agua en entornos rurales y al desconocimiento, por parte de los habitantes, de los efectos dañinos que su consumo produce en su salud.

El profesor asociado del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental lidera un proyecto que mide la calidad del agua consumida en hogares de estas zonas, donde muchas veces no tiene las condiciones adecuadas o simplemente no hay acueducto.

Para lograrlo, se han analizado muestras del líquido provenientes de más de 200 hogares en las veredas Chigualá y San Pablo, del municipio de Villa Pinzón, y en dos municipios del departamento del Cesar (Astrea y Pueblo Bello) con el fin de determinar si contenían microorganismos patógenos (*Escherichia coli*, coliformes totales, aerobios mesófilos, *Salmonella sp* o *Pseudomonas aeruginosa*, entre otros) y establecer un índice de riesgo, inexistente para zonas rurales hoy en día.

“Buscamos presentar los resultados a través de cifras que, a futuro, sirvan para generar normas y definir acciones que promuevan una óptima y equitativa calidad del agua”, apunta Rodríguez Susa.

Al mismo tiempo, lidera otra investigación en entornos urbanos, cuyo objetivo es determinar la concentración en agua potable de subproductos de desinfección. “En el mundo se conocen entre 600 y 700 sustancias, que empezaron a reglamentarse, pues aún en dosis bajas tienen efectos muy negativos en la salud. Por ejemplo, el cáncer de vejiga está muy relacionado con algunas de ellas. No obstante, a nivel nacional solo están regulados los trihalometanos”.

Durante cuatro años se han recolectado y analizado muestras de agua provenientes de diferentes puntos de Bogotá. Con estos datos, más la información emitida por las empresas de acueducto de las 32 capitales departamentales, se está creando una biblioteca georreferenciada que registra las sustancias halladas, para crear un mapa de riesgos. “Es bueno generar esta información y difundirla para que la gente enfrente cada vez riesgos menores, y promover el debate sobre si es necesaria una norma más rigurosa que las controle”, concluye. ✦

Infografía sobre la investigación en Villa Pinzón



Resultados



Hervir el agua mejora su calidad para el consumo. ↑

Lavar los utensilios y los sistemas de almacenamiento con agua cruda, empeora su calidad. ↓

CONTACTO

Manuel Rodríguez Susa.
Ph.D. del Institut National Des Sciences Appliquées De Toulouse.
manuelr@uniandes.edu.co



EL AGUA NO SIEMPRE ES VIDA

Por Aida Carolina Lancheros

En Colombia sabemos que tenemos mucha agua, pero no en qué condiciones de calidad está. Luis Alejandro Camacho, director del Departamento de Ingeniería Civil, lleva años evidenciando su deterioro. Para revertir la situación se requiere del Estado, inversión, y de los ciudadanos, conciencia.

De sus 330 kilómetros, el río Bogotá tiene 130 kilómetros sin oxígeno disuelto. Es un río muerto que recorre la capital y al que los bogotanos terminamos de rematar.

La ciudad, de ocho millones de habitantes, le entrega a sus fuentes hídricas cerca de 675 toneladas de materia orgánica y 510 toneladas de sedimentos y material particulado cada día.

La materia orgánica y orina que sale de su casa y de la mía cuando descargamos el agua del sanitario y el polvo que barren del andén mi vecina y la suya y que luego descartan en la alcantarilla como si ahí se desvaneciera, ¡no desaparece! Llega a los ríos y consume el oxígeno disuelto. Y sin oxígeno, un ser vivo deja de serlo.

La falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas en el país es “un problema grave, porque la solución no figura en los planes de desarrollo nacionales ni departamentales y los municipios pequeños no tienen los recursos. En los últimos 20 años no le ha pasado nada bueno al río Bogotá”, señala Luis Alejandro Camacho, director del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de Los Andes, quien critica además que aunque el último Plan de Desarrollo de la nación sostiene que el

30% de las aguas residuales domésticas reciben tratamiento, sus constantes estudios y seguimiento a las condiciones de los ríos demuestran que esa cifra es efectivamente menor y que apenas llega al 10%.

Pero los desechos domésticos son apenas una parte de lo que están recibiendo nuestros ríos. En todo el país también reciben vertimientos industriales ilegales y toda la contaminación difusa, que llega a través de la escorrentía de zonas mineras y agrícolas arrastrando sustancias tóxicas.

Para el profesor, el problema es principalmente de cultura y de ausencia de conciencia tanto de las autoridades gubernamentales, por olvidarse del asunto, como de los ciudadanos, por falta de apropiación de lo público. Porque si el agua no siempre es vida, al menos sí, siempre debería ser de todos.

La ventaja al pensar así está en que puede vislumbrarse una solución. Con inversión y conciencia nuestros ríos podrían repetir la historia del Sena y del Tamesis, que lograron recuperarse después de las agresiones que sufrieron durante la Revolución Industrial. Se puede. ✦

CONTACTO

Luis Alejandro Camacho.
Ph.D. University of London
la.camacho@uniandes.edu.co



DRENAJE VERDE

Cómo diseñar las estructuras de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible y cómo operarán, cuáles serán los costos de su construcción y las recomendaciones para su mantenimiento. Estas son algunas de las preguntas técnicas que intentó responder el Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental.

1

¿Qué son los SUDS?

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible ayudan a manejar los flujos de agua en superficie, disminuyendo el impacto de eventos hidrológicos en las ciudades, como las inundaciones y el deterioro y contaminación de los cuerpos de agua. Trabajan mediante sistemas naturales que contribuyen a re-naturalizar el espacio urbanizado y aportan otros beneficios de tipo social,

por ejemplo, crear espacios de recreación, paisajismo y el acceso equitativo a infraestructura verde.

Los Andes trabajó en un proyecto en convenio con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) y la Secretaría Distrital de Ambiente para investigar sobre las tipologías SUDS, las zonas idóneas y las guías técnicas para implementarlas.

2

Planeación

2.1

Se establecieron las subcuencas de mayor prioridad de intervención con tipologías SUDS en Bogotá.

2.2

Se determinaron las seis tipologías más adecuadas y las áreas donde implementarlas.

2.3

Se determinaron los trenes o combinaciones de estructuras que se podrían implementar, con el objeto de abarcar áreas más grandes y maximizar sus procesos naturales.

*Adicionalmente se eligió una séptima, pues resultaba ideal para conectar algunas de las tipologías.

3

Diseño

Se revisaron propuestas metodológicas de diseño implementadas en países como Estados Unidos, Australia, Inglaterra, Alemania, Francia y Brasil.



Alcorques inundables Lyon, Francia.



Tanques de almacenamiento Valencia, España.



Zonas de bio-retención Washington, Estados Unidos.



Cunetas verdes Parque Metropolitano San Cristóbal.



Cuencas secas de drenaje extendido Parque Metropolitano San Cristóbal.



Zanjas de infiltración Madrid, España.



Pavimentos porosos* Santander, España.

4

Productos

4.1

Piloto

El objetivo de esta fase era crear un piloto que pudiera ser reproducible y enseñara a diseñar e implementar las estructuras SUDS en otros espacios públicos. Este se hizo en el Parque Metropolitano San Cristóbal e incluye una cuneta verde, una cuenca seca de drenaje extendido, otras estructuras menores y un sistema de monitoreo.

4.2

Se elaboraron guías técnicas detalladas para el diseño de cada tipología SUDS. Para su elaboración se tomaron como referencia las guías de Riverside, Virginia, Denver y Delaware, en Estados Unidos, y de Australia.

4.3

Se elaboraron cartillas técnicas sobre las tipologías SUDS, que ilustran los diferentes aspectos a considerar en su implementación.

4.4

Se elaboró un proyecto de norma técnica de diseño de SUDS, adoptado por la EAAB como norma oficial para la ciudad de Bogotá.

4.1.1

Se hizo el diseño de detalle, en asocio con una compañía consultora. Incluyó desde los planos, hasta la cuantificación real de materiales, costos, personal y tiempos de ejecución.

4.1.2

Durante la etapa de construcción, Los Andes hizo el acompañamiento a la empresa constructora, contratada por la EAAB.

CONTACTO



Juan Pablo Rodríguez.
Ph.D. Imperial College of London
pabl-rod@uniandes.edu.co



Mario Díazgranados.
M.Sc. MIT, Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.
mdiazgra@uniandes.edu.co

POR UN ALCANTARILLADO INTELIGENTE

Ingenieros eléctricos y electrónicos uniandinos desarrollaron un sistema de control en tiempo real dinámico que permitiría a las grandes ciudades del mundo sortear las inundaciones causadas por intensas lluvias.

En promedio, Bogotá recibe más de 900 milímetros anuales de aguas lluvia. Lo malo es que, como consecuencia del cambio y variabilidad climática, llueve cada vez más duro unas cuantas veces al año. Estos aguaceros esporádicos suelen convertir a la capital en una postal inundada, dejando en evidencia su deficiente infraestructura de alcantarillado y afectando económica y socialmente a sectores como la vivienda, el transporte y el comercio en general.

Sin embargo, ingenieros eléctricos y electrónicos de Los Andes plantearon una alternativa que permitiría monitorear en tiempo real sistemas de drenaje urbanos en contextos dinámicos, controlando el flujo del agua a través de actuadores, válvulas y sensores inteligentes. “Desde 2013 hemos trabajado en conjunto con el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA) en un proyecto de largo aliento dirigido por el profesor Juan Saldarriaga. Iniciamos mapeando las redes de alcantarillado del barrio Chicó e identificamos puntos clave donde podrían implementarse estas estrategias de re-direccionamiento del agua, evitando así el desbordamiento de los tanques y aprovechando la infraestructura actual”, explica Nicanor Quijano, profesor titular y director del Grupo de Investigación en automatización para la producción (GIAP).

Aunque en Bogotá aún no existe esta tecnología automática y las labores suelen depender de operarios, la solución ha sido trabajada en colaboración con el profesor Carlos Ocampo Martínez de la Universidad Politécnica de Cataluña y el estudiante doctoral Julián Barreiro, y se piensan implementar dichas estrategias en un prototipo funcional único en el mundo que permitirá a las grandes ciudades testear sus modelos de sistemas de control en tiempo real, antes de realizar cualquier intervención física o inversión significativa.

Caso exitoso a nivel regional

Hacia 2009, la tesis de maestría de Eduardo Ramírez propuso un sistema de control en tiempo real en Palmira, Valle, y en Florencia, Caquetá, en donde el robo de agua hacía fluctuar la presión del agua en zonas residenciales e industriales. Tomando como referencia la quimiotaxis de la bacteria E. Coli, el GIAP desarrolló controladores inteligentes que normalizaron el servicio, considerando valores proporcionales, integrales y derivativos (distintos a los estáticos) y dinamizando los parámetros de flujo ante estas intervenciones ilegales.



Prototipo funcional uniandino de un sistema de control en tiempo real para alcantarillados.

La metodología implementada

El control es la toma óptima de una decisión. Este puede aplicarse vastamente y en áreas tan diversas como la generación de energía eléctrica o el sistema de alcantarillado de una ciudad. Todas tienen en común el modelamiento de perturbaciones —aquellos hechos aislados e impredecibles— que pueden resolverse través de ecuaciones diferenciales, y en la investigación particular del profesor Quijano, mediante una asignación basada en la teoría de juegos evolutiva y las dinámicas poblacionales.

“El mapa de Bogotá es enorme y el caso de Chicó es solo un pequeño ejemplo. El éxito está en dividir la zona, ‘particionarla’, para poder saber cómo actúa y cómo asignamos óptimamente esos recursos, y que estos a la vez se comuniquen entre sí”, comenta el profesor Quijano.

Se espera que el proyecto continúe con la aplicación a escala o el primer piloto de este tipo en Bogotá, poniendo en práctica la teoría, que ha recibido especial atención académica internacional: la tesis doctoral de Julián Barreiro obtuvo la *European Ph.D. Award on Control for Complex and Heterogeneous Systems*, que se otorga anualmente a las mejores tesis doctorales desarrolladas en Europa en el campo de control de sistemas complejos y heterogéneos.

Por su parte, el profesor Quijano asegura que este proyecto le ha permitido trabajar de la mano junto a otras disciplinas y comprobar que, alrededor de temáticas como el agua, convergen las competencias para abordar los problemas en su gran dimensión.

CONTACTO



Nicanor Quijano Silva.
Ph.D. Ohio State University
nquijano@uniandes.edu.co

BIO-NANOCOMPUESTOS

PARA UN AGUA MÁS PURA

Las 7 claves de bio-nanotecnología para medir y remover contaminantes

Con reservas de aguas subterráneas distribuidas en el 74%¹ del territorio nacional, Colombia es considerada una potencia hídrica en el planeta. No obstante, con el paso de los años y el desarrollo industrial del país, tanto el aprovechamiento como la disponibilidad y calidad del recurso se han convertido en un asunto crítico.

Las dinámicas contradictorias bajo las que 'fluye' el agua en Colombia motivaron a Johann F. Osma, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de Uniandes, a diseñar bio-nanocompuestos para el tratamiento de aguas residuales pesadas y aguas contaminadas resultantes de la industria textil y farmacéutica, entre otras.

Para Osma, quien ya completa más de una década dedicado al desarrollo de esta tecnología, "es paradójico que Colombia sea uno de los países que más agua potable posee en el mundo, pero que haya tan poco desarrollo tecnológico alrededor de ella". Lo paradójico, según ejemplifica el profesor, es que siendo este un país donde—incluso—se produce una gran cantidad de energía a partir del agua, no existan suficientes fuentes de abastecimiento en casos de sequía, ni procesos más eficientes para regular y controlar el recurso cuando hay temporada de lluvias.

Pero más allá del desarrollo tecnológico para el agua, esta debe ser de buena calidad y apta para el reuso y el consumo. Por eso, lejos de dedicarse solamente a diagnosticar o medir su calidad, la prioridad de Osma ha sido darle nuevas funciones a todo tipo de superficies a escala nanométrica para medir y remover distintos tipos de contaminantes.

¿Por qué descontaminar agua con restos de fármacos?

Al no requerir prescripción médica, el consumo de compuestos farmacéuticos activos (PhAC) como el diclofenaco o el acetaminofén se ha intensificado en las últimas décadas y, como resultado, sus volúmenes de producción han crecido considerablemente. Infortunadamente, estos activos no son eliminados por

completo en plantas de tratamiento de aguas residuales y, en la actualidad, se han detectado más de 80 PhAC en aguas residuales, superficiales, subterráneas e, incluso en agua de grifo. Los PhAC ponen en riesgo la salud humana y ecológica y son tóxicos para muchas especies acuáticas. Su consumo a través del agua puede derivar en feminización de organismos masculinos, inhibición del crecimiento y enfermedades cancerígenas.

Estos bio-nanocompuestos miden y remueven compuestos tóxicos en el agua:

- Hg** Metales pesados presentes en el agua (ej. cadmio, mercurio, plomo y arsénico)
- Disruptores endocrinos (ej. Bisfenol A)
- Residuos de la industria textil (ej. tintes y pigmentos)
- Residuos de la industria farmacéutica (acetaminofén y diclofenaco)
- Contaminantes en aguas residuales pesadas (ej. fenoles)

Residuos de producción textil

El adecuado tratamiento de las aguas residuales de la industria textil ha sido un reto casi milenario. Cuando se procesan textiles, entre el 2 y el 50% de los tintes empleados (muchos de ellos tóxicos y carcinogénicos) no se fijan en las fibras y son descargados directamente al agua, ocasionando su deterioro estético, poniendo en peligro la vida de ecosistemas acuáticos y la salud de pobladores de zonas rurales.

¿Cómo funciona?

La funcionalización de superficies para generar bio-nanocompuestos es posible mediante dos procesos:

- 1 Inmovilizar
- 2 Encapsular

elementos a una superficie o estructura para que cumplan una función específica

¿Qué utiliza como superficie?

Óxidos de:

- Al** Aluminio
- Ti** Titanio
- Fe** Hierro
- Si** Silicio

¿Cuánto mide cada elemento de un bio-nanocompuesto?

Las partículas: entre 10 nanómetros y 5 milímetros

Las moléculas 'linkers' y 'crosslinkers': hasta 5 nanómetros

Las biomoléculas: hasta 15 nanómetros

Las cápsulas protectoras: entre 1 y 3 nanómetros

¿Cuáles son los principales desafíos?

- 1 Determinar el impacto del material en el ciclo de vida de plantas y peces.
- 2 Establecer las consecuencias reales en caso de que el bio-nanocompuesto no sea recuperado del cuerpo de agua.

¿Cuál es la innovación?

Como parte de sus investigaciones, Johann F. Osma ha desarrollado bio-nanocompuestos magnéticos y no magnéticos que pueden moverse en el agua o adherirse a superficies planas.

"Lo verdaderamente novedoso es que los producimos a partir de superficies que poseen elementos inmovilizados con funciones específicas, que después encapsulamos. Al tenerlos en una cápsula podemos proteger lo que está en su interior mediante filtros especiales que permiten que solo lo que deseamos entre en contacto con el agua y que, al salir, el residuo no pueda volver a entrar a la capsula".

¿Cómo se le asignan funciones?

- 1 A través de moléculas 'linker' (enlazadora) como los silanos.
- 2 Usando Glutaraldehído, un 'crosslinker' (reticulador) para unir las moléculas 'linkers' con las biomoléculas de interés.
- 3 Con biomoléculas como la enzima denominada Lacasa, capaz de transformar y oxidar tintes, pigmentos, residuos farmacéuticos y fenoles, entre otros.
- 4 Con polímeros de cargas opuestas para generar cápsulas protectoras de las biomoléculas que se ensamblan como si fueran imanes nanométricos.

¿Cómo interactúan?

Los bio-nanocompuestos encapsulados interactúan con los agentes contaminantes hasta que se produce un residuo menos tóxico; esto sucede cuando la molécula contaminante se rompe y pierde su toxicidad. "En este proceso, el bio-nanocompuesto no solo remueve los residuos, sino que se puede convertir en un sensor capaz de medir la reacción que sucede y obtener datos relevantes sobre el contaminante".

CONTACTO

Johann F. Osma,
Ph.D. Universidad Rovira i Virgili
jf.osma43@uniandes.edu.co



1. Estudio Nacional del Agua 2014. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2015).

Tratar el agua extraída durante la producción petrolera para su utilización en tareas de riego en sectores como la agricultura **es una alternativa cada vez más factible para la academia.**

DE A DESECHO A RECURSO

En el mundo se presenta, actualmente, una creciente escasez de recursos hídricos adecuados para satisfacer las necesidades de una población cada vez más numerosa. Adicionalmente, un estudio realizado a partir de datos capturados por satélites de la NASA y publicado por la revista *Water Resources Research* demuestra el agotamiento que registran los acuíferos subterráneos más importantes del planeta. Para afrontar este problema, han surgido iniciativas que proponen reutilizar el agua que por años ha sido considerada como un desecho.

Se trata del agua que se obtiene en superficie durante la extracción de petróleo. Con frecuencia, esta operación está asociada a la producción de grandes volúmenes de agua. En Colombia, por ejemplo, existen yacimientos en los que se producen casi diez barriles de agua por cada barril del hidrocarburo.

