

Programas de Posgrados

Facultad de Ingeniería



DOCTORADO EN INGENIERÍA

Registro SNIES: 16071

Dirigido a:

Ingenieros y profesionales de disciplinas afines interesados en desarrollar investigación avanzada con nivel académico sobresaliente o que tengan experiencia de trabajo en el campo en el que desarrollarán su doctorado.

Cierre de admisiones primer semestre: 6 de mayo de 2010

Mayor información:

Teléfonos: [571] 332 4327, 332 4328, 332 4329

Correo electrónico: info.ingenieria@uniandes.edu.co - <http://www.ingenieria.uniandes.edu.co>

CONTACTO

Facultad de Ingeniería

En busca de la movilidad sostenible

Investigadores de Los Andes buscan un modelo integral para el transporte teniendo en cuenta velocidad, bienestar y costos.



Túnel de viento

Qué es: Un equipo de laboratorio que permite estudiar el efecto del aire en movimiento, alrededor de diversos objetos como modelos a escala de aviones y de carros, balones de fútbol, perfiles aerodinámicos y edificios. En la sección de pruebas, de 1 metro por 1 metro, es posible alcanzar velocidades de aire muy bajas, hasta de 50 m/s (180 kph). Perteneció al Laboratorio de Dinámica de Fluidos del Departamento de Ingeniería Mecánica y es el único de este tamaño y potencia en Colombia.



Vista general del túnel y la turbina



Para qué sirve:

Principalmente se usa como herramienta de investigación experimental sobre fenómenos de la mecánica de fluidos y aerodinámica. Por su concepción cumple un fin didáctico, de laboratorio para la enseñanza y la investigación.

Costo: 125.000 dólares en instalación, manufactura y sistema motriz con regulación electrónica con velocidad variable. No incluye el costo de instrumentación de última generación, necesaria para determinar fuerzas, velocidades, distribución de presión, etc.

Usuarios: Estudiantes de pregrado que realizan su trabajo de grado y estudiantes de maestría que elaboran su tesis.

Proyectos: En maestría se está trabajando en el desarrollo de un pequeño generador eólico, además del desarrollo de las características aerodinámicas de perfiles de ala y el desarrollo de hélices propulsoras para aeromodelos, entre otros.

Programas de Posgrados

Facultad de Ingeniería



MAESTRÍAS

Maestría en Ciencias Biomédicas

Registro SNIES: 16041

Maestría en Ingeniería

Registro SNIES: 20823

Áreas:

- Ambiental
- Civil
- Eléctrica
- Electrónica y de Computadores
- Industrial
- Mecánica
- Química (nueva)
- Sistemas y Computación

Cierre de admisiones primer semestre: 6 de mayo de 2010

Mayor información:

Teléfonos: [571] 332 4327, 332 4328, 332 4329

Correo electrónico: info.ingenieria@uniandes.edu.co - <http://www.ingenieria.uniandes.edu.co>

**Facultad de Ingeniería
Universidad de los Andes**

Marzo / septiembre de 2010

Decano

Alain Gauthier Sellier

Vicedecana de Posgrado e Investigación

Rubby Casallas Gutiérrez

Vicedecano de Pregrado

Rafael Gómez Díaz

Vicedecano para el Sector Externo

Gonzalo Torres Cadena

Secretaria General

Claudia Cárdenas Gutiérrez

Directores de Departamento

Ingeniería Civil y Ambiental

Arcesio Lizcano Peláez

Eléctrica y Electrónica

Roberto Bustamante Miller

Industrial

Roberto Zarama Urdaneta

Mecánica

Édgar Alejandro Maraón León

Química

Óscar Álvarez Solano

Sistemas y Computación

Jorge Alberto Villalobos Salcedo

Coordinadora de Promoción y Divulgación

Margarita María Rueda Pinzón

Coordinadora para el Sector Externo

Lucila Cecchi

Edición y redacción de textos

Ana Lucía Duque Salazar

Marta Lucía Moreno Carreño

Concepto gráfico y diagramación

Enrique Franco Mendoza

Fotos

Roger Triana Cárdenas

Nelson Barreto Pastrana

Retoque digital

Gabriel Daza Larrotta

Producción e impresión

OP Gráficas

ISSN: 2145-7077

Índice

- 2** Fotolab
Túnel de viento
- 4** Editorial
Nace Contacto
- 5** Integradas
Un equipo de trabajo
que apoya el saneamiento
de los ríos
- 9** Integradas
Industria segura,
Bogotá protegida
- 12** En conjunto
Movilidad sostenible,
mucho más que velocidad
- 17** En red
Cuando los ingenieros
rompen fronteras
- 19** En examen
Un laboratorio para
micro y nanoescalas
- 21** Aula Tic
Flechazos de Cupi2 para
aprender a programar
- 24** En conjunto
Un invento vital



Neveras de almacenamiento de Bloodox, emulsión que reemplazaría la sangre en casos de hemorragia. Pág. 24



Con imágenes como esta trabaja el proyecto 'simulación ciudad', que hace parte de las investigaciones sobre movilidad sostenible. Pág. 12

- 26** Integradas
Contacto Facultad
sector externo
- 28** Destacado
Los patrones comunes
de las guerras
- 29** Cifras
La Facultad en números
- 30** Protagonistas
Escuela de Verano,
contacto internacional
- 31** Protagonistas
Reconocimientos
y distinciones.
12 años de doctorado
- 32** En síntesis
Volver a los Andes 4
y otros eventos
- 33** Práctica
Universidad-empresa,
un programa ganador
- 34** Argumento
Inversión en movilidad,
crecimiento y equidad

Nace CONTACTO



Apreciado lector:

Nace **CONTACTO**, la nueva revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. Tiene como propósito divulgar, de manera amplia, información sobre las actividades educativas y de investigación de nuestros profesores y equipos de trabajo y de la comunidad en general. De esta manera, será un complemento a la *Revista de Ingeniería* cuyo objetivo principal es la publicación de artículos de carácter científico.

Con este medio de comunicación se pretende promover un diálogo con la comunidad sobre temas de la ingeniería y la tecnología. Los lectores podrán conocer los trabajos que adelanta la Facultad a través de sus profesores y estudiantes y sus impactos tanto nacionales como internacionales, informarse sobre la contribución y propuestas para la solución de problemas reales del país o identificar potenciales aplicaciones o extensiones de los desarrollos realizados. También podrán leer opiniones de expertos externos a la Facultad en temas de interés.