En la actualidad, la mayor parte del agua producida (AP), como se le llama a este recurso, es reinyectada en los pozos donde se produce. Esta reinyección hace parte de las técnicas de recobro mejorado de petróleo, entre las que se encuentra el fracturamiento hidráulico. También puede ser utilizada como líquido de reposición para fluidos de perforación.

El agua no reinyectada puede ser almacenada en piscinas y tanques construidos para este fin, y posteriormente ser utilizada, por ejemplo, en tareas de supresión de polvo en las vías de acceso a los campos de petróleo.

La reutilización del AP dentro de la misma producción petrolera ha sido, históricamente, la mejor alternativa empleada por la industria para su correcta

disposición. Esto se debe, entre otros factores, a los elevados costos económicos y ambientales que implican someterla a tratamientos que mejoren su calidad para otros usos.

Aunque la reinyección del AP continúa siendo la alternativa más viable en la industria del petróleo, han comenzado a surgir métodos de tratamiento como una alternativa para hacer posible el uso de este recurso en sectores como el de la agricultura.

En este caso, el agua producida se utiliza para el riego de cultivos en áreas que registran alto estrés hídrico.

Según el profesor Kelvin Gregory, del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Carnegie Mellon y quien visitó Uniandes en el marco de la Escuela Internacional de Verano, este tipo de usos viene incrementándose en el suroeste estadounidense, caracterizado por ser una región bastante árida.

Para el profesor Gregory, otro eventual uso es la creación de hábitats. "Es posible, por ejemplo, usar la salmuera para crear marismas. Eso está más lejano en el horizonte, pero hay gente trabajando en ello y existen varias aplicaciones a pequeña escala en los Estados

Unidos. Sé que en el Medio Oriente se están considerando alternativas como la creación de oasis artificiales a partir del AP pre-tratada o no tratada. El éxito a largo plazo de estas ideas dependerá de su demanda, de la viabilidad de la infraestructura necesaria, y de la ubicación", agregó.

El caso colombiano

Como en el resto del mundo, en Colombia los principales operadores petroleros reutilizan el agua producida en planes de recobro mejorado de petróleo y en otras actividades como la supresión de polvo. Sin embargo, la Resolución 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible definió la reglamentación que busca garantizar la calidad del AP que se dispone en el subsuelo o en cuerpos de agua y la que se usa para la aspersión sobre el suelo. Esta reglamentación abrió un gran espectro de oportunidades para transformar ese residuo en un recurso.

La reglamentación permite el uso del AP tratada para el riego de cultivos de pastos y forrajes para consumo animal, para cultivos usados en la obtención de biocombustibles (biodiesel y alcohol carburante), cultivos forestales de madera, fibras y otros no comestibles, entre otros.

Trabajar a partir de estas nuevas posibilidades es el tema principal del proyecto "Gerencia del agua de producción asociada a la extracción de crudo y gas identificando un tercer uso", desarrollado por los estudiantes de la Maestría de Ingeniería de Petróleos de la Universidad de los Andes, Zulma Patricia Carrascal, Olga Cecilia Chacón y Lug Hildebrando Contreras.

El proyecto presenta un modelo de acciones que los operadores interesados en dar un tercer uso al agua de producción pueden gestionar, de acuerdo a las características de su entorno. La formulación del modelo fue el resultado del siguiente proceso:



Estudio del estado del arte en cuanto a los procesos de separación y tratamiento que se utilizan para mejorar las condiciones del AP que garanticen las características fisicoquímicas exigidas.



Propuesta de un monitoreo del agua de producción **apoyada en el uso de una base de datos de los diferentes campos de Colombia**, con el objetivo de lograr establecer un sistema de georreferenciación que permita, además de conocer el tipo de crudo y pozos, identificar en tiempo real la calidad y cantidad del recurso que poseen.



Recomendación sobre las diversas posibilidades de proyectos que se pueden desarrollar, según la legislación vigente, principalmente en el área agroforestal. Estas posibilidades son favorables al medio ambiente, debido a la disminución de vertimientos. Así mismo, mejora las condiciones de las comunidades cercanas a los campos de producción de petróleo, gracias a la demanda que surge de su mano de obra. ✨

Caso de estudio

El esquema propuesto dentro del modelo se utilizó en el estudio de factibilidad de la producción de biomasa a partir de king-grass (un tipo de pasto) para la generación de electricidad (energía renovable) en los Llanos Orientales.

De acuerdo con la ingeniera Zulma Carrascal, líder del proyecto, el agua producida tratada cubriría el 75% de la necesidad hídrica de ese cultivo, lo que reduciría el consumo del recurso hídrico extraído de diferentes

cuerpos de agua, además de generar empleo para la comunidad aledaña, en tareas de atención de las plantaciones. "Con el desarrollo de este tipo de proyectos se obtiene disminución de costos, beneficios sociales, reducción de impactos ambientales y generación de energías limpias", sostuvo.

Para el profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes, Rodrigo Marín, la viabilidad de estos proyectos dependerá de los beneficios económicos y ambientales que deje su desarrollo, los cuales deben compensar las altas inversiones que demandan el tratamiento y transporte del AP. "Hay lugares en el mundo que registran una falta casi total de recursos hídricos potables. En estos casos, es posible que el costo de tratar el AP sea económicamente viable", señaló.

CONTACTO

Rodrigo Marín.
r.marin58@uniandes.edu.co



CONTACTO

Kelvin Gregory.
kelvin@icrm.edu



BIOSURFACTANTES:

ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA
UNA INDUSTRIA CENTENARIA

A inicios de 2018 se cumplieron 100 años de exploración petrolera en Colombia. Desde abril de 1918, aún con las dinámicas globales del mercado de hidrocarburos, esta industria se ha consolidado como uno de los principales motores de la economía nacional. No obstante, este sobresaliente desarrollo ha venido de la mano de grandes retos de ingeniería relacionados principalmente con el uso del agua.

Es bien sabido que en un proceso común de explotación petrolera se inyecta agua a alta presión en el pozo, para que el crudo salga a la superficie, también es conocido el hecho de que en Colombia, dependiendo de diferentes condiciones, pueden requerirse hasta 15 barriles de agua para extraer uno de crudo y, una vez empleada, el líquido se contamina y es compleja su reutilización.

Sin embargo, el motivo de su contaminación no es tan ampliamente conocido: si al momento de salir a la superficie, el crudo se mezcla con el agua, refinarlo es una

tarea casi imposible; por esto, usualmente, se inyectan polímeros al agua para separarla del petróleo y poderlo procesar. Pero esos polímeros suelen ser altamente tóxicos, tardan demasiado en degradarse y están directamente asociados a la contaminación ambiental.

Ante esta problemática, tres profesores del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de los Andes, han liderado por cinco años un proyecto de desarrollo de biosurfactantes, como una alternativa biológica sostenible para evitar la contaminación del agua de producción derivada de la extracción petrolera.

Recientemente la Superintendencia de Industria y Comercio le otorgó la patente a este método. El siguiente paso será escalar los resultados a pruebas en la industria que permitan comercializar las biomoléculas o transferir la invención a una empresa para que las desarrolle a nivel industrial. ↴



Los desarrolladores

Andrés González, Jorge Mario Gómez y Óscar Álvarez
Profesores asociados del Departamento de Ingeniería Química.

Con el apoyo de más de

15 estudiantes de pregrado
y posgrado

“El agua es el recurso fundamental para la supervivencia humana y los ingenieros debemos ser conscientes de lo que puede significar la falta de este recurso en el futuro. Por eso, más allá de los retos técnicos, es nuestro deber moral y ético desarrollar soluciones y tecnologías no solo para descontaminar, sino para prevenir la misma contaminación; y con los biosurfactantes vamos en esa dirección”.

Andrés González Barrios.

¿Qué son los biosurfactantes?

Moléculas biodegradables obtenidas a partir de microorganismos que pueden modificar la tensión interfacial entre agua y el aceite. En la industria petrolera, son capaces de separar el crudo y el agua (proceso de desemeulsificación) sin contaminar el ambiente.

¿QUÉ SIGUE DESPUÉS DE HIDROITUANGO?

Un embalse de 70 kilómetros de longitud con capacidad para suplir el **16% de la demanda energética** de Colombia, e incluso vender al exterior, era la meta del **Proyecto Hidroeléctrico Ituango**, valorado en unos USD 4.000 millones. Pero desde mayo de este año, Hidroituango –como se le conoce– dejó de reflejar la idea de progreso, para representar la de un riesgo inminente y un proceso fallido. Consultamos con expertos para indagar qué lecciones deja este episodio para la ingeniería nacional y cuál es el futuro de la energía hidroeléctrica en el país. **Aquí, sus opiniones:**

Jaime Iván Ordóñez



Doctor en Hidráulica de University of California, Berkeley

1

Son las mismas que nos dejan el edificio Space o el puente de Chirajara:

- El dinero no reemplaza a la ingeniería.
- El diseño en ingeniería no se puede soslayar.
- La ingeniería es una profesión de servicio a la sociedad y no un medio para el enriquecimiento de quienes la ejercen.

2

El futuro de la energía hidroeléctrica está en reactivar los proyectos existentes con programas de repotenciación, y pensar que las pequeñas centrales hidroeléctricas son posibles en la geografía de Colombia. Pero el futuro de la generación de energía está con las fuentes alternas, factibles en países tropicales por sus condiciones especiales de insolación y vientos permanentes e intensos.

3

El reto es entender lo sucedido, analizarlo con cuidado, señalar los errores, porqué se cometieron, y repensar estos proyectos. El estudiante debe aprender a pensar y a actuar objetivamente, para evitar el impulso de la premura y de los intereses económicos mal manejados.

Julio Villareal



M.Sc. en Finanzas. Profesor asociado del Departamento de Ingeniería Industrial

1

La necesidad de tener presente el riesgo, entendido como la posible variación de eventos futuros que pueden impactar el proyecto y que no son controlables. Para eso, se requiere un análisis interdisciplinario, que contemple asuntos técnicos propios del proyecto y además aspectos económicos, sociales y ambientales, entre otros. Un buen análisis de riesgos en ingeniería de alta especificidad puede contemplar los peores escenarios posibles, o lo que en estadística se llaman eventos condicionados conjuntos: cuando los hechos aleatorios se presentan de manera concomitante y afectan de manera simultánea el resultado del proyecto, como al parecer sucedió en Hidroituango.

3

Hidroituango y otros proyectos como Space, en Medellín, o el puente Chirajara, en la vía al Llano, ponen de manifiesto el riesgo. Por eso es necesario incluir en la formación básica de los ingenieros una dimensión de análisis de riesgos mucho más sofisticada.

Juan Saldarriaga



Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados. Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

1

La primera lección es la necesidad de mirar con más detalle proyectos de esta envergadura y evaluar la posibilidad de reemplazarlos por proyectos que aprovechen nuestra geografía, es decir, que reemplacen caudal por altura. Y otra lección técnica es que los túneles de desviación de un proyecto de esta magnitud no se deben cerrar hasta que no se haya concluido la presa y su sistema de rebose.

2

La riqueza hídrica de Colombia es grande y deberíamos propender por mantener el importante componente hidroeléctrico en nuestro sistema de energía, pero podría pensarse en volver a proyectos de caudales menores con ríos de menor tamaño y embalses que no van a tener problemas ambientales tan grandes. Deberíamos aprovechar las grandes caídas por encima de los proyectos que represan ríos.

3

Se está entendiendo muy mal lo que es la optimización económica de una estructura, y se está fallando en ética y en aspectos técnicos como en la redundancia de revisión de cálculos. El primer reto de las universidades es opinar más frente a estos proyectos.

Ángela Cadena



Grupo Energía, Ambiente y Economía. Profesora asociada del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

2

La abundancia de agua, las bajas emisiones de gases de efecto invernadero y los impactos sociales y ambientales manejables han privilegiado la hidroelectricidad en Colombia, pero el diseño de mercado eléctrico colombiano no ha facilitado la entrada de otras tecnologías ni la reducción de precios en la generación eléctrica.

Un trabajo coordinado de la política y la regulación energética y de las entidades del gobierno deberá permitir hacer frente a esta situación, y avanzar en la diversificación de la canasta de generación de energía con tecnologías alternativas.

Luis Alejandro Camacho



Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental. Director del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

1

Proyectos de esa envergadura deben hacerse públicos para ser discutidos y analizados. Para eso existe la Sociedad Colombiana de Ingenieros, que es el órgano consultivo del gobierno en asuntos de infraestructura. En Hidroituango ganó la ingeniería económica y el afán y se tomaron decisiones que no son de la ingeniería tradicional, que evalúa factores de seguridad y analiza los riesgos minuciosamente.

2

Energías limpias como la eólica y la solar no alcanzan a suplir la demanda. Más del 70% de la energía que se consume en el país es hidroeléctrica, así que seguiremos necesitando embalses. La clave es mantener los que ya se han construido, y pensar en proyectos más sostenibles. El futuro va hacia proyectos más pequeños, por ejemplo los de filo de agua, en los que el agua pasa durante todo el año.

3

En las universidades hay que plantear la necesidad de balancear la sostenibilidad con el desarrollo, darle la bienvenida a las energías alternativas, hacer énfasis en la necesidad de discusión y estudios previos a la ejecución de los proyectos y recordar los casos exitosos de la ingeniería colombiana.

Mario Diazgranados



Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental. Profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

1

La estructura organizacional del proyecto y su gestión pueden considerarse como lecciones que deben ser analizadas y digeridas. La empresa Hidroeléctrica Ituango, constituida para el proyecto, tiene a EPM como uno de sus accionistas principales. A su vez, la empresa firmó un contrato con EPM para la financiación, construcción, operación, mantenimiento y entrada en operación de la central y transferirla de nuevo a la sociedad luego de 50 años, lo cual puede reducir el accionar de una interventoría independiente.

2

La hidroelectricidad, al igual que la termoelectricidad, tiene la habilidad de proveer energía firme, es decir que se puede garantizar todo el tiempo, a diferencia de otras fuentes que suplen sólo cuando hay vientos adecuados o radiación solar, por ejemplo. Además, es energía limpia y eficiente. El país debe seguir confiando en el agua como fuente de generación eléctrica con proyectos cada vez más robustos en términos de sostenibilidad integral que se adecúen a los requerimientos de tipo ambiental y social. Vislumbro un mayor énfasis en centrales a filo de agua y mayores requerimientos a proyectos de embalse, pero insisto en que estos últimos serán necesarios para regular el recurso y proveer energía más confiable.

3

Revisar currículos de hace unos años donde probablemente cursos relacionados con desarrollo de infraestructura civil estaban más presentes, incluyendo cursos relacionados con componentes de proyectos hidroeléctricos, para generar cursos modernos de desarrollo, diseño y gestión de proyectos de infraestructura con un alto componente de valoración y cuantificación de impactos socioeconómicos y ambientales que permitan determinar su verdadera factibilidad y sostenibilidad a la largo de su vida útil y más allá.



RETOS EN LA DISTRIBUCIÓN Y SANEAMIENTO DE AGUA EN COLOMBIA

el promedio de los últimos ocho años, donde las inversiones han sido históricas, no habría forma de financiar el 32% de las necesidades.

Esto implica que antes de pensar en gestionar nuevas o mayores fuentes de recursos (que sí se requieren), hay que avanzar en los siguientes aspectos:

- **Seguridad hídrica:** Muchos de los proyectos que recibimos para que sean apoyados financieramente corresponden a fuentes alternas, pozos de contingencia, plantas desalinizadoras, etc. Esto a causa de problemas de calidad o escasez en las fuentes tradicionales. Tales inversiones podrían evitarse o reducirse si se gestiona adecuadamente la protección, conservación y restauración de las cuencas.
- **Uso eficiente y ahorro de agua:** Ya hemos disminuido las dotaciones a nivel regulatorio, ahora corresponde dar señales más contundentes en la disminución de las dotaciones a nivel de los reglamentos técnicos. Esto debe ir acompañado de gestiones para reducir las pérdidas comerciales y técnicas, gestión de la demanda y educación al usuario.
- **Ejecución más eficiente:** Para asumir este reto, no basta con conseguir recursos ni con la implementación de los temas anteriores, requerimos mejor estructuración técnica de proyectos y mejores mecanismos de ejecución. Considero que es el momento que Colombia tenga una Agencia Nacional del Agua.

• **Innovación:** Fuera de promover la innovación en el desarrollo del sector, requerimos incorporar sus resultados de forma urgente. Los avances deben traducirse en sistemas constructivos más ágiles y de menor costo, infraestructura con mayor resiliencia y durabilidad, sistemas de tratamiento más asequibles y con menor costo operativo. Esto permitirá redistribuir los componentes tarifarios, bajando los componentes operativos y subiendo los de inversión, sin impacto final en lo que pagan los usuarios.

Estas acciones reducirán las necesidades de inversión entre un 10 y un 15%, pero sigue siendo urgente la gestión de recursos, para así tener una sociedad más equitativa y justa, que dé cumplimiento al ODS. Si bien este siempre ha sido un sector de suma importancia socioeconómica y ambiental para el país, está soportado en una gran parte en los desarrollos que se hagan desde la ingeniería, pero hacia el futuro tiene que soportarse de manera transversal desde otras disciplinas para lograr superar los retos que vendrán. ✦

Jorge Carrillo Cardoso
@jaaacarrillo
Exviceministro de Agua y Saneamiento Básico

Según el DANE, actualmente Colombia alcanza los siguientes índices de cobertura: Acueducto: Urbano 97,6%, Rural 74,1%; Alcantarillado: Urbano 92,2%, Rural 75%; igualmente, el 42% de las aguas residuales domésticas son tratadas.

El Estado tiene la responsabilidad de generar una política y una regulación eficaz para lograr acceso de forma costo eficiente y que se presten servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado avanzando en su calidad, continuidad y cobertura.

El reto principal es que Colombia, en concordancia con el compromiso de alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 6, logre acceso real a agua potable y saneamiento de forma universal antes del año 2030, es decir, urbano y rural, al mismo tiempo que debe reducir la brecha en tratamiento de aguas residuales domésticas en el 50%; en otras palabras, alcanzar para ese año un porcentaje cercano al 70%. Todo esto dentro del marco de la gestión integral del recurso hídrico y sobre el pilar de la seguridad hídrica.

Producto de este compromiso, empezamos a realizar un ejercicio de planificación para lograr que todos los colombianos contaran con el mejor servicio posible y, adicionalmente, cumplir con los ODS. Por esto se estimaron inversiones por 73,5 billones de pesos, los cuales fueron calculados con información de los proyectos de reciente ejecución. De estas inversiones, 33 billones corresponden a Acueducto y 40,5 a Alcantarillado y tratamiento de aguas residuales; esto corresponde al 1,5% del PIB del año 2017.

Las fuentes tradicionales de financiación de la infraestructura para estos servicios son el Presupuesto General de la Nación (16%), el Sistema General de Participaciones que se distribuye en municipios y departamentos (27%), los recursos de regalías (10%), recursos de cooperación internacional (1%) y los componentes de inversión de la tarifa (14%), que son trasladados y pagados por los usuarios. Aunque se mantenga el ritmo de inversiones con

ORO LÍQUIDO

Con un rendimiento hídrico de 56 l/s-km², 560% por encima del promedio mundial (de 10 l/s-km²), Colombia es el tercer país del mundo con más agua. Sin embargo, también encabeza los ránquines con mayor escasez económica: no se distribuye equitativamente a la población, los costos de extracción o agua contaminada son elevados, y su infraestructura para potabilizar es insuficiente.

En el mundo académico existe un gran interés por cambiar este panorama y promover su protección, conservación y uso sostenible, reflejado en el número de grupos de investigación y proyectos alrededor de este tema.



El IDEAM lidera decenas de investigaciones en aguas subterráneas, aguas superficiales, modelación hidrográfica, evaluación del recurso hídrico y análisis de la calidad del agua. En todas interviene la academia.⁴



Colombia tiene más de **400** Ríos

Algunas cifras sobre el Agua en Colombia⁵

Agua en Los Andes*

Tesis relacionadas con el tema del agua (por programa académico)



1.111 Ingenieria



* Fuente: Sistema de Bibliotecas de la Universidad de los Andes. (La consulta se realizó tomando como motor de búsqueda la palabra Agua).

1. Fuente: Colciencias. 2. Fuente: Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SINES), del Ministerio de Educación (la consulta se realizó tomando como motor de búsqueda las palabras Agua, Recurso Hídrico, Acueducto y Alcantarillado). 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 4. Fuente: IDEAM. 5. Fuente: IDEAM y Sistema de Información Ambiental de Colombia, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Investigadores de la Universidad de los Andes trabajan en un proyecto que –gracias a su desarrollo– abre enormes posibilidades para el empleo del sistema de liberación de moléculas terapéuticas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), al año mueren más de seis millones de personas como consecuencia de trastornos neurológicos, cifra que podría duplicarse para el año 2030.

Pero, ¿qué son los trastornos neurológicos?

Según el organismo internacional, son enfermedades degenerativas que afectan el sistema nervioso central y periférico (cerebro, médula espinal, nervios craneales, raíces nerviosas, sistema nervioso autónomo, la placa neuromuscular y los músculos). Los desórdenes más comunes son las enfermedades de Alzheimer y Parkinson, seguidos de las afecciones cerebrovasculares, los accidentes cerebrovasculares y la esclerosis múltiple, entre otras.

La preocupación de la OMS por el aumento de estas enfermedades radica en los altos costos que demandan sus tratamientos y las dificultades que tienen los pacientes y sus familiares para acceder a una adecuada asistencia médica.

En el caso específico del párkinson, se estima que el costo promedio por paciente para los países desarrollados puede alcanzar los 7.000 dólares, mientras que para los países en vía de desarrollo este valor ronda los 3.000 dólares.

Adicionalmente, la mayoría de estas enfermedades requiere cuidados paliativos (tratamientos que previenen,

alivian y mejoran la calidad de vida de los pacientes que las padecen), a los cuales solo accede el 14% de las personas que viven en países de medianos y bajos ingresos.

Con el propósito de reducir el impacto de estos trastornos, la OMS propone aplicar procedimientos innovadores y recurrir a intervenciones de baja tecnología, sin olvidar la rehabilitación de base comunitaria.

Este es, precisamente, el objetivo del proyecto *Liberación de fármacos a nivel celular para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson*, en el que trabajan en conjunto los grupos de Ingeniería Biomédica, el Centro de Microelectrónica (CMUA), y el de Diseño de Productos y Procesos de la Universidad de los Andes; el grupo de Bioquímica Experimental y Computacional de la Pontificia Universidad Javeriana, y el de Patología de la Fundación Santafé de Bogotá.

Teniendo en cuenta que en el párkinson se evidencia un proceso de degeneración celular, debido a factores como el daño en la función mitocondrial, la neuroinflamación y la degradación de proteínas, se suelen administrar fármacos como la Levodopa, sustancia hermana de la dopamina, que atenúa los síntomas característicos de la enfermedad (temblores, rigidez y movimientos lentos descontrolados). Estos tratamientos, según Juan Carlos Cruz, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Biomédica y uno de los investigadores del proyecto, son temporales y solo aminoran los síntomas.

Adicionalmente, existen otras complicaciones para los pacientes: después de tomarla, la Levodopa es rápidamente eliminada por el cuerpo creando fluctuaciones en la concentración sanguínea que provocan una estimulación intermitente, generando movimientos involuntarios anormales.

Con el propósito de superar estos retos, los médicos suelen combinar las terapias farmacológicas, pero



En la enfermedad de Parkinson se presenta un daño en las neuronas dopaminérgicas, lo que provoca la pérdida en el control motor, así como de las funciones cognitivas y comportamentales.



Los reconocimientos

El proyecto de liberación controlada de fármacos para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson fue presentado en el *Biomedical Engineering & Global Summit on Metabolomics* que se llevó a cabo en julio de 2018 en la ciudad de Miami, Estados Unidos, y será expuesto durante el congreso internacional de la Asociación de Ingenieros Químicos de los Estados Unidos (AIChE), que se realizará en Pittsburgh, en octubre de este año.

NANOTERAPIA

PARA TRATAR EL PÁRKINSON

esto implica que los pacientes se sometan a un estricto régimen de dosis, lo cual es particularmente desventajoso para personas de la tercera edad.

Como una alternativa a estas dificultades, los investigadores uniandinos descubrieron que empleando un *nanobioconjugado* durante la liberación de fármacos (el primer paso cuando el medicamento entra en el cuerpo y libera su principio activo), se genera una proteína capaz de atravesar la membrana de las células eucariotas y de las nanopartículas de magnetita (los minerales que dirigen los medicamentos a zonas específicas del cuerpo) sin provocar su ruptura. Así, logran acoplar los medicamentos de forma estable, evitando su degradación.

“A estos componentes se les llama en conjunto *nanobioconjugados* y llevarán cada una de las moléculas bioactivas para finalmente ser encapsulados en vesículas, previo a su liberación. Debido a su potencial uso en pacientes,

este tipo de “vehículos” debe ser probado primero en modelos celulares, especialmente en la población de células que nos interesa y que está involucrada en la enfermedad, como son los astrocitos (necesarios para la memoria)”, señala otra de las investigadoras del proyecto y profesora asistente del Departamento de Ingeniería Biomédica, Carolina Muñoz.

Para la profesora Muñoz, en estas células se determinará si el vehículo es seguro y si, además, cumple su función de liberar los medicamentos que mejorarán los procesos celulares degenerativos. “Esta información será fundamental para el diseño racional de terapias más efectivas para la enfermedad de Parkinson”, asegura.

Para el equipo de investigadores, estos resultados abren posibilidades a gran escala en el empleo del sistema de liberación de moléculas terapéuticas. “La capacidad de atravesar la membrana facilita además la encapsulación del conjugado con moléculas farmacológicas como la Levodopa, Rasagilina y Pramipexol, acompañantes en las vesículas, las cuales a su vez se han probado ampliamente como sistemas de liberación”, agregaron.

Los resultados

El sistema de liberación fue desarrollado y probado en liposomas y líneas celulares, y el reto ahora será utilizarla para transportar moléculas farmacológicas y lograr una distribución homogénea de las mismas intracelularmente. Una vez tengan el vehículo acoplado con los medicamentos, se estudiará la respuesta biológica en astrocitos frente a su liberación intracelular y simultánea de moléculas farmacológicas a altos niveles de biodisponibilidad, de manera continua y controlada.

Adicional a ello, los ingenieros exploran la liberación de fármacos en otros padecimientos como el cáncer, así como en terapias génicas (clave para enfermedades hereditarias) y sistemas de edición genómica.

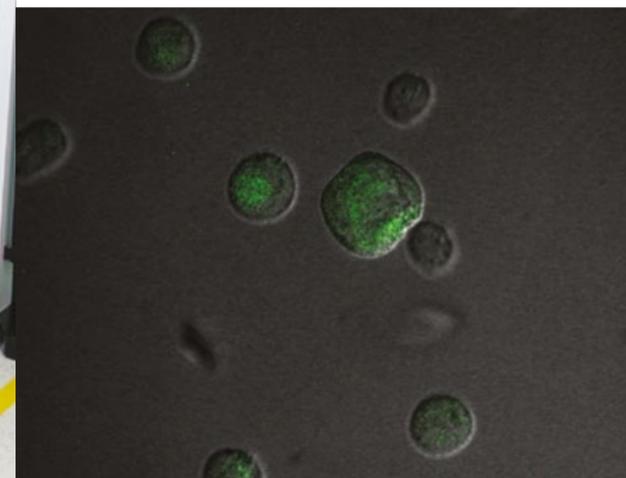
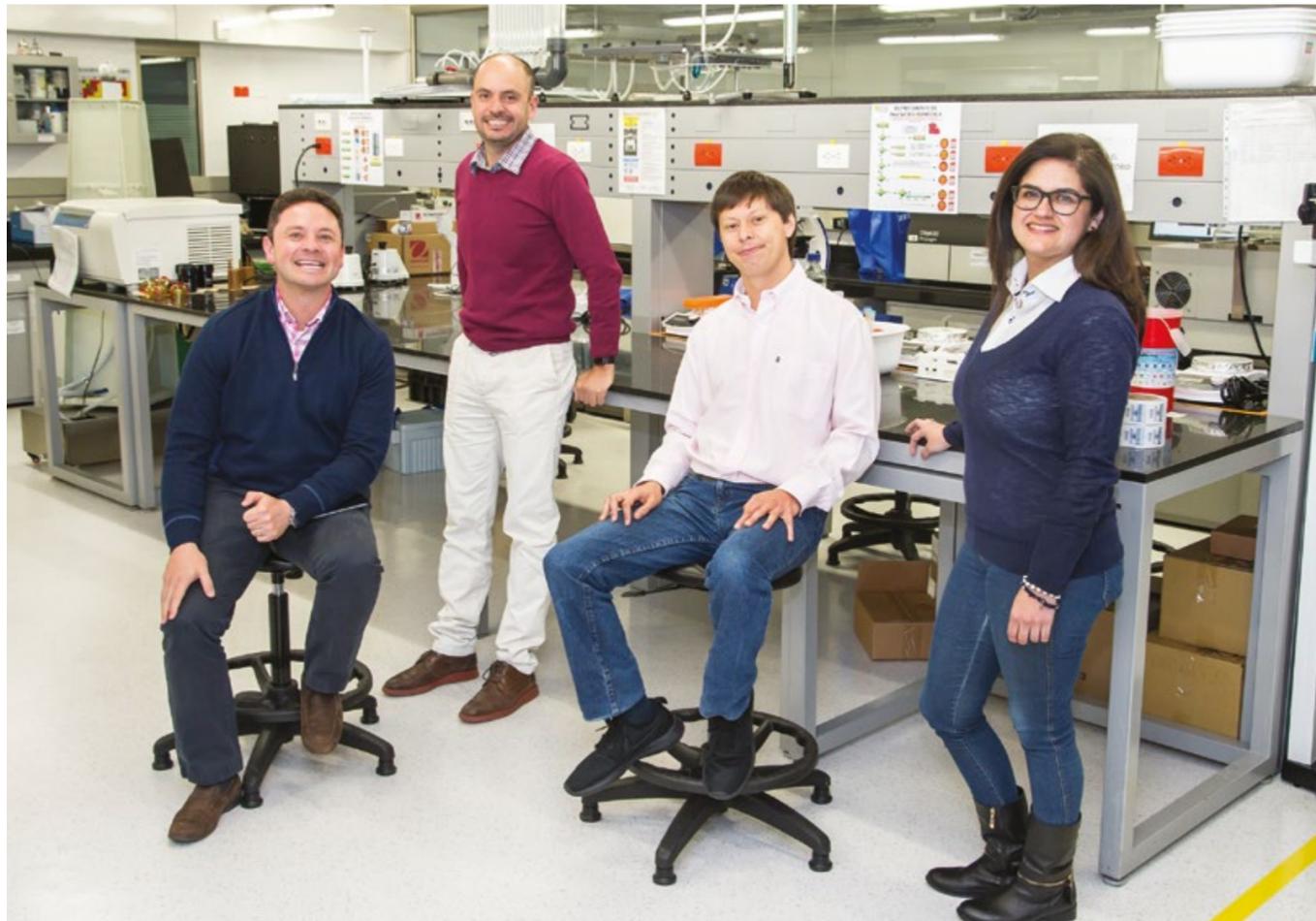
Múltiples beneficios

Para el profesor Cruz, con el desarrollo de terapias más efectivas para el tratamiento de la enfermedad

de Parkinson, el sistema de salud en Colombia recibiría un beneficio importante, ya que la carga económica que conlleva el monitoreo y la asistencia médica continua de los pacientes se vería considerablemente reducida, teniendo en cuenta, además, la asociación directa de la enfermedad con otras condiciones sistémicas como la diabetes, la hipertensión, las enfermedades coronaria arterial, cerebro-vascular e incluso otras neurodegenerativas; todas actualmente en aumento.

Pero el proyecto no solo conlleva beneficios para el sector salud, de acuerdo con Cruz, las terapias desarrolladas dentro de la iniciativa pueden eventualmente consolidarse como negocios emergentes que brinden la oportunidad de generar empleo tanto en manufactura, como en comercialización.

“Es una oportunidad única para el desarrollo de cadenas productivas que permitan emplear los recursos minerales subutilizados con los que cuenta Colombia en la preparación de nanomateriales magnéticos multifuncionales”, señaló. ➔



De izq. a der. Juan Cruz, profesor asistente de Ingeniería Biomédica, Andrés González, director de Ingeniería Química, Johann F. Osma, profesor asociado de Ingeniería Electrónica y Carolina Muñoz, profesora asistente de Ingeniería Biomédica.

Fotos del nanobioconjugado dentro de las células.



Los respaldos

El proyecto ha recibido el apoyo de los departamentos de Ingeniería Biomédica, Ingeniería Química e Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes, además del Fondo de Apoyo a Profesores Asistentes (FAPA) del profesor Juan Carlos Cruz.

La iniciativa ganó la financiación de la convocatoria FSB-Uniandes 2018.

El proyecto fue sometido a la convocatoria 807 de Colciencias que se cerró en mayo de 2018.

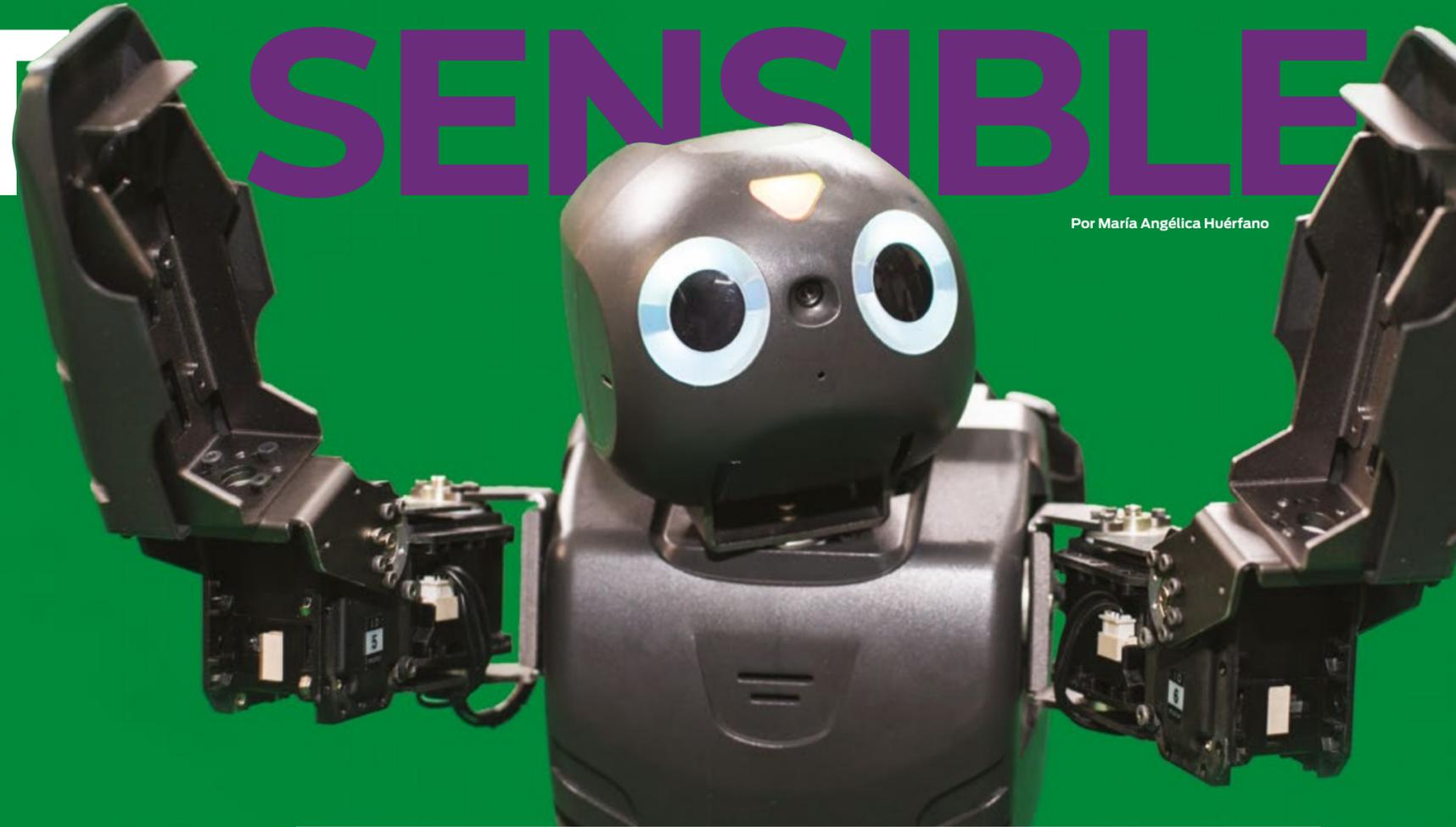


Los gestores

Aunque el sistema de liberación se desarrolló durante el segundo semestre de 2016 y el primer semestre de 2017 por la estudiante de pregrado en Ingeniería Biomédica e Ingeniería Electrónica, Natalia López Barbosa, el proyecto ha contado con el apoyo de más de diez investigadores con diversos perfiles que han fomentado la interdisciplinariedad y han aportado sus conocimientos y experiencias en distintas áreas, entre los que se destacan los profesores Andrés González, de Ingeniería Química, y Johann F. Osma, de Ingeniería Electrónica.

ASÍ SE CREA UN ROBOT SENSIBLE

Por María Angélica Huérfano



Investigadores uniandinos trabajan para dotar a robots humanoides de capacidades de comunicación bidireccional que les permita, además de identificar y ejecutar órdenes, reconocer e interpretar emociones.

Aunque el interés del hombre por construir e interactuar con herramientas o equipos que logren procesar y ejecutar de manera precisa sus órdenes, surge con la automatización, relacionarse de una manera más humana con las máquinas ha sido siempre uno de sus grandes desafíos.