En este número se entrega un análisis sobre los problemas de movilidad en las ciudades. Se plantea que las acciones necesarias para contar con un transporte más eficiente, amable y equitativo no pueden reducirse a un asunto de vías. Se presentan simulaciones sobre el comportamiento de peatones y conductores y evaluaciones sobre el uso de las ciclovías y se hacen propuestas para mejorar el transporte escolar y compartir el uso del vehículo. Estos trabajos hacen parte de la investigación en movilidad sostenible, una de las líneas prioritarias de la Facultad. Otro de los programas publicados en este primer número de la revista es el de Ingenieros sin Fronteras, con el cual se busca encontrar soluciones de ingeniería a algunos problemas de la sociedad. El escogido para comenzar fue el de la calidad del agua.

La revista incluye también un artículo sobre los avances y logros de un equipo integrado por ingenieros civiles de la Facultad, de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y de la Secretaría del Ambiente del Distrito, para mejorar la calidad del agua de nuestros ríos. Se expone un modelo desarrollado por ingenieros químicos y matemáticos para evaluar los riesgos de accidentes en la capital de la República, y se habla de Bloodox, una emulsión que transporta oxígeno en la sangre, fruto de una investigación conjunta con la Fundación Cardioinfantil cofinanciada por Colciencias.

Los lectores podrán enterarse sobre los avances en temas de nanotecnología y bioingeniería y las posibilidades que ofrece nuestra Sala Limpia para la caracterización de materiales; así como también sobre nuestras actividades en educación, en este caso, en el diseño de una herramienta pedagógica, el Cupi2, para la formación en informática.

Alain Gauthier Sellier
Decano Facultad de Ingeniería



Un equipo de apoyo al saneamiento de los ríos

Expertos del Acueducto recogen muestras para las mediciones. Hasta la década de 1970, el sistema de vertir las aguas servidas a los ríos fue común en todo el mundo.

5

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) han recibido apoyo de Los Andes para la definición de políticas públicas, normatividad, estrategias y acciones de control y saneamiento del recurso hídrico bogotano.

Desde hace aproximadamente diez años, múltiples proyectos de investigación realizados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, en conjunto y cofinanciados por entidades como la EAAB y la SDA, han buscado cambiar el modelo de manejo de las aguas servidas en áreas urbanas. Estos proyectos buscan una visión integral al involucrar el sistema hídrico abastecedor y receptor, las heterogéneas fuentes de emisión y el esquema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la capital del país.

Por medio de convenios macro y proyectos de investigación, Los Andes ha consolidado una fructífera relación con entidades oficiales que ha contribuido a la toma de decisiones concretas a partir de los resultados arrojados por los estudios. Adicionalmen-

te, la Universidad y las entidades oficiales no han escatimado esfuerzos para capacitar a los funcionarios de estas instituciones en el uso y aplicación de modelos matemáticos, herramientas y sistemas de medición, por medio de cursos, talleres, seminarios y conferencias con expertos nacionales e internacionales.

De acuerdo con uno de los líderes de las investigaciones, el ingeniero químico y profesor del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Manuel Rodríguez Susa, "los resultados se transforman en políticas, en obras, no se quedan en un anaquel: así, la ciencia y la tecnología tienen beneficio social".

En el mediano plazo se espera la recuperación físico-química de los principales ríos urbanos de Bogotá. Esto gracias a la continuación y adecuación/complementación del sistema de



Las mediciones de contenido de materia orgánica, sólidos, patógenos y nutrientes permitieron establecer objetivos para la recuperación de los ríos.

Historia de las investigaciones

El primer trabajo realizado en Los Andes fue la caracterización de la cuenca de El Virrey, seguido de la implementación del modelo de calidad del agua del río Bogotá.

Luego, en 2007, se hicieron mediciones en los principales vertimientos y en los ríos de la ciudad, las cuales fueron la base para el desarrollo de los modelos de calidad del agua de los ríos urbanos. A partir de entonces se han hecho estudios sobre vertimientos industriales, con un inventario de descargas, y caracterización y priorización de su manejo; caracterización de humedales, caracterización de los lodos que se depositan en las tuberías y mediciones extensivas en puntos del alcantarillado de la ciudad.

Actualmente está en marcha la modelación integrada del sistema de drenaje, donde una representación matemática pretende tener en cuenta la dinámica hídrica en la ciudad, incluyendo las subcuencas rurales ubicadas en los cerros orientales, los humedales, el complejo sistema de alcantarillado, los ríos y canales, las estaciones de bombeo y los embalses de detención. El modelo, denominado CityDrain, fue desarrollado en Europa, usando la plataforma computacional MATLAB-Simulink, y ha sido empleado en diversos estudios. El caso de Bogotá se puede considerar uno de los de mayor escala en el mundo.

interceptores de aguas residuales paralelo a ellos, además del desarrollo de distintos tipos de herramientas computacionales, y la consolidación e implementación de redes de monitoreo que permitan la toma de decisiones de forma más acertada para la ciudad.

La salud de los ríos

El estado de salud de los cuatro principales cuerpos de agua que corren por Bogotá –ríos Torca y Salitre en el norte, Fucha en el centro y Tunjuelo en el sur– se ha identificado objetivamente gracias a la instrumentación de sus cauces con sensores y otras herramientas de medición de campo. Así, se determinó que, en su nacimiento, son aguas de muy buena calidad; al entrar en la ciudad, se deterioran y al entregarlas al río Bogotá son casi aguas residuales, según el investigador Manuel Rodríguez.

En los estudios de la Universidad se han medido diferentes parámetros de calidad del agua, asociados con el contenido de materia orgánica, de sólidos, de patógenos y de nutrientes. Luego del diagnóstico, Los Andes y los organismos oficiales establecieron objetivos a 4, 10, 20 y 40 años para la recuperación de esos cuerpos de agua. Los tramos medio y bajo de esos ríos están llegando apenas a un 50% de los objetivos propuestos para los próximos cuatro años, mientras que los tramos altos



Para que en las épocas de lluvias los sistemas no se taponen por basuras, mal manejo de los escombros en las construcciones y mal diseño de las tuberías, el Acueducto de Bogotá extrae mensualmente 70 toneladas de sedimentos que son ricos en metales y patógenos.

cumplen entre 60 y 85 por ciento de los objetivos. Los cuatro ríos tienen condiciones críticas en las partes bajas: condiciones anaerobias, altas concentraciones de patógenos y malos olores.

La recuperación de un río se empieza mejorando la calidad estética; luego una mejora físico-química, después una mejora en cuanto a uso (recreación pasiva y activa, irrigación, potabilización para consumo humano, etc.) y por último la recuperación ecológica. En algunos ríos europeos, después de varias décadas de acciones de saneamiento y mejora secuencial, la recuperación ecológica sigue representando un gran reto.