Durante las primeras décadas del siglo XX los planteamientos sobre la creación y convivencia con máquinas 'humanoides' se limitaron al mundo de la ciencia ficción con obras como la novela *Rossum's Universal Robots*, del escritor checoslovaco Karel Capek y la película *Metrópolis* del cineasta Fritz Langen, en la que aparecieron los primeros robots.

Posteriormente, en la década de los años 50, el mundo vio nacer a los primeros robots móviles programables que cumplían tareas simples como desplazarse evitando obstáculos. Estos y otros avances le dieron vida a una nueva rama de las ciencias de la computación llamada Inteligencia Artificial, definida también como la ciencia de crear sistemas inteligentes. Al mismo tiempo se venía desarrollando, en mayor medida, la robótica industrial.

En la actualidad, los robots humanoides más avanzados del mundo son capaces de desplazarse por sí mismos, realizar diversas tareas, identificar a las personas e interactuar con ellas por medio de una comunicación multimodal, reconocer su voz y su estado de ánimo, tomar decisiones de comportamiento teniendo en cuenta estas variaciones, entre otros avances.

A diferencia de lo que aún plantean muchas hipótesis de las ciencias económicas y humanísticas sobre el reemplazo de los humanos por robots y en otros casos más extremos en los que recrear la posibilidad de que las máquinas inteligentes aniquilen a sus creadores, en la realidad, muchos de los autómatas y robots que funcionan con inteligencia artificial han sido diseñados para prestar diferentes servicios que facilitan la vida de personas en condición de discapacidad, reemplazan a los humanos en tareas que ponen en riesgo su integridad, e incluso realizan trabajos que sobrepasan las capacidades humanas.

Este tipo de robots humanoides, desarrollados dentro de la robótica de servicios, han permitido también explorar nuevas funciones que pueden realizar los androides en los campos de la medicina, la educación, la agricultura y áreas asistenciales y de asesoría, especialmente en las que se observe un déficit de mano de obra.

Para lograr una eficiente interacción entre los humanos y los robots en estos espacios, existen diferentes investigaciones encaminadas a diseñar modelos de instrucciones e identificación de señales multimodales que buscan alcanzar una comunicación mucho más natural entre los dos.

Este es, precisamente, el proyecto interdisciplinario en el que se trabajaron las tesis de maestría de los estudiantes Carlos Saith Rodríguez y Andrea Katherín Pérez, bajo la dirección de Fernando De la Rosa, profesor asociado del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, y la participación de Carlos Quintero, instructor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes.

El objetivo de este proyecto es dotar a los robots humanoides de capacidades de comunicación bidireccional usando técnicas de aprendizaje de máquina (*machine learning*) que les permita, además de identificar y ejecutar órdenes, reconocer e interpretar emociones y responder a estas de forma natural.

De acuerdo con el profesor De la Rosa, los nuevos escenarios en los que interactúan humanos y robots deben ser accesibles para cualquier persona, es decir, que no es necesario ser un experto en robótica o programación para dar una directriz o entablar una comunicación con un androide.

El proyecto de tesis de los estudiantes planteó varios casos de estudio que permitieron implementar diferentes técnicas de aprendizaje estadístico supervisado, las cuales les facilita a los robots el reconocimiento de señales humanas (gestos corporales, emociones y voz), además de su interpretación.

Las pruebas y validación de estas técnicas de aprendizaje se desarrollaron en el robot humanoide DARwin-OP (facilitado por la Universidad Santo Tomás, sede Bogotá) que tiene la capacidad de procesar información y comunicarse gracias a un robusto sistema de programación y herramientas como sensores, cámaras, micrófonos y parlantes, entre otras.

Validación del proyecto

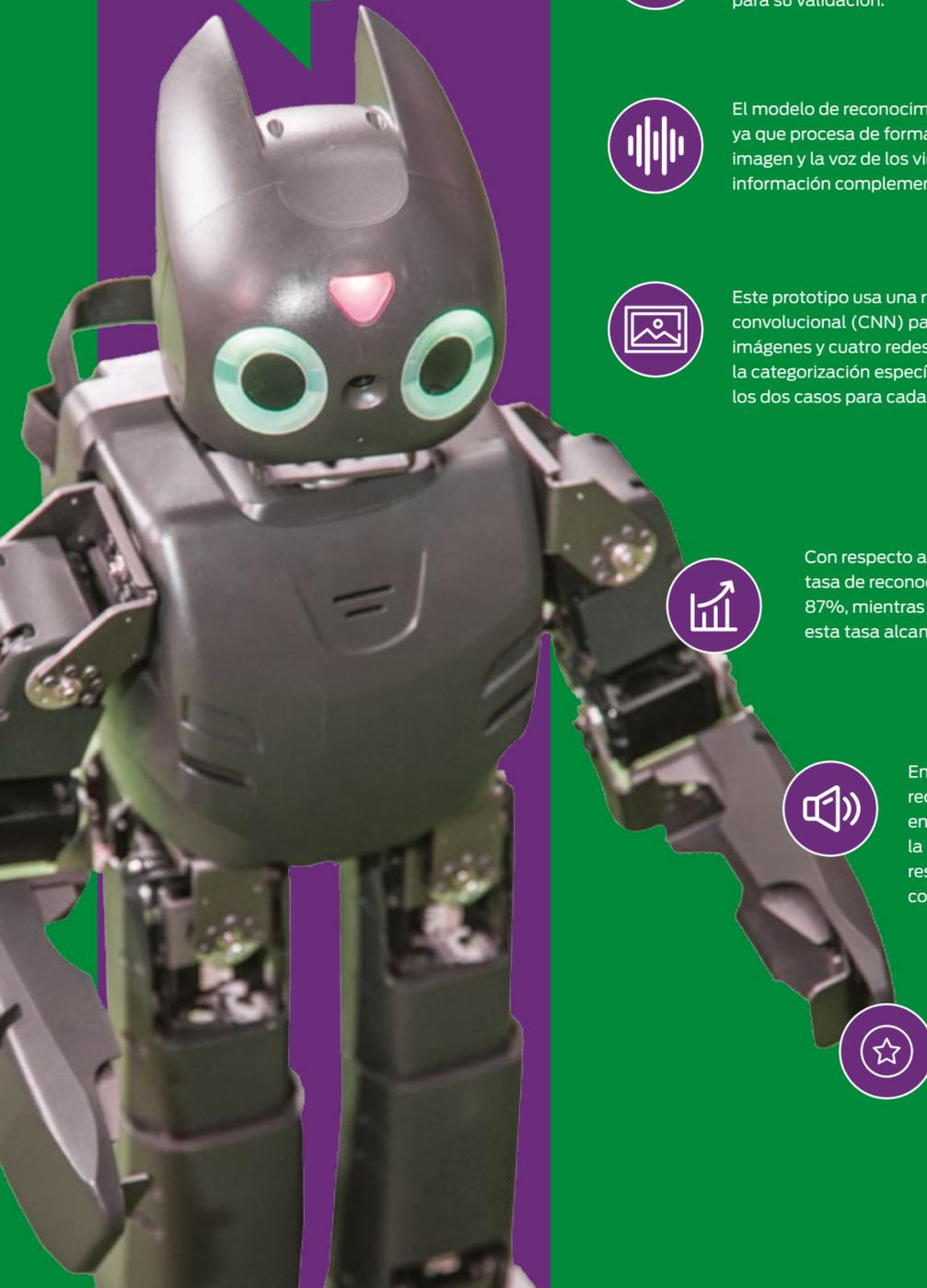
Uno de los casos de estudio desarrollado dentro del proyecto fue el alcance de estas técnicas de aprendizaje en robots humanoides utilizados en el área de la asesoría de ventas.

En este caso, se desarrolló un sistema de detección de emociones en el que se seleccionaron cuatro estados de ánimo básicos: felicidad, enfado, sorpresa y neutro.

El entrenamiento de DARwin-OP requirió la captura y construcción de un sistema de clasificación individual y combinado de expresiones faciales y de voz para detectar la emoción correcta.

El robot humanoide DARwin-OP fue facilitado por la Universidad Santo Tomás, sede Bogotá.

**¡Hola,
soy Darwin!
¿Necesitas
ayuda?**



Los resultados



Durante el desarrollo del proyecto, que inició en 2015, se registraron 110 videos (imagen y audio) de la expresión facial de diferentes personas, de una emoción.



Del total de estas capturas, un 67% fue utilizado para el entrenamiento del modelo de reconocimiento de emociones y un 33% para su validación.



El modelo de reconocimiento es multimodal ya que procesa de forma separada la imagen y la voz de los videos para obtener información complementaria.



Este prototipo usa una red neuronal convolucional (CNN) para la clasificación de imágenes y cuatro redes SVM *one-class* para la categorización específica de los audios, en los dos casos para cada emoción.



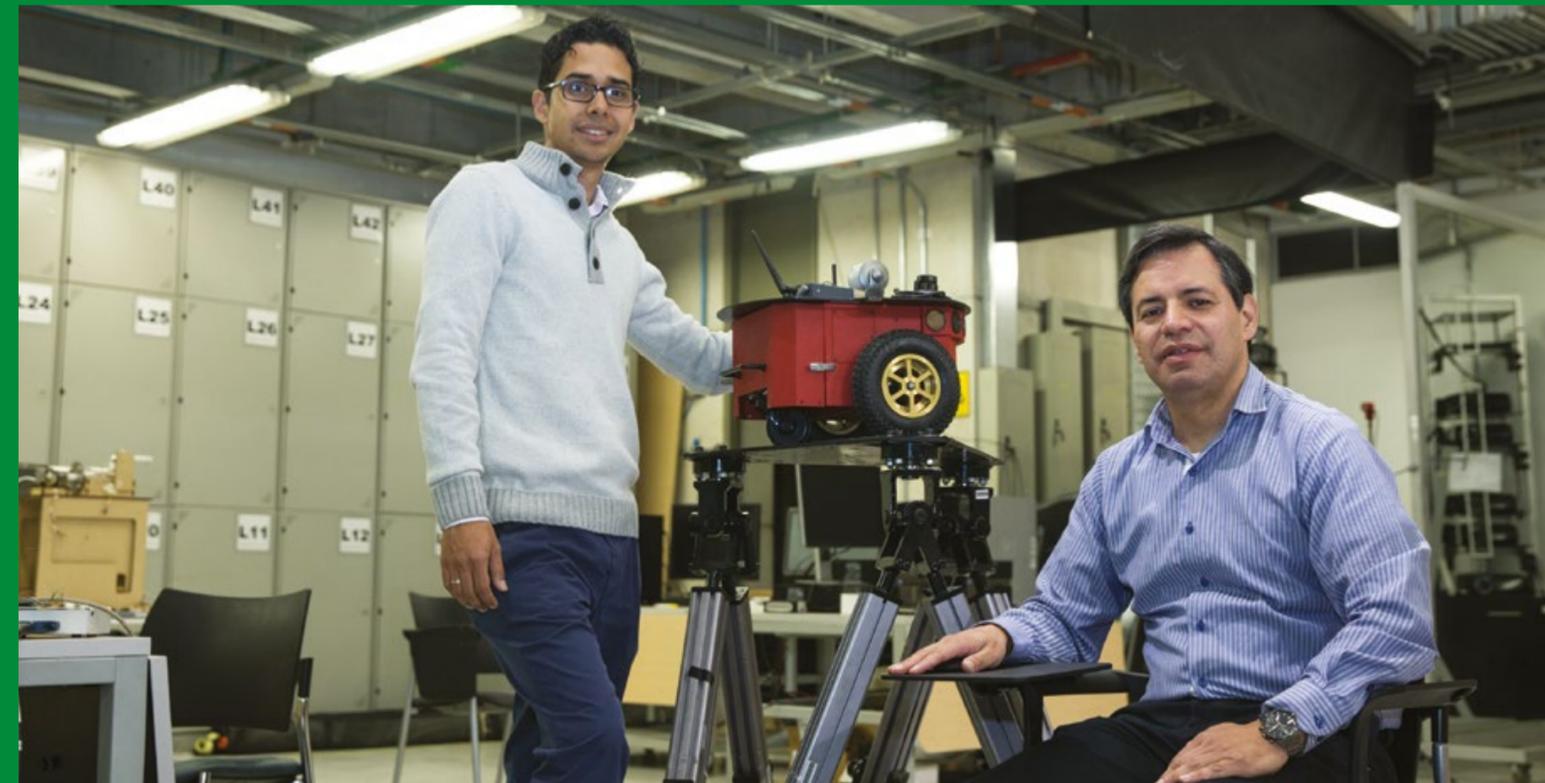
Con respecto a las imágenes se obtuvo una tasa de reconocimiento de la emoción del 87%, mientras que frente al video completo esta tasa alcanzó el 100%.



En materia de los audios la tasa de reconocimiento registró una variación entre el 70% y el 82% (dependiendo de la emoción). El modelo obtiene como resultado la emoción con mayor valor de confianza.



El sistema de interacción propuesto a partir de señales multimodales presentó alto interés y una usabilidad de la aplicación del 4.02 en una escala de 1 a 5.



El instructor de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Carlos Quintero (izquierda) y Fernando De la Rosa, profesor asociado de Ingeniería de Sistemas y Computación, en el Laboratorio Colivri.

El futuro

Aunque la validación arrojó altos niveles de precisión, el entrenamiento de DARwin-OP solo se realizó con 11 personas, lo que, según los investigadores, hace que la muestra sea aún muy pequeña para llevar el proyecto a la realidad.

Por esta razón, entre los planes a mediano plazo de la iniciativa es ampliar, tanto el grupo de participantes humanos como la cantidad de emociones a validar.

En una siguiente etapa del proyecto, el objetivo es aumentar a diez el número de emociones y explorar otras estrategias para combinar los resultados individuales de cada imagen y revisar otras formas de clasificación del video.

Esperan, también, hacer las pruebas de laboratorio mínimo con el 10% de la población estimada con la que se va trabajar, en este caso, sobre la totalidad de los clientes de una firma determinada.

Como los datos capturados fueron obtenidos en un escenario controlado, en el futuro esperan realizar las pruebas en ambientes con condiciones más reales.

Aumenta gasto mundial en robótica

De acuerdo con la consultora International Data Corporation (IDC) en 2018 el gasto mundial en robótica alcanzará los 86.600 millones de dólares y en el desarrollo de drones 9.300 millones de dólares. La firma prevé que para 2022 este gasto aumente a 201.300 millones de dólares.

“El propósito de trabajar en una comunicación multimodal en la relación humano-robot garantiza que esta sea natural y completa para el interlocutor, lo que permite alcanzar una interpretación más precisa. Eso es lo que hacemos desde la ingeniería, crear sistemas y métodos de ejecución basados en inteligencia artificial, aplicación de la computación en casos reales y tratamiento de información que le permite a los robots tomar decisiones; en este caso específico, cambiar el discurso de venta de acuerdo a la emoción percibida durante la conversación con el humano”, sostuvo De la Rosa.

Aunque en la actualidad el proyecto es de carácter netamente investigativo, mostrar su aplicabilidad en casos reales de compañías que tengan este tipo de necesidades abriría la posibilidad para que estas firmas decidan invertir en desarrollar la iniciativa con la Universidad. ▶

“NECESITAMOS CURRÍCULOS MÁS INNOVADORES Y CENTRADOS EN EL ESTUDIANTE”

CAROLA HERNÁNDEZ

Es física uniandina, apasionada por la educación, y tiene más de 20 años de experiencia acompañando innovaciones pedagógicas en la educación superior. Llegó para poner su experiencia en juego al acompañar uno de los proyectos más ambiciosos de la Facultad de Ingeniería: la reforma curricular. La nueva profesora asociada de la Decanatura de Ingeniería, Ph.D. en Ciencia y Tecnología de la Universidad de Aalborg (Dinamarca), conversó con CONTACTO sobre sus intereses académicos, la importancia de los currículos interdisciplinarios y las necesidades educativas de los futuros ingenieros.

CONTACTO: ¿Cuándo nace el interés por la educación habiéndose formado como física?

Carola Hernández: Cuando estudiaba mi pregrado, empecé a darme cuenta que la mayoría de los estudiantes de Física eran infelices por múltiples razones: la estructura de los cursos, la dificultad para entender los ejercicios o la muchas veces conflictiva relación con los profesores. Esa problemática me impulsó a realizar una Maestría en Educación donde empecé a trabajar en innovaciones sobre el curso de física que enseñaba en la universidad, y así comprendí que es la forma en la que enseñamos las ciencias básicas y los prejuicios que sobre éstas aún existen, los que impiden y dificultan el éxito de los estudiantes en el aprendizaje.

Luego volví a estudiar una maestría en Física y aunque sabía que me estaba formando para ser una investigadora, me preguntaba: ¿por qué en las carreras de ciencias básicas no vemos cursos sobre cómo hacer investigación como tuve que hacerlo en las áreas de ciencias sociales? Ese tipo de reflexiones me fue llevando cada vez más a interesarme por la educación en las ciencias básicas, pero a nivel universitario.

CONTACTO: ¿Qué proyectos educativos ha liderado desde entonces?

CH.: Entre 2003 y 2004 participé en la elaboración de los Estándares Básicos de Competencias de Ciencias que es el documento de política pública que orienta la educación del país en el área de ciencias naturales para básica y media. Cuando terminé mi posgrado en educación, empecé a trabajar en diferentes proyectos del Centro de Investigación y Formación en Educación (CIFE) -hoy Facultad de Educación- mientras continuaba con las innovaciones en mi curso de física. Eso me llevó a apoyar innovaciones en los CBU ofrecidos por el CIFE y luego asesoré innovaciones pedagógicas para Administración y Derecho en algunos cursos muy concretos.

CONTACTO: ¿Qué retos tiene la educación superior en Colombia?

CH.: Yo creo que el reto más grande está en que los profesores actualicemos nuestra visión de qué es aprender. Necesitamos una educación centrada en el estudiante,

es decir, que se ocupe de permitir al estudiante hacer cuando está con nosotros los profesores, así sabemos cómo interactúa, los materiales que usa y los trabajos que produce para retroalimentar y apoyar su aprendizaje. Es una visión muy distinta de los contenidos disciplinares o centrados en el profesor. Ese cambio todavía genera polémica, porque los profesores necesitamos entender nuestro nuevo rol hacia ser guías.

CONTACTO: Además del componente técnico, ¿qué otras habilidades deben desarrollar los futuros profesionales?

CH.: Creo que tanto profesores como estudiantes deben desarrollar competencias y habilidades blandas como el trabajo en equipo, porque los estudiantes nunca lo sabrán hacer si los profesores no lo hacen. Muchos profesores se caracterizan por ser altamente reflexivos en sus disciplinas, pero no promueven la reflexión en sus estudiantes. Siempre hemos tenido una evaluación de producto, pero lo importante en el aprendizaje es el proceso. Un ejemplo ilustrativo son las evaluaciones: educar no es entregar el parcial calificado, debemos impulsar la evaluación formativa que es decirle al estudiante en qué está fallando y cómo podría mejorar.

CONTACTO: ¿En qué momento debe realizarse una reforma curricular? ¿Qué aspectos deben tenerse en cuenta?

CH.: Los currículos responden a varias preguntas: ¿quién es nuestro ideal de sujeto educado?, ¿qué hacemos para educarlo? y ¿qué acciones tomamos para que ese ideal se materialice en horarios, materias, procesos y evaluaciones? En ese sentido, una reforma curricular nace en el momento en el cual lo que estamos haciendo no es suficiente para que ese sujeto que educamos pueda vivir plenamente en su contexto y responder a los retos que allí se le generan.

CONTACTO: En el caso de la Facultad de Ingeniería, ¿cómo se está gestionando este proceso?

CH.: Desde la Decanatura se han venido realizando diferentes actividades: hay un comité amplio donde participan directores de departamento, pero también dos o tres profesores de cada carrera. En este comité se han presentado y discutido temas de reflexión sobre por qué pensar en una reforma, qué hacemos bien y qué podemos mejorar y, dónde y cómo nuestros planes de estudio permiten desarrollar competencias. También hemos recibido visitantes de otras unidades de la universidad que aportan a este proceso como la presentación de los cambios en los CBU, la relación con la Facultad de Ciencias para los cursos del ciclo básico, los modelos de riesgo de deserción, el desarrollo de competencias éticas a través del currículo y los cambios en los indicadores de la acreditación ABET.

CONTACTO: ¿Qué otros proyectos asesora en la Facultad?

CH.: Me encuentro trabajando en el proyecto de la creación de la Maestría y Doctorado en Innovación Tecnológica que está a cargo de la Escuela de Posgrado e Investigación de la Facultad en conjunto con profesores de las Facultades de Administración y Diseño. Estos programas son multidisciplinares y tienen un currículo de PO-PBL -aprendizaje basado en problemas- para que los profesionales que ingresen a ellos aprendan como gestionar la innovación en sus organizaciones. El otro tema en el que me encuentro trabajando es en el curso de Proyecto Multidisciplinario de Diseño en Ingeniería -PMDI- que ha sido una experiencia muy positiva para que los estudiantes en equipos multidisciplinares aporten a construir proyectos con impacto social en entornos diversos. ✨



INGENIERÍA

Paralelo a la fundación de la Universidad de los Andes, a finales de la década del cuarenta nació la Facultad de Ingeniería, la cual, tan solo dos décadas después logró un alto nivel de desarrollo académico para hoy posicionarse como una de las mejores de toda Latinoamérica.

En conmemoración de los 70 años de la Universidad y de la Facultad primogénita, CONTACTO entrevistó a Eduardo Aldana, uno de sus más ilustres profesores, con el fin de consolidar algunos de los hitos que han marcado su historia, identificar los personajes que han aportado a su crecimiento, y destacar los programas que han formado a miles de colombianos para ir más allá del deber.



Se lanza nuevamente el pregrado en Ingeniería Química.

Con gestiones de Alberto Sarria, Alain Gauthier y Rudolf Hommes, se aprueba e inicia el programa de Doctorado en Ingeniería. La Facultad les otorga el título de 'Profesor Emérito' a Eduardo Aldana y a Alberto Sarria.



1948
52 personas, encabezadas por Mario Laserna, firman el acta de fundación de la Universidad de los Andes.

1949
Ingresa la primera promoción de estudiantes a los programas de Ingeniería Civil, Eléctrica y Química.

1963
Ramón de Zubiría asume como rector de la Universidad, propone la ampliación de Ingeniería y ordena la elaboración del Plan de Desarrollo de 10 años. La Facultad empieza a ofrecer programas completos en Colombia. Con el IBM 650, la Universidad se convierte en la primera del país con un computador.



1968
Eduardo Carranza y Luis Antonio Escobar componen el himno de la Universidad.

La Facultad de Ingeniería y su homóloga en la Universidad del Norte firman un acuerdo de transferencia como el de Los Andes e Illinois.

Gracias a una alianza entre las facultades de Ingeniería y Economía, se crea el "Programa de Alta Gerencia".

Procedente de Londres, John Burton se vincula a la Facultad. Su llegada marca el inicio de la misión técnica británica que permitió –entre otros– articular el programa de Ingeniería Mecánica.

1973
La Facultad organiza el primer Seminario Nacional de Ingeniería Sísmica del país. Se crean programas de educación continuada para la industria, los cuales son precursores de las primeras especializaciones. Con el fin de resolver complejos modelos matemáticos y representar fenómenos físicos, la Facultad adquiere su primer computador analógico, fabricado por la Electronic Associates, Inc de Nueva Jersey.



1980
Se crea el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (CIFI).

1996

1998

1999
Se crea el programa de pregrado en Ingeniería Ambiental.

2001
La Universidad autoriza una inversión de \$140.000 millones para construir un nuevo edificio para la Facultad.



1950
Los Andes acuerda con la Universidad de Illinois el programa de transferencia "3-2".

Por gestión de Álvaro Salgado y Franz von Hildebrand, las universidades de Pittsburg, Bradley, Notre Dame y Texas se unen al programa de transferencia de estudiantes.

1964
Rodolfo Low Maus y Dale Corson evalúan positivamente el Plan de Desarrollo, recomiendan el apoyo de la Fundación Ford.



Con la aplicación de técnicas digitales de planeación de construcción en el proyecto del Edificio de Avianca, la Facultad empieza a fortalecer sus relaciones con el sector externo.

1965
Con aportes de la Fundación Ford, un préstamo del Banco Interamericano y el aval del Gobierno Colombiano se consolida la expansión de la Facultad. Se gradúa la primera promoción de Ingenieros Civiles, Eléctricos y Mecánicos. Un año después, hacen lo propio los Ingenieros Industriales.

1970
Alfredo Amore, Xavier Caicedo y Diego Escobar se convierten en los primeros Ingenieros de Sistemas y Computación del país.



1971
La Facultad organiza el primer Foro Nacional del Medio Ambiente.



1989
El Departamento de Ingeniería Eléctrica diseña y fabrica el primer circuito integrado en Colombia.



2014
Alain Gauthier es nombrado Profesor Emérito de la Facultad.

1958
Álvaro Salgado asume la Decanatura de la Facultad y se da inicio al programa consolidado de cuatro semestres.

Por sus estudios de maestría, Eduardo Aldana es nombrado como el primer profesor de tiempo completo y Vicedecano de la Facultad. Es encargado de fortalecer la articulación con universidades norteamericanas.

1966
Fundan el Centro de Estudios Técnicos e Investigaciones Hidráulicas – CETIH.

1972
Como resultado de una alianza con el Gobierno francés, Alberto García, egresado de Ingeniería Eléctrica, es el primer becario en viajar a Francia para hacer una maestría en Informática.

1992
Los Andes se convierte en la primera institución colombiana en obtener la acreditación ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology).

2016
Eduardo Aldana recibe la Medalla de Oro Uniandes. Se crea el programa de Liderazgo en Ingeniería. Se firma el convenio MISTI – Uniandes para que profesores de Los Andes y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) presenten proyectos conjuntos de investigación.

1962
La revista Time dedica un artículo a la Universidad de los Andes denominado Pursuit of Excellence (En búsqueda de la excelencia).

1967
Inicia la construcción del Edificio W para la Facultad de Ingeniería. Se aprueba el programa de pregrado en Ingeniería de Sistemas como parte de Ingeniería Electrónica.



1973
Eduardo Aldana, egresado de Ingeniería y Ph.D del MIT, se convierte en el primer ex alumno designado como rector de la Universidad.

1996
Nace el Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico más importante de Colombia: el CITEC.



2018
El Ministerio de Educación renueva la acreditación del Doctorado en Ingeniería por diez años.

UNA SUMA PODEROSA

Los laboratorios de **Análisis Químico Ambiental y Análisis Químico Instrumental** ocupan un lugar destacado a nivel nacional, gracias a que poseen **un conjunto completo y sofisticado de equipos y un capacitado grupo de trabajo**, además de un riguroso sistema de gestión de calidad.

Ambos **forman parte del Laboratorio Integrado de Ingeniería Ambiental**. En ellos se analizan diferentes matrices como lodos, suelos, residuos, aire y, en especial, agua.

Nacieron en **1962**, y durante los primeros años funcionaron en 'El Galpón', hoy Edificio Z. **En 1996 se trasladaron al CITEC**, ubicado en la Zona Industrial de Puente Aranda, y en **2007 se instalaron en el recién inaugurado Edificio Mario Laserna**.

Son de uso mixto, pues sirven de apoyo académico a pregrado, maestría y doctorado, y **contribuyen al desarrollo de proyectos externos**. Por ejemplo, en ellos se realizó toda la parte analítica del Proyecto Plan quinquenal y red de calidad hídrica de Bogotá, llevado a cabo por el Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental (CIA) **para la Secretaría Distrital de Ambiente**.

Estudios de calidad de agua del río Bogotá, río Magdalena y ríos de montaña colombianos; sistemas urbanos de drenaje sostenibles (SUDS), techos verdes y monitoreo de agua en comunidades vulnerables al escenario de posconflicto, son otros de los **proyectos que se han desarrollado con el apoyo de los laboratorios**.

En la actualidad, **85 de los parámetros que analizan**, están acreditados ante el IDEAM. Además, su sistema de gestión de calidad asegura que los parámetros, acreditados o no, reporten resultados confiables.

En el Laboratorio de Análisis Químico Ambiental se **trabaja la parte conocida como química húmeda**. Cuenta con equipos básicos de laboratorio, horno, muflas, incubadoras, termorreactores, tituladores, pH-metros, espectrofotómetros y cabinas de extracción. En este espacio se realizan ensayos **empleando diferentes técnicas analíticas** como la gravimetría, la titulación o la colorimetría.

El Laboratorio de Análisis Químico Instrumental **posee equipos especializados que permiten cuantificar concentraciones muy y pequeñas** de compuestos de interés ambiental, entre otros, metales y sustancias orgánicas. En él se emplean **técnicas de análisis de mayor precisión**, como la cromatografía gaseosa, la cromatografía líquida y la espectrometría.

CONTACTO

Edna Lorena Delgado, Coordinadora de Laboratorios -ICVA
edelegado@uniandes.edu.co

Foto: De izquierda a derecha: Mariela Quintero, David Rodríguez, Edna Delgado, Nancy Henao, Breiner Arias, Adriana Jaimes, Olga Gómez y Yuli Ruiz.



SANDRA MEDINA, UNA

ECO-EMPREENDEDORA

Radicada hace tres años y medio en Arabia Saudita, la ingeniera química y ambiental de la Universidad de los Andes aplica biotecnología a la creación de productos que generen un impacto en la sociedad y el medio ambiente.

Sandra Medina Muñoz arribó a Arabia Saudita el domingo 25 de enero de 2015, dos días después de la muerte del rey Abdullah, monarca de esta nación durante 10 años y fundador de la Universidad Rey Abdullah de Ciencia y Tecnología (KAUST, por sus siglas en inglés), adonde llegó para realizar su doctorado en Ciencias e Ingeniería Ambiental.

A lo largo de su carrera académica en la Universidad de los Andes, su trabajo se centró en el tratamiento de aguas residuales. Más adelante, durante su paso por la Occidental Petroleum Corporation de Colombia y por Nijhuis Industries se enfocó en las aguas residuales producidas por la industria petrolera. El interés por este tema la motivó a buscar un doctorado en esa área. A través del profesor Nicolás Ríos Ratkovich se contactó con Torove Leiknes, docente de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, a quien le llamaron la atención sus investigaciones y la invitó a formar parte de su equipo. El noruego había sido nombrado director del Centro de Desalinización y Reúso del Agua, de la KAUST, de tal manera que si deseaba trabajar con él debía hacerlo en el país asiático.

Desea inspirar a otros

“En Arabia están los principales productores de petróleo del mundo, por tanto debían haber recursos para investigación en tratamientos de aguas de producción”, apunta Medina, quien buscó información sobre la institución y al descubrir las excelentes condiciones, el nivel de exigencia y la calidad de sus profesores decidió viajar.

Radicarse en otro lugar no le resultaba extraño. Ya lo había hecho una vez, cuando abandonó su natal Neiva y se trasladó a Bogotá, a los 15 años. De esos primeros años recuerda cuando su papá la llevó a conocer la planta de Colombina ubicada en La Paila, Valle del Cauca. Quedó fascinada con el proceso de producción y desde entonces se interesó en el desarrollo de productos.

Paralelo a la investigación sobre tratamiento de aguas residuales con membranas cerámicas que desarrolla en el doctorado, de la mano de la ingeniera mexicana Luisa Javier, inventó Wayakit, un líquido removedor de manchas y olores en la ropa.

El proyecto nació en medio de un curso sobre innovación y emprendimiento al que ambas asistían. Luisa fundó una empresa de productos de

limpieza en México y tenía en mente crear uno para lavar ropa sin usar agua, así que le propuso conformar una alianza para desarrollarlo.

El objetivo de las investigadoras era hacer ciencia con propósito, creando proyectos que tuvieran impacto en el ambiente y en la gente. “Se trata de entender el para qué de la investigación y la responsabilidad que tenemos”, agrega Luisa.

Antes de crearlo visitaron el hogar de 100 personas, de 23 nacionalidades diferentes, para ver cómo lavaban la ropa. Gracias a estas entrevistas descubrieron que este proceso resultaba problemático cuando las personas viajan; por esta razón, cambiaron el enfoque de su investigación y se concentraron en viajeros de diferentes perfiles, desde mochileros hasta empresarios. “Uno de ellos nos dijo: ‘mi sueño es viajar con la ropa que llevo puesta y el pasaporte’, y pensamos, ¿por qué no?”, narra la ingeniera mexicana.

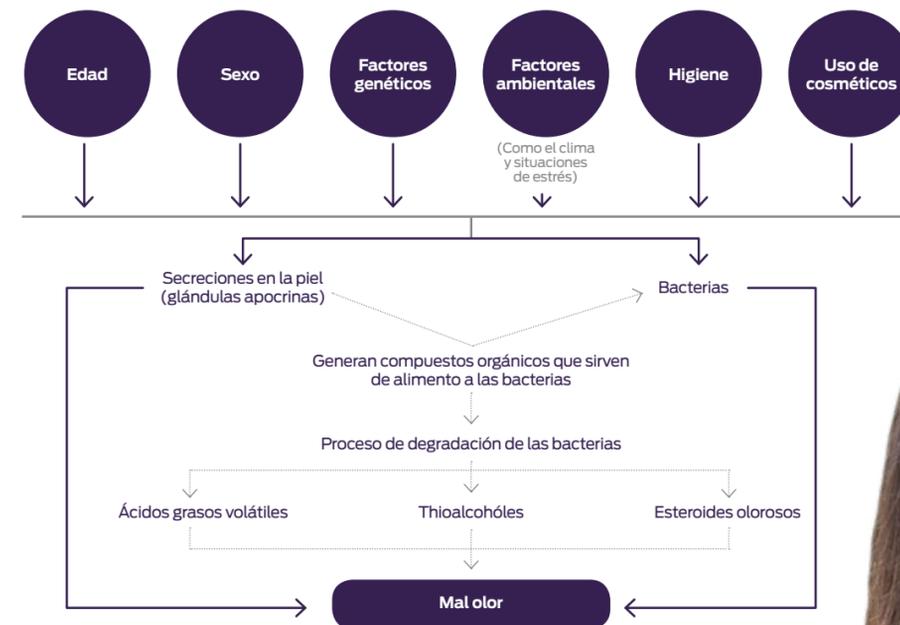
Tras estudiar los factores que influyen en la producción de los olores y los distintos tipos de manchas, buscaron en el laboratorio la solución, con el uso de biotecnología. De esta manera nació Wayakit, un líquido elaborado con compuestos

biodegradables que elimina las manchas y los malos olores gracias a solventes orgánicos que remueven la grasa y enzimas que rompen las moléculas del sudor.

En la actualidad, Wayakit compete con otras 50 startups de Arabia Saudita por un premio de 100.000 dólares que otorga *Taqadam Startup Accelerator*, un programa cuyo fin es ayudar a los participantes a promover sus modelos de negocios.

Sandra y su socia esperan resultar ganadoras de esta competencia y con este fondo comenzar la producción. Su objetivo es ampliar el mercado también a empresas y continuar creando diferentes productos. “Lo que más me gusta de todo este aprendizaje es la posibilidad de fomentarlo en la comunidad colombiana. Me encantaría volver a mi país, retribuir a la sociedad e inspirar”, concluye la ingeniera uniandina.

Radiografía de los malos olores



Sandra Medina y Luisa Javier

Wayakit está compuesta por ingredientes no tóxicos:

1

Surfactantes naturales con propiedades antibacteriales.

2

Solventes orgánicos para eliminar la grasa de las manchas.

3

Enzimas para romper las moléculas de sudor.

4

Macromoléculas orgánicas que encapsulan olores volátiles.



“Queremos desarrollar otros productos para sectores industriales, como los mismos hoteles, incorporando tecnología”.



JUAN CLAUDIO NIÑO

UN
FR

Egresado de Ingeniería Mecánica de Los Andes, está dedicado a investigar y producir nuevos materiales en la Universidad de Florida y a partir del próximo año será asesor científico del Departamento de Estado de EE.UU.

Foto: University of Florida | Lyon Duong

LÍDER SIN FRONTERAS

A partir de enero de 2019, Juan Claudio Niño será asesor científico del Departamento de Estado de Estados Unidos en las áreas de seguridad nacional e inteligencia artificial. Tendrá ese rol tras haber sido uno de los 14 científicos que recibieron este año la distinción *Jefferson Science Fellow* por parte de la Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina de ese país.

Desde 2003 este uniandino egresado de Ingeniería Mecánica es profesor del Departamento de Ciencia de Materiales e Ingeniería en la Universidad de Florida, donde dirige un grupo de investigación dedicado a la creación de nuevos materiales.

"Un ingeniero mecánico o civil hace sus diseños y de un catálogo escoge un material que tiene las propiedades que busca. El ingeniero de materiales llena esos catálogos de materiales nuevos, más eficientes y con mejores propiedades". Así es como explica Niño su pasión.

La curiosidad por entender cómo están hechas las cosas y por desarrollar métodos para modificar las propiedades de la materia surgieron en el pregrado, con un par de profesores de esos que inspiran. Primero Gustavo Tovar, de quien recuerda Niño que "derrochaba sabiduría en sus clases", y luego con Jorge Medina, con quien desarrolló su tesis sobre el análisis de las propiedades de las aleaciones metálicas.

Después de eso hizo un doctorado en materiales en la Universidad Estatal de Pensilvania y luego realizó un postdoctorado en películas delgadas en el Instituto de Investigación de Materiales de la misma universidad. Ahora, con su grupo de investigación (*Nino Research Group*) tiene varias patentes y una compañía de inteligencia artificial (*Rain Neuromorphics, Inc.*), en Silicon Valley.

En su naturaleza está la necesidad de innovar y por eso su trabajo ha resultado tan versátil: además de tres patentes en inteligencia artificial, tiene una patente para hacer ecografías

en 4D (3D + tiempo), otra que permite la generación de tejidos a partir de células madre mediante pulsos y control de ondas mecánicas, y una más con baterías nucleares cuyo uso principal es alargar la vida útil de los marcapasos.