De acuerdo con el profesor del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Mario Díaz-Granados, quien también ha liderado estas investigaciones, el proceso de contaminación ocurrió debido a la necesidad de evacuar las aguas residuales de las viviendas, que se conducen por tubos de desagüe a un alcantarillado cercano que las descarga directamente al río. Este esquema de disposición se empleó en muchos países del mundo. Idealmente, estas aguas deben ser conducidas por el sistema de interceptores hasta una planta de tratamiento. Con la urbanización se aumentó la impermeabilidad del suelo haciendo que los aguaceros produjeran más escorrentía, lo cual implicó que algunos tramos de ríos fueran canalizados para aumentar la capacidad de evacuación de las aguas lluvias. Si no se hubieran hecho estas obras, tal vez los problemas de salubridad serían mayores. Desde ese punto de vista los canales fueron eficientes aunque

cambiaron su morfología. Además, la canalización traslada los problemas aguas abajo.

Estudios de otros cuerpos de agua

Los 13 humedales de la ciudad, que prestan servicios medioambientales muy importantes tales como la mitigación o prevención de inundaciones cuando los ríos se crecen, también han sido objeto de estudio. “Creemos que la gran mayoría del año los humedales deberían presentar unos volúmenes mínimos de agua que permitan regularlos”, asegura Rodríguez.

De acuerdo con campañas de monitoreo y mediciones asociadas, se estableció que en calidad de agua y sedimentos, la mitad de los humedales está en malas condiciones. Históricamente, estos cuerpos de agua han sufrido por los procesos de urbanización, pues han sido rellenados para reclamar tierras. También se han convertido en receptores de aguas residuales de barrios informales o ilegales. La EAAB ha realizado importantes esfuerzos para controlar este fenómeno y su política de recuperación busca conciliar tanto el aspecto social como el ecológico y en aquellos lugares donde aún hay vertimientos de aguas residuales, el Distrito realiza trabajos a corto y mediano plazo para detenerlos.

Las quebradas que alimentan los ríos también serán estudiadas por los ingenieros de Los Andes que lideran estas investigaciones, para determinar cómo están y qué acciones hay que

El modelo del río Bogotá

Este modelo fue desarrollado en el 2001-2002 por el Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental de la Universidad (CIIA), bajo el liderazgo del profesor Luis Camacho, hoy en la Universidad Nacional sede Bogotá. Este es un modelo de calidad de agua que permite representar los procesos físicos, químicos y biológicos que se dan en sus aguas, y pretende simular los procesos de autodepuración de la corriente.

Gracias a ello es posible ver cómo la calidad del agua se va modificando en su curso a medida que ingresan los vertimientos urbanos y agrícolas. Sus resultados contribuyeron a establecer parámetros para diseñar la nueva planta de tratamiento de Canoas. Los modelos de los otros cuatro ríos se implementaron sobre la misma plataforma, y contribuyeron a determinar índices de la calidad y la priorización de las descargas que se deben interceptar.

“El flujo de agua en los ríos de la ciudad es muy dinámico –asegura el profesor Mario Díaz-Granados–, de tal forma que el volumen y composición de los vertimientos cambia a determinadas horas del día. Debemos representar bien esa dinámica, modelar adecuadamente el tránsito y agregación del flujo hacia aguas abajo, equalizar las variaciones de flujo y saber qué es lo que va a llegar a la planta para establecer cómo manejarlas y qué tratamiento darles a las aguas”.



tomar. Probablemente las principales serán de saneamiento ambiental en el Tunjuelo porque tiene muchas quebradas en sectores muy urbanizados.

Ciencia y tecnología con beneficio social

De acuerdo con el profesor Manuel Rodríguez, “lo importante es que hay una visión a largo plazo compartida con las entidades distritales”. Esta hace parte de la política de la Secretaría de Ambiente que ha emitido tres resoluciones a partir de las investigaciones de la Universidad. Otros resultados y efectos de estas investigaciones son los siguientes:

- * El Acueducto formuló un plan para interceptar las aguas servidas y, por medio de grandes tuberías paralelas, las llevará a la futura planta de tratamiento que se construirá en las proximidades de Soacha.

- * La Universidad desarrolló una metodología de mediciones para el Acueducto y diseñó unos indicadores derivados del acopio de información, con el cual trabaja la entidad desde hace un año. Próximamente, se pondrá en la web una página del Acueducto para que la comunidad pueda leer acerca del progreso y el estado de los humedales de la ciudad.

- * En el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), la Universidad ha colaborado en identificar los vertimientos de aguas negras y priorizar su manejo a corto y mediano plazo.

- * De acuerdo con el ingeniero civil y ambiental y profesor de cátedra del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Juan Pablo Rodríguez, “en nuestros trabajos se han implementado modelos matemáticos de cantidad y calidad del agua para estudiar cómo responde cada uno de estos cuatro ríos frente a las descargas contaminantes”. El modelo es el mismo que empleó la Universidad para la modelación de la calidad del agua del río Bogotá.

- * A partir de mediciones y modelos matemáticos se han establecido los comportamientos de algunos puntos del drenaje e identificado descargas importantes como las de origen textil que tienen lugar principalmente en la zona industrial de la calle 13 sobre el río Fucha, para saber cómo ir saneando. El Acueduc-

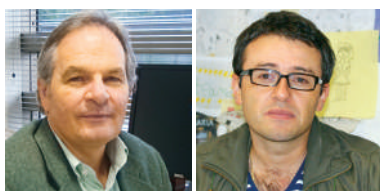


El primer estudio que realizó el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental sobre el recurso hídrico de Bogotá fue de la cuenca del Virrey.

to ha tomado acción sobre esos vertimientos, interceptándolos. Igualmente, la Universidad ha identificado y monitoreado otras descargas que no hacían parte del inventario del Acueducto, gracias a lo cual la entidad ha priorizado su acción.

- * La experiencia del trabajo de la Universidad le ha permitido al Acueducto ver que es factible medir de una forma económica y técnica, y estimar una serie de parámetros cuya medición es más costosa, por medio de relaciones matemáticas derivadas por los investigadores.

- * Los trabajos realizados por este grupo de la Facultad de Ingeniería han aportado a los temas de saneamiento básico y esquemas de tratamiento. Por ejemplo, a partir del trabajo que se llevó a cabo con la implementación del modelo del río Bogotá se estableció que no era la mejor estrategia tener una planta para cada río. Por eso la conclusión fue dejar solamente dos: la que existe en el Salitre, que está siendo repotenciada, y la de Canoas, en Soacha, que tratará las aguas residuales generadas en las cuencas de los ríos Fucha y Tunjuelo. ■



EL GRUPO: CIA (Centro de Investigación en Ingeniería Ambiental).
CONTACTO: Mario Díaz-Granados, ingeniero civil, profesor titular, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. mdiazgra@uniandes.edu.co
 Manuel Rodríguez, profesor asistente, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. manuel-r@uniandes.edu.co

Industria segura, Bogotá protegida

El incendio del área de almacenamiento de combustible en Puente Aranda en 1982 obedeció al sobrellenado de un tanque que generó una nube inflamable.