Si bien casi todas sus líneas de investigación y patentes están relacionadas con el uso de energía, sus aplicaciones se dan en el campo de la salud, y más recientemente en el área de inteligencia artificial, donde está emulando el cerebro para generar redes neuronales de gran eficiencia.

Sin embargo, su grupo de investigación también colabora con proyectos de otra naturaleza, como los que lleva a cabo con Los Andes. Uno de esos es con el área de arqueometalurgia que lidera el profesor Jairo Escobar, en el que se ha hecho un trabajo de ciencia fundamental para intentar reproducir en laboratorio lo que habrían hecho los precolombinos para producir esas piezas de platino que hoy se exhiben en el Museo del Oro. El otro es con Juan Gabriel Ramírez, del Departamento de Física, con quien trabaja en materiales de memoria resistiva, que cambian su estado de resistencia según su historia eléctrica.

Y así va sumando roles: profesor, investigador, emprendedor y algo de empleado público, con ese nuevo reto como asesor del Departamento de Estado de Estados Unidos. "El rasgo común de todo es la pasión por conocer más" y un deseo latente por aportar a la ciencia y mejorar la calidad de vida de los demás. ✦



Miembros del Nino Research Group <http://hrg.mse.ufl.edu/>

PROYECTOS EN CURSO



Grupo de investigación



Participantes



Duración



Población/zona que impacta

Proyecto: Integración de los problemas logísticos mediante el uso de técnicas de optimización, visión por computadora y robótica industrial.



Profesor: David Álvarez, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Industrial.

Correo: d.alvarezm@uniandes.edu.co



Centro para la Optimización y Probabilidad Aplicada (COPA) y Grupo de Producción y Logística- PYLo.



David Álvarez-Martínez (Uniandes), John Wilmer Escobar (Universidad Javeriana, Cali), Guillermo Camacho (Universidad de La Salle, Bogotá) y Rodrigo Linfati (Universidad de Bio-Bio, Chile).



2014 - actualmente



Tiene aplicación internacional, pero sus casos de estudio han tenido lugar en Santiago de Chile y en Cali, Colombia.

Proyecto: Programación segura en plataformas móviles



Profesores: Sandra Rueda (sarueda@uniandes.edu.co) y Mario Linares Vásquez (m.linaresv@uniandes.edu.co)



COMIT-Comunicaciones y Tecnología de Información y *The Software Design Lab*



Sandra Rueda y Mario Linares, profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, y Gabriele Bavota, profesor de la Universidad de Lugano. Estudiantes de maestría: Alejandro Mazuera Roza y Jairo Bautista Mora. Estudiantes de pregrado: Santiago Sáenz y Camilo Andrés Sánchez.



2017 - actualmente



Empresas desarrolladoras de *software* y profesionales en el área de desarrollo de *software*.

Funcionarios públicos con intereses en construcción de lineamientos de *software* seguro.

Académicos y estudiantes interesados en aprender buenas prácticas en programación.

Objetivos:

- Recopilar información y construir las bases teóricas y taxonómicas de clasificación de errores de seguridad en el sistema operativo Android.
- Identificar los errores comunes de dichos desarrollos para establecer patrones, a través de minería de repositorios.
- Desarrollar métodos y herramientas que permitan evaluar programas en etapa de desarrollo o post-producción, para detectar los errores identificados.
- Robustecer la enseñanza en *software* seguro en la academia y alertar a los ciudadanos sobre malas prácticas en sus dispositivos móviles.
- Evaluar aplicaciones financieras para identificar posibles vacíos de seguridad y alertar a las entidades.

Resumen: Con el *boom* de la transformación digital, son muchas las empresas y emprendedores que desarrollan su aplicación, sin tener en cuenta aspectos importantes de seguridad. Incluso, en la academia o a través de certificaciones en línea, redundan los conocimientos en programación y pocos de ellos hacen referencia a la importancia del *software* seguro.

Así es como nace esta iniciativa, la cual busca identificar tanto buenas prácticas como vacíos de seguridad que afectan diariamente la información de millones en sus teléfonos móviles, y que se evidencian en los problemas de seguridad reportados para sistemas operativos y aplicaciones móviles.

A largo plazo, este proyecto busca desarrollar técnicas y herramientas que estén disponibles de forma pública para identificar patrones de código inseguro y generar alertas tempranas a los desarrolladores de aplicaciones móviles. Dichas herramientas identificarán estas coincidencias y permitirán al desarrollador corregirlas antes de lanzar su producto al mercado. A su vez, este proyecto busca hacer alianzas con empresarios y academia para concientizar a los usuarios de móviles sobre malas prácticas de seguridad (por ejemplo contraseñas fáciles, descarga de *apps* peligrosas, falta de uso de antivirus, uso de redes inseguras), y a los futuros programadores sobre la responsabilidad de desarrollar programas seguros.

Proyecto: Estudio de las asociaciones público-privadas en el desarrollo de la infraestructura en Colombia



Profesor: José Alberto Guevara Maldonado.

Correo: ja.guevara915@uniandes.edu.co



Grupo de Investigación en Ingeniería y Gerencia de la Construcción –INGECO.



José Alberto Guevara Maldonado, profesor asistente del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, y los estudiantes John Sebastián Salazar Florez y Angie Lorena Ruiz Robles, de la Maestría en Ingeniería Civil, y Gabriel Castelblanco, estudiante doctoral.



2013 - actualmente



Entidades públicas, privadas relacionadas con construcción e infraestructura. Consultores, inversionistas privados, bancos, constructores, desarrolladores, etc.

Objetivos:

- Caracterizar las APP y analizar variables de distintos aspectos cuantitativos y cualitativos desde un punto de vista socio-técnico.
- Utilizar modelos de simulación a través de la metodología de dinámica de sistemas, para analizar problemas de política pública en el desarrollo de infraestructura social y productiva.
- Brindar a empresas del sector público y privado pautas o buenas prácticas para la presentación exitosa de proyectos APP.

Resumen: Durante las últimas tres décadas, gobiernos alrededor del mundo han utilizado esquemas APP para mejorar los sectores de infraestructura social y de transporte (modo carretero) en sus respectivas jurisdicciones. Aunque ha habido experiencias exitosas, la configuración de este tipo de iniciativas no ha estado exenta de controversias y dificultades, las cuales han sido analizadas a través de numerosos artículos académicos.

La presente investigación busca entender los procesos de toma de decisión en la configuración de proyectos APP, a través de la generación de un simulador de gestión. Dicha herramienta estará fundamentada en un modelo de Dinámica de Sistemas. Este permitirá explorar el impacto de múltiples decisiones, a la luz de las principales variables socio-técnicas, tanto cualitativas como cuantitativas, que intervienen en las múltiples etapas de la fase de configuración de una APP. El simulador permitirá la interacción de futuros usuarios con el mencionado modelo a través de una interfaz web.

Proyecto: Anya

Programa: Ingeniería Mecánica

Integrantes: Eduardo Castellanos, Catalina Lara, Katherine Cifuentes y Juan Alberto García.



Ver, ojo y vista, son tres términos diferentes relacionados con el concepto de visión. Todos los abarca la palabra Anya, perteneciente a un dialecto africano, escogida por los estudiantes de Ingeniería Mecánica y Civil para bautizar su proyecto.

Anya consiste en la manufactura de lentes de contacto personalizados, que se destacan sobre los convencionales por sus novedosas cualidades. Por un lado, al ser fabricados según la topografía particular de cada cornea, cuentan con sus rugosidades características, permitiendo que encajen perfectamente con el ojo. Por otro, están elaborados en hidrogel, material que ayuda al correcto metabolismo del ojo, pues mejora su hidratación gracias a su alta permeabilidad al oxígeno.

Para desarrollar esta idea, los jóvenes contaron con el apoyo de varios profesionales, quienes los asesoraron en la parte médica, en los materiales, la impresión 3D y el diseño. "Uno de los procesos más complejos fue trasladar los datos de la topografía corneal al programa de diseño", resalta Juan Alberto García, integrante del grupo.

Proyecto: ReciclArte

Programa: Ingeniería Ambiental

Integrantes: Laura Basto Hernández, Paula Romero Valderrama, Laura Páez Angarita, Nelson Restrepo Moreno y Ana María Rodríguez Alfonso.



En Colombia, compañías como Juan Valdez o Tostao avanzan con pasos firmes gracias a la acogida que tienen sus productos, en particular, el café.

Los estudiantes realizaron una investigación con el fin de analizar los desechos producidos en el Edificio Pedro Navas, de la Universidad de los Andes, y encontraron que las tazas de cartón empleadas por estas tiendas para servir el café, constituyen una amenaza ambiental, pues a diario se acumulan cientos de ellas.

Este resultado los motivó a desarrollar **ReciclArte**, una campaña social cuyo objetivo es generar conciencia sobre el tipo de desechos que se producen y la posibilidad de reducirlos.

Una taza de cerámica decorada con pintura de pizarra, para que cada persona la pueda decorar a su gusto con tiza, se convirtió en el símbolo de la iniciativa. Durante una jornada, el grupo las obsequió a estudiantes, profesores y empleados, con el compromiso de que las usaran cada vez que sirvieran o compraran una bebida. "Además, ahorrarán dinero, pues buena parte de estos negocios ofrecen descuentos a quienes lleven sus propias tazas", añade Paula Romero, una de las creadoras del proyecto.

MI PROYECTO Y YO

Sensibilizar a las personas sobre distintas problemáticas y **contribuir al desarrollo del país** y el bienestar de su gente, fueron los motores de estos trabajos, ganadores de la más reciente edición de **Expoandes**, la muestra de proyectos estudiantiles de los siete departamentos de la Facultad de Ingeniería.



Proyecto: Openmind

Programa: Ingeniería de Sistemas y Computación

Integrantes: Valentina Duque, Mateo Ferro, Lily Duque y Jhoan Sebastián Díaz.

En Colombia, se calcula que como consecuencia del conflicto, el 11,9% de los integrantes de las Fuerzas Militares y el 20% de los desplazados sufren de estrés post-traumático.

Sumado a esto, según la Organización Mundial de la Salud, a lo largo de su vida una de cada cuatro personas ha sufrido algún tipo de trastorno mental como este y la mayor parte de ellas han sido discriminadas por sus dolencias, debido a la falta de información sobre el tema.

Basados en el caso colombiano, los estudiantes crearon **Openmind**, una aplicación de realidad virtual, construida sobre una plataforma de videojuegos, que permite vivir los síntomas de alguien con estrés post-traumático.

La aplicación ofrece a los usuarios la posibilidad de conocer de forma vivencial esta dolencia, mediante una experiencia visual y auditiva, y les brinda herramientas para interactuar acertadamente con quienes la sufran. De esta manera, contribuye a disminuir el rechazo causado por la desinformación. Así mismo, en el futuro espera servir de apoyo didáctico a estudiantes de Psicología, para que aprendan sobre el trastorno.



Proyecto: Ecomaterial

Programa: Ingeniería Civil

Integrantes: Nicolás Sánchez, Andrés Felipe Cruz, William David Villamil y Andrés Castaño López.

El futuro urbano, es el eslogan de este proyecto, cuya meta es la creación de un material para construcción, elaborado con elementos reciclados y aptos para implementarse en obras a lo largo y ancho del país; en especial, en zonas de bajo desarrollo en infraestructura, como los Llanos Orientales, el Pacífico y la Amazonía.

Esta propuesta constituye un gran aporte ecológico, pues busca dar uso a las ingentes cantidades de plástico que se producen a diario y, de esta manera, reducir el alto impacto de la industria de la construcción en el medio ambiente.

Ecomaterial está elaborado con una mezcla de concreto, agregado grueso, agregado fino y plástico pulverizado, componentes que le brindan una resistencia de diez toneladas antes de falla y una larga vida útil. Además, el uso de elementos reciclados disminuye los altos costos de los materiales de construcción.

A corto plazo, el grupo implementará su producto en proyectos en la zona rural de los municipios de Guamal y Bahía Solano. A futuro, espera contribuir al desarrollo de la infraestructura en aquellas regiones del país con menores porcentajes de cobertura vial.

ZONA APPS

El Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación está siempre a la vanguardia, gracias a que permanentemente adelanta iniciativas dirigidas a promover el desarrollo de los diferentes ámbitos de esta área del conocimiento.

Les presentamos a algunas de ellas.

AtmenUhr: unidos contra el tabaco

Convertirse en una práctica herramienta para ayudar a dejar de fumar, es la meta de este dosificador inteligente.

Según un informe de la Organización Mundial de la Salud, el consumo de cigarrillo ha disminuido considerablemente desde el año 2000. No obstante, esta reducción es insuficiente, pues en el mundo aún existen 1.100 millones de fumadores y 367 millones de fumadores pasivos.

Es por esto que Jorleidis Monsalvo y Rafael Forero crearon AtmenUhr, un dosificador electrónico inteligente que pretende ayudar a los adictos a la nicotina a abandonar este vicio. Consiste en un dispositivo portable conectado de manera



Jorleidis Monsalvo y Rafael Andrés Forero, estudiantes de pregrado.

inalámbrica a una aplicación. El primero brinda al usuario, mediante un spray, la dosis de un tratamiento farmacológico que reemplaza la nicotina. Además, posee unos sensores que le miden la presión arterial y el nivel de saturación de oxígeno. Por su parte, la aplicación analiza los resultados; en la medida en que cambian, el programa modifica la dosis suministrada por el dispositivo. "Con esos datos hicimos un trabajo estadístico para que la persona note cómo avanza en su objetivo. Esta información personalizada la motiva a continuar con el proceso hasta dejar de fumar por completo", explica Forero sobre este proyecto, con el cual ganaron el Concurso de Innovación con TI, iniciativa del curso Diseño de Productos e Innovación en TI, liderado por el profesor José Tiberio Hernández.

International Summer Workshop on Visual Computing, los mejores reunidos en un mismo lugar

El grupo de investigación IMAGINE (R&D+i in Visual Computing) fue el artífice de este evento, realizado el pasado 14 y 15 de junio en el edificio Mario Laserna.

El International Summer Workshop on Visual Computing reunió a expertos en computación visual, quienes reflexionaron sobre los resultados de sus trabajos en esta área. La cuota internacional corrió por cuenta de Christoph Garth, de la Universidad Técnica de Kaiserslautern (Alemania), y Daniel Aliaga, de la Universidad de Purdue (Estados Unidos).

Por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes se hicieron presente los profesores Fernando De la Rosa, del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, y Pablo Arbeláez, del Departamento de Ingeniería Biomédica. De la Rosa presentó los avances del proyecto "Aproximaciones de Reconocimiento aplicadas a Interacción Humano-Robot", cuyo propósito es definir y evaluar mecanismos de reconocimiento de información multimodal, que podrían ser utilizados por robots sociales, para facilitarles su interacción con las personas. Arbeláez, por su parte, compartió algunos de los trabajos recientes de su grupo de investigación en visión artificial biomédica, en particular, los avances del proyecto de reconocimiento automático de expresiones faciales, el cual ha recibido el premio de investigación de Google para Latinoamérica los últimos tres años.

El taller abordó temáticas como *scientific visualization*, realidad virtual, *image & video analytics*, *visual analytics*, interacción humano-máquina, modelación geométrica y computación gráfica de alto rendimiento. Además, se convirtió en un lugar de intercambio con empresas, gracias a la participación de Acceture, ImexHS y Ecopetrol, compañías de alto perfil en innovación con base en computación visual.



Campamento de Verano: un semillero de ingenieros

El pasado mes de julio se realizó la quinta edición de este programa, que promueve el interés de los jóvenes por la Ingeniería de Sistemas y Computación.

Imagínese que pueda irse de vacaciones sin preocuparse porque sus plantas se marchiten, pues su casa está programada para monitorearlas y regarlas cuando lo necesiten. Este proyecto de Internet de las Cosas, fue una de las propuestas adelantadas por los participantes del 5to Campamento de Verano, quienes además desarrollaron videojuegos y abordaron otras temáticas como espacios interactivos y cerraduras y hornos inteligentes.

"Cada grupo exploró una problemática común de las casas inteligentes y trataron de resolverla", explica Jesse Padilla, uno de los profesores que lideró el encuentro, cuyo eje central fue La casa del futuro.

Este año el Campamento de Verano reunió a 14 estudiantes, de 9 a 12 grado de bachillerato, quienes hallaron en este espacio académico un lugar ideal para aprender los conceptos y la actividades relacionadas con la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación, y a la vez, experimentaron el entorno uniandino. El campamento se dividió en cuatro módulos, donde interactuaron con expertos y aprendieron sobre Tecnologías de Información: Diviértete programando, Creatividad, Diseño y desarrollo de videojuegos e Internet de las cosas (IoT).

ÚNETE AL EL CLUB DE LOS TESOS

¿Cuáles son las principales consideraciones que un o una bachiller tiene a la hora de escoger su carrera? ¿Qué tanto les atrae la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM)? Estos fueron los cuestionamientos que las profesoras María Catalina Ramírez, de Ingeniería Industrial, y Andrea Herrera, de Ingeniería de Sistemas y Computación, se plantearon resolver a través de encuestas y grupos focales en diversos colegios de Bogotá, con el apoyo de la egresada Jenyfer Ríos.

Más de 1000 estudiantes de colegios públicos y privados de Bogotá indicaron sus materias favoritas y la admiración que

sienten, por ejemplo, por áreas como la ingeniería y la salud. A su vez, ambos géneros consideran crucial el interés personal para elegir su carrera, sin embargo, las habilidades y destrezas influyen más en las mujeres para tomar la decisión de cuál pregrado estudiar.

Es por esto que, buscando incentivar que ambos géneros se interesen de igual manera por carreras en STEM, nació la campaña 'El Club de los Tesos', en la que se eligieron a 12 personajes de la ciencia y la ingeniería que históricamente marcaron la diferencia y que inspiran también por la sencillez de sus trayectos personales.

CONTACTO conversó con Lady Ada y Nikola Tesla, primeros miembros del Club, sobre esta iniciativa y la importancia de "enamorar" de la Ingeniería a las nuevas generaciones.

CONTACTO: ¿Cómo llegaron a la ingeniería?



Lady Ada Lovelace: En pleno siglo XVIII, en Inglaterra era extraño ver una mujer interesada en las ciencias y matemáticas. Pero mi madre, Anabella Milbanke, fue clave y me transmitió desde pequeña el amor por los números. También fue importante mi amistad con Charles Babbage, quien me introdujo a la máquina analítica. Así llegué a ser la primera programadora y descubrí los conceptos iniciales sobre inteligencia artificial.



Nikola Tesla: Así como para Ada, mi madre fue la gran inspiración: ella también era inventora. Siendo un pequeño en Serbia, fabricaba herramientas artesanales caseras y aprendía de memoria poemas épicos, lo cual desarrolló mi memoria fotográfica y pensamiento visual. Realmente no fui muy aplicado en la universidad, pero trabajé duro en la industria y fui autodidacta, lo cual fue clave para comprender los conceptos básicos de la ingeniería eléctrica.

MIEMBROS DEL CLUB DE LOS TESOS



Lady Ada Lovelace



Nikola Tesla



Mujeres de la Nasa (Mary Jackson, Margaret Hamilton, Dorothy Vaughan, Katherine Johnson y Grace Hopper).