9

Foto cortesía El Tiempo

Ingenieros químicos y matemáticos de Los Andes definieron con el Distrito un conjunto de modelos que permite a las industrias simular accidentes mayores con el fin de prever sus consecuencias. Además, proporciona elementos de juicio para decidir acerca de cuáles actividades son compatibles en un mismo territorio.

Bogotá es segura si se habla de riesgo de explosión, emanación de gases o radiación producto de un accidente industrial, y la Universidad de los Andes, la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias y el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito (DPAE/Fopae) trabajan para aumentar esa seguridad.

La emergencia industrial más recordada por su magnitud es el incendio de unos tanques de combustible en Puente Aranda en 1982. Sin embargo, ni todos los accidentes están contabilizados ni se sabe cuántas fábricas hay. La Cámara de Comercio tiene un censo de 25.331 actividades industriales potencialmente peligrosas, pero en un número indeterminado de viviendas de uso mixto se fabrican productos de manera informal y hay pequeños establecimientos insertos en sectores residenciales, que no están georreferenciados. A su vez, las autoridades distritales no cuentan con un mecanismo confiable para analizar la "accidentología" de la ciudad.

Esta carencia dificulta la planeación y gestión del riesgo, aunque sí se tiene certeza de que el transporte y uso de los cilindros de gas licuado de petróleo (GLP) tienen el mayor número de accidentes reportados en la industria, el comercio y las viviendas.

Accidentes industriales en Europa y Latinoamérica

Tipo de accidente	%
Incendios	60,0
Emisiones de materiales	44,0
Sector metalúrgico	13,0
Explosiones	7,7
Efecto dominó	4,8
Proyectiles y caída de equipos	3,4
Explosiones Bleve	0,2

Fuente: Base de datos DPAE



Tales son las conclusiones de un estudio hecho por ingenieros químicos y matemáticos de la Universidad de los Andes y el DPAE/Fopae, que realizan procesos de modelaje y simulación de accidentes industriales mayores, tales como explosiones e incendios con origen no intencional. El equipo es encabezado por el profesor asistente e ingeniero químico Felipe Muñoz Giraldo, doctor en ingeniería de productos y procesos, con énfasis en riesgos tecnológicos.

Para contextualizar el asunto, pueden consultarse los siguientes documentos:

<http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/riesgos/general>

<http://www.cee-chile.org/estudios/quin01.htm>

Muñoz explica que en un mismo territorio conviven actividades industriales, comerciales, vivienda, recreación y preservación. Mediante los análisis de riesgos y consecuencias, su equipo busca evidenciar futuras incompatibilidades por la ocurrencia de un accidente, elemento de juicio para tomar previsiones suficientes con miras a proteger bienes de interés público (población, ambiente o infraestructura sensible).

Al evaluar las Actividades Industriales de Alto Riesgo (AIAR) en Bogotá, los investigadores quieren unificar criterios para generar un marco lógico común y desarrollar guías técnicas para adoptar decisiones en caso de accidente y, sobre todo, para prevenirlo. Así, las industrias podrán modelar y simular situaciones para estimar las consecuencias de un evento o para modificar los diseños y minimizar pérdidas.

El estudio surgió de la orden dada por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de planear el desarrollo y delinear un futuro

de ciudad sostenible. Esto supone reestructurar a Bogotá combinando las zonas industriales tradicionales con las necesidades urbanísticas de reconquistar esos territorios sin desconocer su tradición de uso.

Había, entonces, que analizar la actividad industrial de Puente Aranda, Fontibón y la Autopista Sur, donde se asienta la mayor parte de la industria.

Los riesgos industriales

Felipe Muñoz explica que las AIAR están relacionadas con fabricación, empleo y/o almacenamiento de sustancias peligrosas en cantidad importante, tales como química básica, agroquímicos, farmacéuticos, pinturas y pegantes, combustibles y solventes y polímeros.

Los investigadores seleccionaron dos clases de accidentes industriales mayores que, aunque poco probables, tienen gran potencial destructivo: los incendios tipo piscina de fuego y las explosiones tipo Blevé (Explosión de Líquidos en Ebullición y Vapores en Expansión, por su sigla en inglés).

Un incendio tipo piscina es causado por la liberación de un material inflamable o combustible de un equipo de proceso o almacenamiento. Si el material es líquido y la temperatura a la cual es almacenado está por debajo del punto de ebullición normal, el líquido será acumulado en una piscina que al entrar en contacto con una fuente de ignición generaría un incendio en toda la superficie.

El primer accidente de este tipo documentado en el mundo ocurrió en 1915, en Estados Unidos, cuando se incendió un camión cisterna. El incendio de Puente Aranda en 1982 obedeció al sobrellenado de un tanque, que causó evaporación del com-

Clasificación de Bogotá asociada a Actividades Industriales de Alto Riesgo (AIAR)	
Fabricación de prendas de vestir, preparado y teñido de pieles	8723
Elaboración de productos alimenticios y de bebidas	7546
Fabricación de productos textiles	2397
Fabricación de sustancias y productos químicos	2314
Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles, fabricación de artículos de cestería y espartería	2044
Fabricación de productos de caucho y plástico	1822
Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón	218
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	162
Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear	103
Fabricación de productos de tabaco	2
Explotación de minerales no metálicos	No registros
Transporte por vía terrestre, transporte por tuberías	No registros

Fuente: Base de datos DPAE

Mediante análisis de riesgos y consecuencias se busca evidenciar futuras incompatibilidades entre la industria y otros usos del suelo en un mismo territorio.



Con mapas como estos, los investigadores simularon los efectos de las explosiones tipo Blevé y los incendios tipo piscina de fuego en Bogotá.

bustible y una nube inflamable. Esta se prendió por fuera del perímetro del parque de almacenamiento, al parecer por una moto que pasaba por allí. Hubo un incendio en los tanques y otro tipo piscina.

Por su parte, las explosiones Blevé ocurren con sustancias presurizadas a una temperatura superior a su punto de ebullición a condiciones atmosféricas, sin importar si son inflamables o no. En todos los casos, el líquido se ha transformado en una nube de vapor que se convierte en una bola de fuego si es inflamable. Si no lo es, genera una onda de sobrepresión e impulso.

Estos accidentes son comunes en todo el mundo con materias primas para múltiples industrias como GLP, propano, amoníaco, cloro, oxígeno, dióxido de carbono, hidrógeno y nitrógeno.

El primer registro internacional sobre un accidente Blevé data de 1926 y hasta ahora estos eventos han causado más de 2000 muertos y 15.000 heridos en el mundo; 20% de las emergencias reportadas entre 1997 y 2004 fueron de este tipo.

En 1982, muy cerca de donde ocurrió el incendio del combustible líquido en el complejo de Puente Aranda, había grandes esferas donde se almacenaba el GLP para Bogotá.