Hedy Lamarr



Oliver Heaviside



Rita Levi



Stephen Hawking



Ellen Swallow



Lillian Gilbreth



Nora Stanton Blatch

Próximamente: Margaret Ingels Karl von Terzaghi

Lee ya sus pictolines escaneando este código QR



CONTACTO: ¿Qué se siente hacer parte del Club de los Tesos?



Lady Ada Lovelace: Desde pequeña mi madre cuidó mi entorno y quiénes me rodeaban. Tuve de tutora a Mary Somerville, por ejemplo, y para mí no era extraño sentirme retada intelectualmente a diario. Por eso para mí es un honor pertenecer al Club de los Tesos, un espacio para personajes históricos que, como yo, han ido un poco más allá de lo que se esperaba en nuestras sociedades.



Nikola Tesla: Cuando llegué a Estados Unidos fue difícil abrirme campo en el mundo de la ciencia: me enfrenté a mi primer jefe, Thomas Edison, durante la guerra de las corrientes, y mis inventos no tuvieron el éxito que merecían (los rayos X o el motor de inducción). Sin embargo, nunca me rendí, y ahora es gratificante ver que tantos años después merezco un lugar digno en la memoria de las nuevas generaciones, para inspirarlas con mi perseverancia.

CONTACTO: ¿Qué mensaje le enviarían a las jóvenes que hoy consideran estudiar alguna Ingeniería?



Lady Ada Lovelace: Que se maravillen con las creaciones del ser humano y la naturaleza, para que éstas les sirvan a su vez para inspirarse en sus experimentos científicos. Eso fueron para mí las aves, la música y el gran telar de Jacquard. Y que nunca dejen de aprender y crecer intelectualmente, así llegue el momento de hacer una familia, porque así es como seguirá evolucionando la humanidad.



Nikola Tesla: Que aprendan a trabajar en equipo —hombres y mujeres— y aprovechen las maravillas del mundo conectado que soñé, porque aunque fue grande mi legado, aprendí que la academia necesita conversación, dejar a un lado las rivalidades e innovar desde todos los puntos de vista.

CONTACTO: ¿Qué futuro le espera al Club de los Tesos?



Lady Ada Lovelace: Con el permiso de la mesa directiva del Club, me permito anunciar que próximamente estaremos una aplicación móvil muy divertida que les permitirá a los bachilleres descubrir cuál es su teso y la ingeniería con la que tienen más cosas en común. Es un trabajo maravilloso de programación, el cual desarrolló el Laboratorio de Diseño de Software del profesor Mario Linares y sus estudiantes de maestría.



Nikola Tesla: Así es, esperamos que muy pronto puedan descargar la app en los mercados de Google Play y Apple. Eso por un lado, por parte del Club también estamos planeando ampliar la membresía a aquellos jóvenes estudiantes latinoamericanos que tienen una historia inspiradora ligada a la Ingeniería. ¡Si conocen alguno, no duden en recomendarlo! Pueden escribirnos a prensa.ingenieria@uniandes.edu.co.

Estos son algunos de los eventos que marcaron pauta en nuestra Facultad durante el primer semestre de 2018. Seminarios, talleres, foros y maratones de diseño hicieron parte de la programación.

2

Emprendimiento y tecnología social: protagonistas de la Semana de la Innovación

Del 7 al 11 de mayo se realizó una nueva versión de la Semana de la Innovación, un evento compuesto por diferentes iniciativas de estudiantes y egresados uniandinos, donde se promueven los espacios de innovación y emprendimiento mediante el uso de ciencia y tecnología.

Para esta edición, 260 proyectos de estudiantes de Administración, Diseño e Ingeniería fueron presentados en el formato de una gran Feria de Innovación donde universitarios, egresados y visitantes externos conocieron las ideas y creatividad de los estudiantes uniandinos.

Uno de los eventos más destacados, fue El Encuentro con Andrés Barreto, creador de la plataforma *Groovespark*, y socio de *Firstrock Capital*, un fondo de inversiones para *start ups* con sede en Nueva York, quien compartió con los asistentes siete recomendaciones para iniciar un emprendimiento.



Andrés Barreto, conferencista principal de El Encuentro de la Semana de la Innovación.

Ingenieros de software de Iberoamérica se dieron cita en CIBSE 2018

Del 23 al 27 de abril se realizó el XXI Congreso Iberoamericano en Ingeniería de Software -CIBSE 2018-, para promover la investigación científica de alta calidad en los países iberoamericanos, fomentar la colaboración entre pares para la publicación y discusión de trabajos e identificar sinergias entre académicos de software, estudiantes y representantes de la industria.

En esta edición de la conferencia se discutieron los últimos avances en líneas de producto de software empresarial, internet de las cosas (IoT) y planificación estratégica de tecnologías de información en organizaciones. La conferencia fue organizada por Rubby Casallas y Kelly Garcés, profesoras del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación.



3

Investigación, tendencias y casos de éxito en el SIB 2018

Del 16 al 18 de mayo se llevó a cabo la novena versión del Seminario Internacional de Ingeniería Biomédica -SIB-, un evento académico que reunió a más de 120 investigadores, estudiantes y representantes de la industria para discutir los últimos avances y tendencias en esta área del conocimiento.

El seminario contó con conferencias, conversatorios, sesiones plenarias y talleres en diversas temáticas como: biomateriales e ingeniería de tejidos; biomecánica y ortopedia; dinámica cardiovascular y hemostáticos; procesamiento de señales y neurociencias; modelado de sistemas biológicos, entre otros.

El evento fue organizado por Mario Valderrama, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Biomédica.



(De izq. a der.) David Bigio, profesor distinguido de Ingeniería Biomédica; Natalia Valbuena, gerente de asuntos regulatorios de Medtronic para la región andina y Juan Carlos Briceño, director de la Escuela de Posgrado e Investigación y profesor titular de Ingeniería Biomédica, en una de las sesiones plenarias del seminario.



Los líderes en las instalaciones de la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima -COTECMAR-.

Líderes en Ingeniería se toman Cartagena

La primera cohorte de estudiantes del Programa de Liderazgo en Ingeniería (PLI) de Uniandes participó en el Taller de Liderazgo, organizado en la Sede Caribe en Cartagena. Con una programación que incluyó entrenamiento militar, práctica en velero y visitas técnicas a instituciones navales, los 13 estudiantes en compañía de Wilson Flórez, director del Programa, vivieron durante tres días como unos verdaderos cadetes.

El taller, realizado en junio de 2018, puso a prueba las habilidades y competencias en liderazgo de los asistentes, y les permitió interactuar con miembros de las instituciones navales presentes en Cartagena.

4

Makeathon Colombia: ideas innovadoras para el agro colombiano



Más de 40 estudiantes de diferentes disciplinas y universidades participaron durante cuatro días en la segunda versión de *Makeathon Colombia*, un evento donde jóvenes se reúnen para desarrollar prototipos con ideas innovadoras mientras aprenden y comparten en entornos interdisciplinarios.

En esta versión, los participantes tenían como reto encontrar mejoras alrededor del cultivo de papa. Para tal fin, se organizaron talleres, conferencias y una salida de campo a Sibaté (Cundinamarca).

Los estudiantes presentaron propuestas para impulsar el mercado de la fécula de papa, así como una página web que le permita a los campesinos diversificar sus cultivos de papa colombiana para conectarlas con mercados potenciales.

5

Cultivando futuro para un agro moderno e innovador



Profesores de Ingeniería Industrial, Eléctrica y Electrónica y Civil y Ambiental, participaron en conversatorios con líderes de compañías agroindustriales del país.

El pasado 22 de agosto la Revista de Ingeniería realizó el foro 'Ingeniería y Agricultura: cultivando futuro', en el que expertos nacionales e internacionales discutieron el papel que debe desempeñar la ingeniería para contribuir al desarrollo de una agricultura moderna en Colombia.

Moderado por Carlos Gustavo Cano, editor invitado de la Revista de Ingeniería, este foro contó con la participación de Santiago Planas de Martí, funcionario del Departamento de Agricultura de Cataluña y profesor de la Universidad de Lleida (España) quien presentó una ponencia sobre agricultura de precisión y gestión optimizada de insumos productivos.

Durante el foro también se presentaron casos de éxitos contados por los gerentes de seis agroempresas colombianas de alto reconocimiento nacional e internacional que han innovado en diferentes procesos en el diseño y comercialización de productos como piña, arroz, semillas, aguacate, flores y frutas exóticas.

SEMINARIOS DE EXCELENCIA:

NUESTROS LÍDERES REGRESAN A LA FACULTAD

Sabemos que dentro de nuestros egresados se encuentran los líderes más destacados del país en sus áreas de trabajo. Es por ello que los hemos convocado a compartir sus conocimientos y experiencias a través de una amplia oferta de seminarios cortos, los cuales hemos llamado Seminarios de Excelencia. Estos seminarios ofrecen certificación y están dirigidos a profesionales que quieren aprender de las oportunidades y retos de la práctica profesional desde la perspectiva del selecto grupo de seminaristas invitados, en horarios flexibles que se adapten a su jornada laboral.

El primer ciclo de cursos inició en mayo de 2018 en la sede norte de Uniandes, con el exitoso seminario *Data Science: de la teoría a la práctica*, dictado por la conferencista María Esther Ordóñez, ingeniera de sistemas uniandina y experta en *Big Data*. Además de la información técnica compartida por la egresada, los asistentes pudieron aplicarla mediante un software de última generación, y ampliaron su red de contactos en esta área, tejiendo redes colaborativas con sus compañeros y aplicando las conclusiones obtenidas en sus entornos de trabajo.

Además de este curso, la oferta se ha ampliado a temáticas tan variadas como *Evaluación financiera de proyectos de energías renovables* (dictado por Sandra Carolina

Agudelo); *Reingeniería humana para la acción* (con el chileno Osvaldo García y Wilson Flórez, del Programa de Liderazgo); *Fundamentos del entrenamiento deportivo* (con el doctor John Duperly) y *Políticas públicas de TIC como agente transformador del país* (liderado por María Isabel Mejía, Hugo Sin Triana y Javier Torres Páez).

En octubre de 2018 iniciará el décimo curso de esta iniciativa, el *Taller de Liderazgo en Ingeniería para profesionales*, que se enmarca dentro de las actividades del Programa de Liderazgo en Ingeniería de Uniandes, una iniciativa del *Gordon Engineering Leadership Program* del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Uniandes replicó esta metodología de trabajo para desarrollar y fortalecer las competencias que requieren los ingenieros líderes, y los asistentes al taller estarán expuestos a sesiones magistrales sobre el desarrollo de estas competencias, así como la realización de ejercicios prácticos para aumentar la comprensión en el dominio operacional y la capacidad de movilización a través de la inspiración de sus equipos de trabajo.

Encuentre toda la información de este curso y los próximos a desarrollar escaneando este código o ingresado a ingenieria.uniandes.edu.co

Conozca toda la oferta en



NOTICIAS



LA INCUBADORA DE OXFORD

Tres proyectos de base científica y tecnológica desarrollados en la Facultad de Ingeniería accedieron a un selecto programa de aceleración, gracias a su participación en Oxelerator Colombia 2018, una iniciativa desarrollada por Oxentia, consultora global de innovación adscrita a la Universidad de Oxford (Reino Unido).

Los proyectos fueron preseleccionados para participar en un *bootcamp* que se realizó del 6 al 8 de mayo de 2018 en las instalaciones del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA), en el que

resultaron elegidos 15 proyectos, entre los que se encuentran cuatro uniandinos -tres de Ingeniería y uno de Administración-.

Las iniciativas podrán ser presentadas ante inversionistas locales y extranjeros, incluyendo la red de Oxentia y Oxford, para trasladar las invenciones desarrolladas a la industria y a la sociedad.

La Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento (TU) de la Universidad ha brindado acompañamiento y asesoría a los profesores y grupos de investigación que fueron seleccionados en esta iniciativa global. ➔

Los proyectos de Ingeniería



Sisplug: Tapón hemostático biodegradable reabsorbible diseñado para prevenir hemorragias después de tomar biopsias. Desarrollado por Juan Carlos Briceño, director de la Escuela de Posgrado e Investigación y profesor titular de Ingeniería Biomédica; y Juan Manuel Pérez, radiólogo de la Fundación Cardioinfantil -FCI-.



Plexos: Un *software* de gestión de proyectos diseñado bajo los principios de *Lean Construction* para un flujo de trabajo colaborativo y multidisciplinario. Este desarrollo permite crear fácilmente programaciones y presupuestos integrados a modelos BIM y a bases de datos de costos en nube. Desarrollado por José Luis Ponz y Alejandro Salcedo, investigadores de Ingeniería Civil y Ambiental.



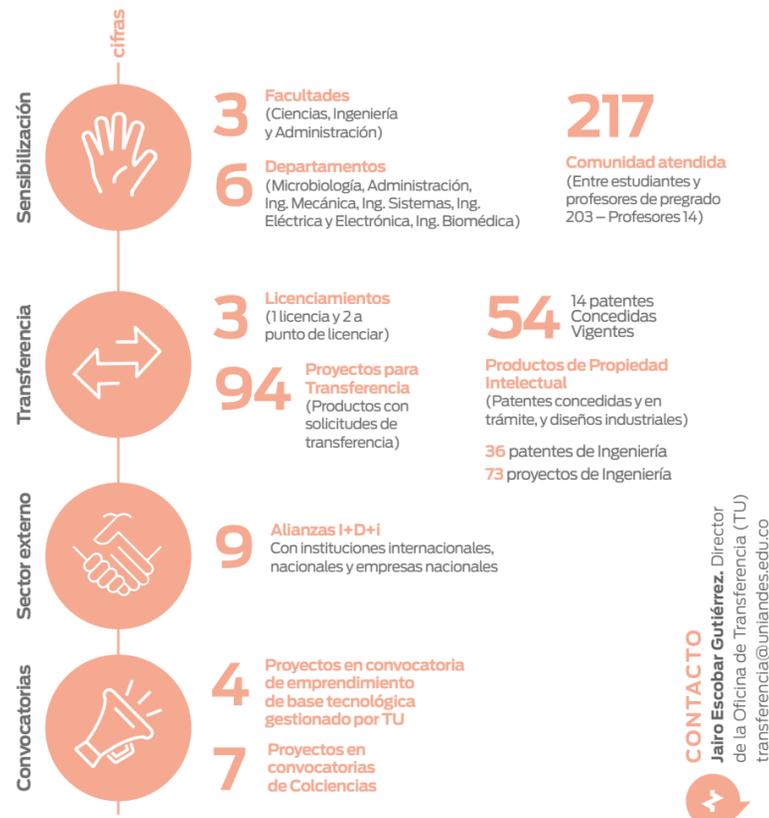
Aero Smart: Servicio que cuantifica computacionalmente el arrastre aerodinámico de ciclistas y usa esta información para ofrecer un entrenamiento personalizado para mejorar sus tiempos de carrera. Desarrollado por Omar Darío López y Luis Ernesto Muñoz, profesores asociados de Ingeniería Mecánica, en conjunto con Sergio Roa, estudiante doctoral.

Oficina de Transferencia Uniandes (TU)

La Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento de la Universidad de los Andes es llamada TRANSFERENCIA UNIANDES (TU). Hace parte de la Vicerrectoría de Investigaciones y Doctorados y tiene como objetivo principal la creación de valor social y económico en la sociedad a través de la transferencia de productos y/o servicios resultado de las actividades misionales de la Universidad. Esta iniciativa esta siendo liderada por el profesor de Ingeniería Mecánica Jairo Arturo Escobar, quien es el actual director de la Oficina. ➔

Principales resultados

- 1 Plan de formación y sensibilización para diversos niveles al interior de la Universidad
- 2 Nuevas rutas de transferencia
- 3 Diseño de procesos y procedimientos, revisión de políticas y directrices, que facilitan la creación de productos de transferencia
- 4 Alianzas estratégicas con empresas
- 5 Apoyo en convocatorias
- 6 Posicionamiento de la oficina interna y externamente



Uniandes se une a la iniciativa J-WEL de MIT



La Universidad de los Andes se ha unido al Laboratorio Mundial de Educación Abdul Latif Jameel (J-WEL), del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). *The Lab*, lanzado en mayo del año pasado, promueve la excelencia y la transformación en la educación global a lo largo de la vida del alumno, a través de colaboraciones en los niveles de aprendizaje PK-12, educación superior y aprendizaje en el lugar de trabajo.

Uniandes, que se unió a la Colaboración de Educación Superior, se encuentra entre un diverso grupo de miembros iniciales, incluidas algunas universidades líderes, principales ONG y compañías de primer nivel del planeta. Uniandes será una de las primeras instituciones colombianas en convertirse en miembro de J-WEL.

“La Universidad de los Andes se encuentra en un proceso general de reforma curricular de todos los programas de pregrado, por eso es de particular interés ser un miembro activo de J-WEL”, dice Alfonso Reyes, decano de la Facultad de Ingeniería y gerente de la iniciativa en Uniandes.

Además de Uniandes, la Colaboración de Educación Superior, dirigida por la directora de la facultad, la profesora Hazel Sive, se ha unido a miembros de África, Asia, América Latina y el Caribe. Estos incluyen la Universidad Covenant (Nigeria), la Universidad Ahmadu Bello (Nigeria), la Universidad Seikei (Japón), la Universidad Mayor (Chile), la Universidad de São Paulo (Brasil) y la Universidad de Las Bahamas.

A través de colaboraciones en línea y presenciales, talleres, investigación y eventos de intercambio de información, las organizaciones miembros de J-WEL –incluidas escuelas, universidades, ONG, agencias gubernamentales y empresas– trabajan con los profesores y el personal de MIT para abordar oportunidades mundiales de cambio escalable. En educación J-WEL es una iniciativa de MIT y *Community Jameel*, la organización de empresas sociales fundada por el ex alumno del MIT Mohammed Jameel. *Community Jameel* se dedica a apoyar la sostenibilidad social y económica en todo el Medio Oriente. ➔

Bernardo Caicedo gana por segunda vez la Geotechnical Research Medal



Por segunda vez, el Instituto de Ingenieros Civiles -ICE- (por sus siglas en inglés), otorgó el premio *Geotechnical Research Medal* a Bernardo Caicedo, profesor titular del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, quien fue destacado por su artículo *Physical modelling of freezing and thawing of unsaturated soils*, el cual publicó en 2017 en el journal más prestigioso en geotecnia: *Géotechnique*.

El artículo del profesor titular pronto será de acceso libre en la biblioteca virtual del ICE y tendrá una especial divulgación entre la comunidad académica a través de una estrategia de mercadeo.

El instituto celebrará su ceremonia de premiación en octubre de 2018, por lo que el investigador fue invitado a asistir a Londres para recibir su medalla. ➔

Software creado en Los Andes recibe patente en Japón y Estados Unidos

Un dispositivo que segmenta y cuantifica de manera automática los tejidos corporales, denominado CAVAT -*Computed Assisted Visceral Adipose Tissue*-, creado en la Universidad de los Andes, recibió patente de invención en Japón y Estados Unidos.