Si la radiación causada por el incendio o un proyectil generado por la explosión hubiera alcanzado esta área, Bogotá se habría visto enfrentada a una explosión tipo Blevé como la ocurrida en Ciudad de México en la localidad de San Juan de Ixhuatepec, (San Juanico) en 1984.

En México, las consecuencias fueron devastadoras: más de 500 muertos y 7000 heridos, muchos con quemaduras graves

por gotas incandescentes de GLP, y las edificaciones quedaron destruidas en un radio de 300 metros. (http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/San_Juan.htm).

Después del incendio de 1982 en Puente Aranda y por recomendación de la Comisión que lo investigó, el almacenamiento de gas se trasladó a un lugar fuera del perímetro urbano.

Para Felipe Muñoz, los accidentes industriales tienen múltiples causas de orígenes operacionales, organizacionales e incluso externas al proceso. En épocas de crisis, por ejemplo, puede haber recortes presupuestales que afecten la seguridad. Pero destaca la alta calidad de la ingeniería colombiana, cuyas buenas prácticas históricamente han reducido de forma significativa estos escenarios accidentales.

Al mismo tiempo, está convencido de que la prevención de riesgos “es una labor invisible, pues mientras mejor hagamos nuestro trabajo, la opinión pública se sentirá más segura y se archivarán en el imaginario colectivo accidentes como los registrados en 1982”. ■



EL GRUPO

Diseño de Productos y Procesos (Gdpp)
del Departamento de Ingeniería Química.

CONTACTO

Felipe Muñoz Giraldo, profesor asistente,
Departamento de Ingeniería Química,
Grupo Gddp. fmunoz@uniandes.edu.co

Movilidad sostenible, mucho más que velocidad

12



Los problemas de transporte involucran aspectos diversos de la vida diaria y no pueden reducirse a un asunto de vías. Investigadores de Los Andes analizan el tema como un todo, en un trabajo que incluye transporte escolar, uso de carro compartido, simulación de comportamientos de peatones y conductores, y ciclovías y ciclorrutas saludables, entre otros aspectos.

Esta simulación representa la interacción entre peatones y automotores en la calle 19 con 3ª.



Nuestro futuro ambiental, político y económico depende de nuestra habilidad para movernos bien. Eso supone desplazamientos más rápidos, baratos y cómodos pero, también, amables con el medio ambiente, considerados con el uso de recursos escasos como los combustibles y generadores de equidad social.

Esta premisa desvela a Juan Pablo Bocarejo, profesor de Ingeniería Civil y Ambiental de Los Andes, que dirige el grupo de transporte de Ingeniería Civil y coordina al equipo sobre movilidad sostenible en la Universidad, proyecto impulsado por la Facultad de Ingeniería y la Vicerrectoría de Investigaciones.

Su objetivo es desarrollar una línea de investigación multidisciplinaria sobre el transporte con ingenieros, economistas, arquitectos y estudiosos de otras facultades, que se transforme en un centro de referencia sobre movilidad sostenible en Latinoamérica.

Los datos de partida son preocupantes: en el 2040 Bogotá tendrá cuatro millones de automóviles, frente a los 700 mil de hoy, y las motos alcanzarán el medio millón de unidades.

Ante este escenario, Bocarejo, doctor en transporte en la Universidad de París Este, dice que la ciudad tiene dos opciones: construir vías y permitir la expansión a la periferia o privilegiar el transporte público para desincentivar el uso del carro particular.

El primer escenario significa que en Bogotá se adoptará el modelo extendido de las ciudades estadounidenses cuya consecuencia para 2040 es el aumento de los viajes diarios en automóviles, de los 1,8 millones de hoy a cerca de 8 millones. Los viajes en motos llegarían a 2 millones y la gente usaría menos el transporte público que hoy.

El segundo escenario privilegia el transporte sostenible con base en estrategias del Plan Maestro de Transporte del Distrito. No permite la disminución del transporte público y salvaguarda la alta densidad de la ciudad. Como resultado, el consumo de combustible sería 40% menor que en el primer caso, entre 2010 y 2040, y las emisiones de CO₂ serían 55% menores.

Una suma de factores

En cualquiera de los dos casos, Bocarejo sostiene que el problema no es de carros ni de vías, sino de administrar el sistema de transporte con eficiencia,

pues no basta pensar en la velocidad y en el costo de los desplazamientos, sino que debe imponerse el transporte autosostenible, ya que involucra varios aspectos de la vida diaria.

Así, un mal transporte se relaciona con la pobreza, porque esta genera inequidad social por falta de acceso al transporte, y por ende a otras oportunidades. También genera problemas ambientales y es un asunto de recursos energéticos, de modo que toca la calidad de los combustibles. Por supuesto, es un tema de salud pública, no solo por la incidencia de la mala calidad del aire, sino por la calamidad que representan los accidentes de tráfico, séptima causa de muerte en el mundo.

¿Qué se está haciendo?

Algunas acciones concretas del trabajo de su grupo son:

1. Realización de cinco investigaciones financiadas por la Universidad con participación de 10 departamentos y 5 facultades. Incluyen temas sobre uso de carro compartido (*carpooling*), ciclovías y ciclorrutas, simulación de un modelo de transporte, transporte escolar, combustibles limpios y financiación del Sistema Integrado de Transporte Masivo. Los resultados estarán listos en el segundo semestre de 2010.
2. Realización de eventos como el foro 'Movilidad sostenible: una construcción multidisciplinaria', en 2009. De igual forma, la Facultad de Arquitectura hizo el foro 'La calle es nuestra... de todos'.
3. Publicación del libro *El transporte como soporte al desarrollo de Colombia*. Con una visión al 2040, preparado entre Ingeniería y Economía.
4. Realización de investigaciones y proyectos con el sector externo, ligados con el impacto del transporte en la calidad del aire, el transporte masivo en Bogotá y el mejoramiento de la logística en la Sabana, entre otros. ■



CONTACTO: Juan Pablo Bocarejo, profesor asistente, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, grupo SUR (Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional). jbocarej@uniandes.edu.co
<http://movilidadsostenible.uniandes.edu.co>



Peatones y conductores simulan la ciudad



En el laboratorio Colivri están desarrollando un simulador para los conductores de Transmilenio.

14

Mediante un programa de computador, investigadores de la Universidad de los Andes simulan cada décima de segundo el comportamiento de conductores y peatones en las calles de Bogotá, según sean lentos, afanados, imprudentes, respetuosos o malgeniados.

Su objetivo es saber cómo se comportan estos grupos al llegar a las intersecciones, los lugares de la calle en donde se presentan conflictos de movilidad y la gente toma decisiones de rumbo.

Esta 'simulación ciudad', hace parte de las investigaciones sobre movilidad sostenible en la Universidad y busca diseñar herramientas para la toma de decisiones sobre el manejo de la movilidad y su impacto ambiental y de seguridad vial.

Según el profesor José Tiberio Hernández, del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación y líder de la investigación, el modelo propuesto no reproduce el flujo de carros y personas como se hace tradicionalmente, sino que los divide por lo que podrían calificarse como patologías de comportamiento, teniendo en cuenta también posibles patologías de la infraestructura. El computador le da pistas a cada grupo y este trata de seguir las reglas ajustándose a su perfil, lo que explica por qué, igual que en la vida real, cada vez que se corre el progra-

ma, unos y otros no se comportan de la misma manera.

Así, es posible hacer una representación espacial del funcionamiento de la movilidad de la ciudad y medir el impacto de los grupos en que son tipificados los conductores y los peatones en cuanto a costos, eficiencia o seguridad.

El proyecto está en su fase inicial y en él participan investigadores de Ingeniería de Sistemas y Computación, Arquitectura y Urbanismo y Movilidad. Pronto incluirá a psicólogos, para estudiar los comportamientos individuales.

La investigación simula la movilidad en la glorieta de la avenida 19 con carrera 3 en el centro, cuando aún no estaba en obra, pero según Hernández, el modelo podrá replicarse a zonas más grandes y aplicarse en ciudades similares. Los resultados son alentadores, realistas, si bien aún no se han validado. Lo que sí es un hecho es que computacionalmente es posible hacer la simulación en muchas intersecciones porque los computadores pueden conectarse entre sí.

"El tráfico de muchas ciudades es más parecido al de Bogotá que al de Estocolmo", dice este doctor, director de Imagine, uno de los dos grupos de Los Andes que utiliza un laboratorio denominado Colivri, donde también están desarrollando un simulador para los conductores de Transmilenio. ■

EL GRUPO: Imagine (computación visual), del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación; SUR (Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional), del Departamento de Ingeniería Civil, y Potencia y Energía, del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

CONTACTO: José Tiberio Hernández, profesor asociado, Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Grupo Imagine. jhernand@uniandes.edu.co

El bienestar, la cenicienta del transporte escolar

Un estudiante de un colegio bogotano pasa alrededor de dos horas del día dentro de un bus de transporte escolar, recorre en promedio más de 30 kilómetros en cada viaje y utiliza buses que en el 40 por ciento de los casos tienen 20 años o más, pese a que esos automotores ya no deberían circular.

Estos datos fueron tomados de una encuesta que han respondido 375 colegios públicos y privados de Bogotá. Se tomaron datos de 169 de ellos, que manejan 2214 rutas escolares, en las que se movilizan 37.625 estudiantes.

En Bogotá, hay 3358 planteles y poco más de millón y medio de escolares, 36.552 de los cuales utiliza alguna de las 1241 rutas que ofrece la Secretaría de Educación del Distrito (SED). La encuesta revela ligeras diferencias entre el sector oficial y el privado.

La muestra es baja y no obedece a criterios estadísticos porque faltan los datos de los otros colegios y no se podía controlar quiénes responderían primero. Pero sus resultados si corroboran la hipótesis de que la regulación del transporte escolar en Colombia se centra en seguridad y no tiene en cuenta el bienestar de los estudiantes.

De esta premisa parte el estudio que desde el segundo semestre del año pasado adelanta un equipo encabezado por Ciro Alberto Amaya, profesor del Departamento de Ingeniería

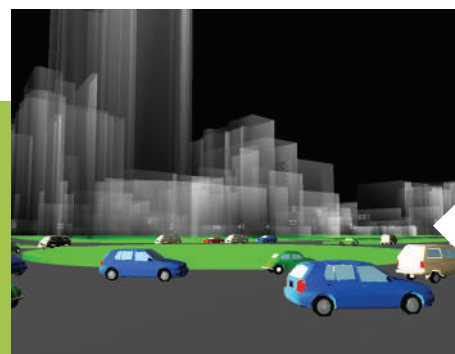
Industrial e investigador de los grupos Copa y Pylo. También participan Sandra García, profesora de la Escuela de Gobierno de Los Andes, y Nubia Velasco, profesora del Departamento de Ingeniería Industrial.

Se trata de una iniciativa de investigadores padres de familia que se acogieron a una invitación de la Universidad para presentar propuestas sobre movilidad sostenible. Para la investigación, han usado datos suministrados por José Miguel Villarreal, coordinador de Bienestar Estudiantil de la SED, y Moisés Alonso Romero, profesional del área de Transporte Escolar. También han colaborado William Pedraza, director de Seguridad Vial, y Juan Pablo Zuluaga, profesional del área de Seguridad Vial, con datos sobre automotores escolares.

Hasta ahora, el estudio se ha centrado en los colegios oficiales, pero dentro de año y medio, cuando esté terminado, completará la caracterización de todo el transporte escolar de Bogotá. Con esos resultados propondrá regulaciones y prototipos para planear mejor este servicio.

Poco bienestar

Ciro Amaya, ingeniero de sistemas con doctorado en Ingeniería Industrial en Canadá, enfatiza en que las directrices privilegian la seguridad del transporte escolar. Entre ellas están las características de los buses, la obligatoriedad de



Estudiantes, profesores y empleados se montan al carro compartido

'Viaje' es un proyecto dirigido por el profesor Andrés Medaglia para desarrollar una estrategia de uso compartido de carros particulares entre estudiantes, profesores y empleados de Los Andes. Así disminuyen las emisiones de gases tóxicos y obtienen mayor seguridad, ahorros en dinero en combustible y en costos de estacionamiento, descongestión de los alrededores y fomento de la integración.

Este semestre se pondrá en funcionamiento el portal que servirá de punto de encuentro entre conductores y pasajeros y, además, permitirá planear grupos de viaje en horas, rutas y días específicos, haciendo uso de información geográfica asociada a cada participante. De esta forma, podrán analizar la dispersión geográfica y las elecciones individuales de movilidad, y la iniciativa se convertirá en un laboratorio de análisis de la movilidad Uniandina.

Una encuesta preliminar hecha en la Universidad indica que 85% de los estudiantes estarían dispuestos a transportar a otras personas así no las conozcan, incluyendo a profesores y empleados. En el caso de estos dos últimos, el porcentaje es de 88%.

Años de servicio de los buses escolares

Edad de los buses en años	0-5	6-10	11-15	16 a 20	21 o más
Colegios oficiales	3%	19%	30%	19%	29%
Colegios privados	2%	11%	27%	18%	43%

Fuente: Encuesta de la Secretaría de Movilidad respondida por 169 colegios públicos y privados, en 2009.