En el país asiático, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria emitió la decisión de concesión para esta solicitud de patente con concepto favorable y resaltó que esta noticia representa el primer caso exitoso de implementación del convenio del *Patent Prosecution Highway* entre Colombia y Japón.

Por su parte, la Oficina de Patente de Estados Unidos también emitió oficio de aceptación a este *software* que extrae el tejido adiposo de la región abdominal sobre imágenes de tomografía axial computarizada.

Este invento recibió patente en Colombia en 2017, otorgada por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC).

Andrés Medaglia recibe reconocimiento en Euro 2018



Andrés Medaglia (izquierda), profesor titular de Ingeniería Industrial, fue invitado por Mike Trick, presidente de la *International Federation of Operational Research Societies* (IFORS), organización que promueve el desarrollo de la metodología y la práctica de Investigación de Operaciones -OR- a nivel global, a participar como *IFORS Invited Tutorial Lecturer* -ITL-.

La lección tutorial de IFORS pretende fomentar nuevas investigaciones en áreas emergentes de la investigación de operaciones o resaltar nuevas tecnologías y enfoques de enseñanza impartidos por destacados académicos. El profesor presentó su tutorial *Solving Hard Shortest Path Problems with the Pulse Framework*, un trabajo que realizó en coautoría con sus pares Leonardo Lozano, de la Universidad de Cincinnati (EE.UU.) y Daniel Duque, de la Universidad de Northwestern (EE.UU.).

En la pasada edición de la Conferencia Europea de Investigación de Operaciones -EURO 2018-, realizada del 8 al 11 de julio en Valencia (España), el profesor recibió una placa por su destacado trabajo con el tutorial convirtiéndose en el primer investigador colombiano en ser reconocido con este premio. ➔



Marcela Hernández, profesora asociada de Ingeniería de Sistemas y Computación

Este método es una cuantificación objetiva de los indicadores de riesgo de un evento cerebrovascular (infarto o derrame), a partir de los valores de la medición de la grasa abdominal que arroja la imagen. Se puede aplicar tanto en niños como en adultos.

Sus creadores son: Marcela Hernández, profesora asociada del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación; Luis Felipe Uriza, director de la Unidad de Radiología del HUSI y Philippe Douek, doctor y director de radiología del Hospital Cardiológico de Lyon (Francia). ➔

Renovada Acreditación de Alta Calidad al Doctorado en Ingeniería

El Ministerio de Educación Nacional otorgó la Acreditación de Alta Calidad al programa de Doctorado en Ingeniería de la Universidad de los Andes por un periodo de diez años.

Los pares evaluadores del Consejo Nacional de Acreditación destacaron ante el Ministerio diversos aspectos positivos como el historial de acreditaciones que el programa ha tenido; sus cifras de egresados (102) y estudiantes activos (96); los 23 grupos de investigación, 11 de ellos en la categoría más alta de Colciencias; los 2.909 artículos que han sido publicados en revistas internacionales indexadas, así como el creciente número de profesores con doctorado (111). Estos últimos fueron destacados como la "gran fortaleza" del programa.

Su estructura curricular y procesos académicos fueron calificados como adecuados y coherentes con la formación y desarrollo de las competencias requeridas, flexibles, interdisciplinarios y de gran pertinencia para la región y el país. ✦

Uniandes recibe Orden al Mérito Líder de la construcción

La Universidad de los Andes recibió la Orden al Mérito Líder de la Construcción Grado Presea de Oro, como reconocimiento al valioso aporte de la institución a la educación y a la ciencia del país, a través del cual ha contribuido notoriamente al desarrollo de este sector en Colombia. La entrega se dio en el Congreso Colombiano de la Construcción realizado por Camacol, en la ciudad de Cartagena, en junio de 2018.

"Esta distinción, entregada por primera vez a una institución educativa, pretende exaltar las iniciativas visionarias de la Universidad, que le han permitido ser referente a nivel mundial", afirmó Sandra Forero Ramírez, presidente de Camacol.

"Recibimos este reconocimiento con mucha satisfacción y agradecemos a Camacol este gesto. Lo asumimos como un reconocimiento al trabajo que está llevando a cabo la academia y como indicador de que vamos por buen camino. Implica un reto y un compromiso, no solo para la Universidad de los Andes, sino para todo el sector de la educación, pues es la academia la llamada a reflexionar y aportar conocimiento para un sector tan clave para el desarrollo del país como lo es la construcción", aseguró Pablo Navas, rector de Uniandes.

Los aportes de la Universidad al país se evidencian a través del gran número de destacados profesionales que ha formado, quienes han ayudado significativamente al desarrollo económico, social, político, urbanístico y científico de Colombia. ✦

Nombramientos



Alicia Porras: es la nueva profesora del Departamento de Ingeniería Química. Ingeniera química, magíster en Ingeniería Mecánica y Ph.D. en Ingeniería de la Universidad de los Andes. Su línea de investigación está enfocada en el desarrollo y caracterización de materiales compuestos usando fibras naturales colombianas y residuos agroindustriales, para el diseño de productos verdes.



Adriana Abrego: es la nueva profesora del Departamento de Ingeniería Industrial. Ingeniera Bioquímica Industrial de la Universidad Autónoma Metropolitana (México), cuenta con certificación Black Belt Six-Sigma de la Universidad Estatal de Arizona (EE.UU.), magíster en Ingeniería Industrial con énfasis en Calidad y Productividad y Ph.D. en Ciencias Financieras del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). Su área de investigación se enfoca en la aplicación de modelos estadísticos en el área de las finanzas para el desarrollo, especialmente en el área de la agricultura.



Andrés Tamayo: llega a la Vicedecanatura Académica como gestor académico. Ingeniero industrial de la Corporación Universitaria del Huila, magíster en Sistemas Integrados de Gestión de la Universidad Internacional de la Rioja (España). Cuenta con experiencia en instituciones de educación superior.



Paola Daza: llega al Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación como nueva gestora de comunicaciones y mercadeo. Profesional en Mercadeo y Publicidad con especialización en Comunicación Corporativa del Politécnico Granacolombiano. Cuenta con trayectoria en cargos administrativos en entidades estatales, como asesora de gestión de calidad, mercadeo y planeación.



"Es imperativo que el siguiente Gobierno, pensando en las próximas generaciones, ponga en marcha una reforma rural y un catastro multipropósito; desarrolle un modelo de agricultura sostenible e incluyente con los pequeños productores y construya vías terciarias que conecten con centros de comercialización".

Alfonso Reyes, Decano de Ingeniería en El Tiempo.



"Patentamos un método que extrae una estructura a partir de una imagen médica, es decir, extraemos el tejido adiposo de la región abdominal sobre imágenes de tomografía axial computarizada. Esto nos permite determinar qué tan bien o mal está una persona respecto a la cantidad de tejido adiposo que presenta".

Marcela Hernández, profesora asociada de Ingeniería de Sistemas y Computación en El Espectador.



"El estudio se centró en precisar las causas del colapso para entender, desde el punto de vista técnico, las principales dificultades en el proceso de diseño, construcción, otorgamiento de licencias y, de esta manera, generar medidas de solución para evitar que situaciones similares se vuelvan a repetir".

Luis Eduardo Yamin, Juan Francisco Correal y Luis Enrique García, profesores de Ingeniería Civil y Ambiental en El Tiempo.

LA FACULTAD EN MEDIOS



Análisis de los retos del nuevo Presidente de la República, patentes de invención, premios internacionales, la financiación del Metro de Bogotá y un robot para exploración espacial 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.**



"Ese primer préstamo es un avance importante y permite que también por primera vez ya se esté pensando en sacar pliegos para licitar el metro de la ciudad".

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



"Ucumarf es un rover hecho con aluminio, acero y acrílicos, que tiene seis llantas motorizadas y un brazo de seis grados de libertad con garras intercambiables que le permiten recoger objetos del suelo, presionar botones, girar perillas o taladrar. Funciona con un sistema de comunicación por Wi-Fi para la transmisión de video y uno de radiofrecuencia para controlarlo por medio de una aplicación diseñada y manejada por los estudiantes".

Nicolás Ríos, estudiante de Ingeniería Mecánica y miembro del grupo Robocol.

NUESTROS ESTUDIANTES



Promedio: 4,67

Nicolás Mauricio Morato Gutiérrez

Ingeniería Industrial y Química

Tesis: *Study towards the stochastic modelling of the mammalian cell cycle* (Ingeniería Industrial)

¿Por qué estudiaste Ingeniería? Entré a Química primero, aunque en verdad quería estudiar Criminalística. El primer semestre fue durísimo, entonces en segundo consideré un doble programa en una Ingeniería y en Industrial vi que podría complementar demasiado mi perfil, ser científico me ayudó a ser mejor ingeniero y viceversa.

Proyectos futuros: iniciaré mi doctorado en Química en la Universidad de Purdue y no descarto una estancia posdoctoral, pero me encantaría regresar a Uniandes algún día para ser profesor.

Clase que más te impactó: en Química, la de Analítica 2. Y en Industrial, Probabilidad 2, aunque la electiva 'Investigación de operaciones en sistemas de salud' fue increíble.

Profesor que más te impactó: Iván Mura y Lida Sandoval, de Ingeniería Industrial. Y Chiara Carazzone, de Química.

La mayor enseñanza en Uniandes: de puertas para dentro es un lugar completamente inclusivo y una comunidad muy fuerte, donde puedes discrepar y ser respetado. Aquí el esfuerzo paga y no están los 'hijos de papi' ni los elitistas: somos gente que lucha, la mayoría becados o financiados, y que le metemos toda al estudio.

Consejos para un "primíparo": aunque haya semestres duros y te den ganas de renunciar, hay que entender que no todo te va a gustar de tu carrera. Cuando encontré lo que me gustaba, entendí que valió la pena llegar hasta ahí. Y de consejos para estudiar: pasa todo el día en la U, porque en la casa uno hace pereza, disfruta del gimnasio o de un concierto, y apóyate en buenos amigos que les guste estudiar.



Promedio: 4,7

Julián David Garzón Rangel

Ingeniería Electrónica

Tesis: *Rapport de stage : Chef de Projet SI Assistant de la Refonte de NEB (PEB)*

¿Por qué estudiaste Ingeniería? Desde pequeño tuve claro que quería ser ingeniero electrónico, en parte por la influencia de mi papá, con quien intentábamos reparar mis juguetes y nos divertíamos. Y también por la proyección de esta carrera, tiene mucho potencial para el futuro.

Proyectos futuros: estoy en París, hice la doble titulación con el École des Mines de Saint-Étienne, y me quedé en la empresa donde hice la pasantía. Quiero adquirir más experiencia y algún día regresar a Colombia y aportar.

Clase que más te impactó: Sistemas digitales y Optimización.

Profesor que más te impactó: Mauricio Guerrero, coordinador académico y quien fue mi asesor de tesis también.

La mayor enseñanza en Uniandes: trabajar duro, con disciplina y perseverancia, pero siempre motivado.

Consejos para un "primíparo": apasionarse por lo que a uno le gusta, eso es lo básico. Y tu grupo de estudio es clave, lo que uno no entiende, te ayudan y viceversa.

DESTACADOS 2018-I



SUMMA Y MAGNA CUM LAUDE



Promedio: 4,67

Sebastián Toro Barón

Ingeniería Industrial

Tesis: *Enfoque inter-horario para la valoración financiera de un proyecto de energía eólica*, con Daniela Moreno.

¿Por qué estudiaste Ingeniería? El enfoque matemático de mi colegio influyó mucho, a pesar de que llevaba el Derecho en la sangre, por mis papás. Pero en 11 me decidí por Industrial, por el consejo de un profesor que fue muy acertado.

Proyectos futuros: ahora trabajo en el Banco Mundial y quiero seguir aprendiendo un par de años más. Deseo hacer mi maestría fuera del país y tener una experiencia de independencia. Y mi sueño es trabajar algún día en el sector público.

Clase que más te impactó: Finanzas y Optimización.

Profesor que más te impactó: Julián Melo y Sergio Cabrales.

La mayor enseñanza en Uniandes: a sacarle el jugo a las oportunidades y a las personas que admiras, como tus profesores.

Consejos para un "primíparo": no faltar a clase, tomar apuntes, resumir las lecturas. Es cuestión de organizarse bien y no dejar todo para el final. Y meter clases con los profes exigentes, porque cuando llegas al límite realmente estás aprendiendo.



Promedio: 4,65

José de Jesús Serrano Hernández

Ingeniería Química

Tesis: *Experimental validation and CFD Simulation of a Gas-Liquid Cylindrical Cyclone (GLCC®)*.

¿Por qué estudiaste Ingeniería? Me ganó una beca por tener uno de los mejores Saber 11 y cuando pude elegir universidad, escogí Los Andes e Ingeniería Química. Me encantaban las matemáticas, la física y la química.

Proyectos futuros: actualmente soy asistente graduado de maestría en Ingeniería Química, pero me veo en la industria y ojalá emprendiendo un día.

Clase que más te impactó: Dinámica computacional de fluidos y la electiva 'La ciencia de la felicidad'.

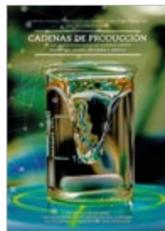
Profesor que más te impactó: Nicolás Ríos y Felipe Muñoz.

La mayor enseñanza en Uniandes: pensamiento crítico, integridad y autonomía.

Consejos para un "primíparo": sea feliz, y tenga constancia y disciplina. Aproveche a sus profesores y consolide un grupo de estudio bueno.

¡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>



Cadenas de producción de las nanotecnologías en América Latina Argentina, Brasil, Colombia y México.

Autores: Guillermo Foladori, Noela Invernizzi, Johann F. Osma, Édgar Záyago Lau (compiladores).

Este libro es resultado de una investigación de largo aliento, impulsada por la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad, con el propósito de tener una visión preliminar del estado de avance de las empresas que manipulan nanotecnologías en América Latina, específicamente en Argentina, Brasil, Colombia y México.

Además de consolidar la historia del surgimiento de las nanotecnologías en América Latina, al igual

que las distintas iniciativas industriales y políticas que las rodean, los autores de esta publicación presentan un completo inventario de empresas y clasifican los productos nanotecnológicos según el sector económico en que se emplean. Entre otros temas, el libro cuenta con un estudio de caso sobre empresas de nanotecnología en Argentina y su lugar en la cadena de producción; datos sobre el proceso de difusión de nanotecnología en la industria brasileña; una cronología de actividades colombianas en nanotecnología; y las redes, laboratorios y parques de nanotecnología presentes en México.

Año de publicación 2018 /

ISBN 978-958-774-617-4 @ 978-958-774-618-1 /

Formato: 17 x 24 cm/ Primera edición: abril del 2018

Guías de Ciclismo BID- Grupo SUR



Cómo impulsar el ciclismo urbano: Recomendaciones para las instituciones de América Latina y el Caribe

Autores: Rodríguez, Manuel; Pinto Ayala, Ana María; Páez, Daniel; Ortiz, Miguel Ángel; Buis, Jerro.

En América Latina las autoridades urbanas están prestando cada vez más interés en promover la bicicleta como medio de transporte cotidiano y en rescatar el valor que ha tenido por décadas como engranaje de la vida en comunidad. Sabemos que hacerlo permite afianzar estilos de vida bajos en carbono, disminuir la congestión vehicular, reducir tiempos de viaje, favorecer los encuentros ciudadanos, evitar el exceso de humo y ruido, mejorar la salud de las personas, y promover la equidad. En este sentido, los gobiernos locales han respondido a la creciente popularidad de la bicicleta, creando infraestructura y realizando actividades de promoción. Sin embargo, en muchos casos las políticas y medidas entusiastas han resultado ser poco coordinadas porque no han sido sostenibles e integradas debido a la débil capacidad institucional y ausencia sostenida de fuentes de financiamiento en el mediano plazo.



Aprender de los países vecinos: Experiencias de ciudades de América Latina en la promoción de la bicicleta como modo de transporte cotidiano.

Autores: Rodríguez, Manuel; Pinto Ayala, Ana María; Páez, Daniel; Ortiz, Miguel Ángel; Bocarejo, Juan Pablo; Leal Vallejo, Alejandra; Vadillo Quesada, Clara; Cantarella, Javier; Rodríguez, Florencia; Binatti, Gabriella; Pardo, Carlos Felipe.

Esta guía presenta las experiencias de cuatro ciudades latinoamericanas frente a la promoción de la bicicleta: Bogotá (Colombia), Ciudad de México (México), Río de Janeiro (Brasil) y Rosario (Argentina), con el ánimo de describir su situación actual de movilidad e infraestructura, marco regulatorio, estrategias de promoción y participación ciudadana y los hitos más importantes en la gestión de cada una de las ciudades. Es importante resaltar que estos temas coinciden con las estrategias transversales incluidas en la estructura de los Planes Maestros de Bicicleta sugeridos en la primera guía de esta serie: "Cómo impulsar el ciclismo urbano: Recomendaciones para las instituciones de América Latina".

AGENDA

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

8 DE OCTUBRE

Research Day de Ingeniería Industrial: Diseño, mejora e impacto. Bogotá.



26 DE OCTUBRE

Foro La ingeniería civil uniandina: reflexiones para otros 70 años de liderazgo. Bogotá.

22 AL 26 DE OCTUBRE

6to. Congreso Nacional de Ingeniería Física -CNIF- y 1er. Taller Internacional en Física Aplicada, Ingeniería e Innovación -APEI-. Universidad Industrial de Santander (UIS). Bucaramanga.

19 DE NOVIEMBRE

Encuentro Anual de la Red Magallanes. Bogotá.

19 AL 24 DE NOVIEMBRE

Semana de la Innovación. Bogotá.



22 DE NOVIEMBRE

Foro ISIS en Inteligencia Artificial: Ética y Responsabilidad.

4 AL 7 DE DICIEMBRE

10ma. Conferencia IPWE: Perspectivas internacionales sobre los recursos hídricos y el medio ambiente. Sede Caribe. Cartagena.

13 DE DICIEMBRE

Encuentro de Experiencias de Investigación en Ingeniería -EEII- 2018. Bogotá.

JUNIO 2019

Congreso Latinoamericano de Arqueometría 2019. Bogotá.



PROGRAMAS DE POSGRADO



ingenieria.uniandes.edu.co

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

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

DOCTORADO EN INGENIERÍA

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

MAESTRÍAS

Maestría en Inteligencia

Analítica para la Toma de Decisiones

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

Maestría en Ingeniería de Petróleos

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

Maestría en Diseño de Procesos y Productos

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

Maestría en Ingeniería Ambiental

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

Maestría en Biología Computacional (MBC)

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

Maestría en Ingeniería Biomédica

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

Maestría en Ingeniería Civil

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

Maestría en Ingeniería Eléctrica

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

Maestría en Ingeniería

Electrónica y de Computadores

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

Maestría en Ingeniería Industrial

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

Maestría en Ingeniería Mecánica

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

Maestría en Ingeniería Química

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

Maestría en Ingeniería de Sistemas

y Computación (MISIS)

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

Maestría en Arquitectura

de Tecnologías de Información (MATI)

SNIES: 101531 | Registro Calificado: Resolución 10577 del 22 de noviembre de 2011 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