EL GRUPO: Copa (Centro para la Optimización y la Probabilidad Aplicada), del Departamento de Ingeniería Industrial; SUR (Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional), del Departamento de Ingeniería Civil, y Cede (Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico), de la Facultad de Economía.

CONTACTO: Andrés Medaglia, profesor asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, grupo Copa. amedagli@uniandes.edu.co



Ciclovías saludables

Por cada peso que invierten el Distrito y los ciudadanos en la ciclovía se ahorran 4,41 pesos en lo que costaría atender enfermedades asociadas al sedentarismo, si se toma como base un total de un millón de participantes cada vez que se realiza este programa en Bogotá. Esto se deriva en un ahorro total de 19.173.945 dólares al año. Tal es la conclusión principal del proyecto que mide el impacto de las ciclovías como sistema de orden complejo en la salud pública, que desarrollan la Universidad de los Andes, a través de Ceiba (Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados en Complejidad), el Departamento de Ingeniería Industrial y la Facultad de Medicina; la Organización Panamericana de la Salud, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de Atlanta (Estados Unidos) y el Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte.

Usuarios de la ciclovía

Peatones	47,9%
Ciclistas	46,2%
Patinadores y otros	5,9 %

Fuente: IDRD

El estudio hace parte de las investigaciones sobre movilidad sostenible que se llevan a cabo en la Universidad y es liderado por el matemático y doctor en ciencias sociales Roberto Zarama, director del Departamento de Ingeniería Industrial, con apoyo de la médica Olga Lucía Sarmiento, profesora asociada de la Facultad de Medicina, y del ingeniero industrial Felipe Montes.

Con él se pretende analizar la interacción de los usuarios de las ciclovías entre sí y con el entorno de la ciudad y medir económicamente el impacto de la actividad física en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. Según la médica Sarmiento, la enfermedad coronaria, el accidente cerebrovascular, la diabetes mellitus, el cáncer de colon, el cáncer de seno y la hipertensión tienen como factor preventivo la realización de actividad física.

El equipo de investigadores también centra su atención en las ciclorrutas, trabajo sobre el que se están consolidando los resultados.

EL GRUPO: Ceiba (Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados en Complejidad) y Epiandes (Grupo de Epidemiología) de la Facultad de Medicina.

CONTACTO: Roberto Zarama, director del Departamento de Ingeniería Industrial, profesor asociado, grupo Ceiba. rzarama@uniandes.edu.co

▶ dotarlos con cinturones de seguridad, la edad de los automotores, los distintivos que deben portar, o los permisos y seguros exigidos a la empresa prestadora del servicio.

Pero no se regulan las condiciones de operación, el tiempo máximo que debe tardar cada recorrido, las distancias entre las paradas del bus ni la distancia entre la vivienda del escolar y el paradero. Y estos son asuntos esenciales para el bienestar.

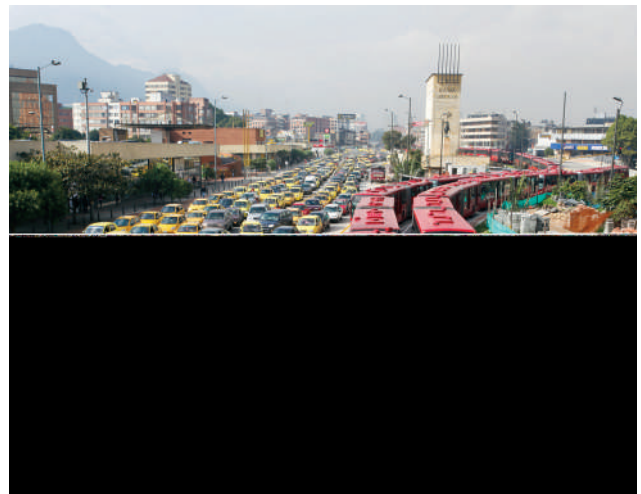
Las deficiencias se extienden a la idoneidad de los conductores. Un control fiscal de advertencia emitido por la Contraloría Distrital en abril de 2007 dice que eran infractores reincidentes 358 (45%) de 779 choferes de buses contratados por la SED para transporte en colegios oficiales.

Entre los datos hallados está el hecho de que algunos de los estudiantes deben desplazarse a sitios alejados dentro de la misma localidad donde habitan e incluso a otras. Además, según José Miguel Villarreal, de la SED, entre el 85% y el 90% de los colegios de Bogotá carecen de parqueaderos para los buses escolares que les prestan servicio.

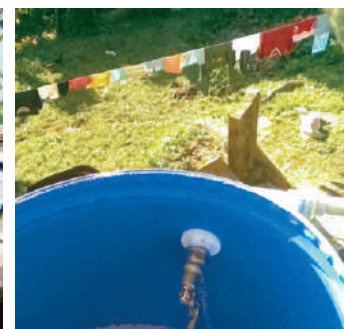
Aún falta mucho por caracterizar el transporte escolar. Pero sí es seguro que el énfasis que se ha hecho en seguridad, aunque necesario, no es suficiente, pues los estudiantes poco saben de bienestar cuando se montan en el bus del colegio. ■

EL GRUPO: Copa (Centro para la Probabilidad y Optimización Aplicada) y Pylo (Grupo de Producción y Logística), ambos del Departamento de Ingeniería Industrial.

CONTACTO: Ciro Alberto Amaya. Profesor asistente, Departamento de Ingeniería Industrial, grupos Pylo y Copa. ca.amaya@uniandes.edu.co



El impulso al transporte público será definitivo para conseguir un sistema de movilidad sostenible.



Estudiantes de Ingenieros sin Fronteras transportan los materiales para construir filtros de agua en la vereda de Torres, Cundinamarca.

Cuando los ingenieros rompen fronteras

Profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes y de la Corporación Universitaria Minuto de Dios buscan desarrollar modelos y aplicar herramientas de ingeniería para las comunidades más vulnerables.

Hacer que ingenieros, estudiantes y profesores salgan de sus oficinas, de los centros de investigación, de las aulas, y lleguen hasta las comunidades vulnerables para proponer con ellas soluciones tecnológicas que contribuyan a mejorar sus condiciones de vida es el objetivo de Ingenieros sin Fronteras.

Esta idea la ha venido desarrollando la profesora de Ingeniería Industrial Catalina Ramírez, quien conoció la iniciativa en diferentes universidades de Europa mientras desarrollaba su doctorado en Italia. Aunque no es tan conocido como Médicos sin Fronteras, el trabajo de Ingenieros sin Fronteras se realiza desde hace más de 20 años en Francia y, luego, en países como España, Estados Unidos e Italia.

Hace tres años Ramírez comenzó a promover la idea entre ingenieros químicos, industriales, civiles y ambientales de la Facultad y aunque encontró algo de escepticismo, hubo gente que entendió su

idea y la apoyó. "Mi sueño es mostrar que, como ingenieros, podemos ser gestores de parte de la solución de los problemas transdisciplinarios".

Entonces, armó un equipo interdisciplinario con profesores y estudiantes, y como cree importante trascender las fronteras de Los Andes, invitó a la gente de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. Con ellos trabaja desde hace tres años.

Uno de los primeros retos fue la escogencia del tema que abordarían. "Tenía que ver con la ingeniería y también con las necesidades de las comunidades. El más pertinente resultó ser el del agua, pues afecta a una enorme población, o bien porque escasea, o porque se contamina, o porque se gestiona mal; era el mejor. Además, está entre los Objetivos del Milenio", señala la ingeniera industrial.

Como resultado se ha mejorado la calidad del agua en una comunidad colombiana y una china mediante el diseño e implementación de tecnologías sencillas.

En China se concretó un trabajo sistemático con profesores y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nankai. Miguel Ángel González, estudiante de Ingeniería Industrial y uno de los primeros integrantes de Ingenieros sin Fronteras, se fue para ese país en un intercambio universitario. Allí vinculó al proyecto a 13 estudiantes y un profesor del Environmental Science and Engineering College of Nankai University, con los que cada domingo, por Internet, discute propuestas de tecnología y análisis de laboratorio, para mejorar la calidad del agua en Wuqing, una vereda de Tianjin, la sexta ciudad china en tamaño, en donde ya se están desarrollando sus propuestas.

En Colombia actúan en 12 veredas del municipio de Guayabal de Siquima, muy cerca de Bogotá. Hay resultados concretos en la vereda de Torres, que benefician a 120 personas, con un proyecto de filtros que empezó hace dos años. "Queremos que las comunidades se apropien de la



Los representantes de Ingenieros sin Fronteras Juan Camilo Silva, de Uniandes, y Wang Zhao, Uninankai, derecha, recibieron la medalla de oro en el concurso Mundialogo por el trabajo realizado entre Colombia y China. El filtro, diseñado por estudiantes de ingeniería de ambos países, elimina el 90% de los microorganismos presentes en las aguas para el consumo.



solución y sean autónomas –señala la profesora–; podemos hacer algo si la comunidad quiere trabajar con nosotros”. Por eso, todo comienza con la identificación de los líderes comunitarios, de las personas que entienden de los acueductos, del agua, que tienen una conexión directa con la alcaldía, con los gestores locales; se generan redes de trabajo y se mide el impacto de la tecnología.

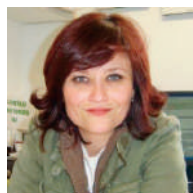
Como parte de la materia que imparte el grupo de Ingenieros sin Fronteras en la Universidad, los estudiantes trabajan en campo, hablan con campesinos, entablan comunicación con ingenieros y trabajan en equipo, todo ello con una actitud innovadora. “En cada semestre tenemos unos 50 estudiantes de Uniandes y Uniminuto. Cerca del 40% pertenecen a ingeniería Ambiental, 20% a Industrial, 10% a Civil y 30% a Química”. Y han contado con profesores uniandinos como Jorge Acevedo, de Ingeniería Industrial; Felipe Muñoz y Sebastián Hernández, de Ingeniería Química, y Andrea Maldonado y Jaime Plazas, de Ingeniería Civil y Ambiental.

Ingenieros sin Fronteras fue seleccionado entre más de 900 grupos in-

ternacionales por la Unesco y recibió el primer puesto en el concurso internacional Mundialogo Engineering Award que tuvo entre sus jurados al vicepresidente de Movilidad Futura y jefe responsable de Medio Ambiente de Daimler AG; al subdirector general para Ciencias Naturales de la Unesco, a la directora del Centro de Tecnología y Consultoría de la Universidad Kwame Nkrumah en Kumasi (Ghana); al director del Centro de Estudios Medioambientales e Ingeniería Social (CESSE) del Muffakham Jah College of Engineering & Technology de Hyderabad (India), al director del Instituto Escocés de Tec-

nologías Sostenibles y a la directora del Programa de Educación y Recursos Humanos de la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (AAAS).

Para avanzar en el reto de que los procesos de transferencia de conocimiento de tecnologías apunten a mejorar las condiciones de comunidades vulnerables, Ingenieros sin Fronteras espera vincular a un mayor número de profesores y estudiantes. Al mismo tiempo, pretende reforzar la red internacional con los grupos del mismo programa de otras facultades de ingeniería en Estados Unidos y en Europa. ■



CONTACTO:

Catalina Ramírez, ingeniera industrial, profesora asistente, Departamento de Ingeniería Industrial.
ingenierosinfronteras@uniandes.edu.co
Página: <http://isfcolombia.uniandes.edu.co/>



En la Sala Limpia se trabaja en ambientes ISO 6 e ISO 5, con 1000 y 100 partículas por pie cúbico respectivamente.

Un laboratorio para micro y nanoescalas

La Sala Limpia abre las puertas para que los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y Electrónica trabajen experimentalmente en la caracterización y aplicación de materiales y dispositivos de nano y microtecnología.

Estudiar, diseñar, fabricar y caracterizar dispositivos con estructuras comparables al espesor del cabello humano y hasta mil o cien mil veces más pequeños, es el principal objetivo de la Sala Limpia, uno de los nuevos espacios que la Facultad de Ingeniería ha destinado para el trabajo en micro y nanoescalas. Este laboratorio está equipado con una infraestructura de alta tecnología y en él se realiza un control óptimo de la temperatura, la humedad y la cantidad de partículas presentes en el aire, ambiente necesario para la fabricación y caracterización de componentes en escalas micro y nano.

La puesta en marcha de este espacio ha sido uno de los objetivos del Centro de Microelectrónica (CMUA) (cmua.uniandes.edu.co). De acuerdo con Alba Ávila, profesora del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica e integrante de CMUA, "esta sala contiene equipos especializados que cubren el ciclo completo de diseño de micro y nanodispositivos como son: cor-

tadoras de obleas de Si y GaAs, medidores de perfiles, equipos de litografía e impresión litográfica, equipos de deposición de películas conductoras y aislantes, equipos de caracterización eléctrica y soldado térmico de dispositivos para empaques". Estos se complementan con aparatos robustos como microscopio de barrido electrónico y de barrido de fuerza atómica, que han sido adquiridos por la Universidad en el plan de desarrollo de apertura de un centro de microscopía. Los microscopios cuentan con la capacidad de definición y observación de patrones y estructuras a nanoescala, que permiten ampliar los alcances de los equipos.

El acceso a estos recursos abre la posibilidad de fabricación, en Colombia, de sensores, actuadores, micro y nanoestructuras, películas conductoras y aislantes, dispositivos electrónicos para aplicaciones médicas y ambientales, y prototipado rápido de detectores, entre otros. El espacio está abierto para la prestación de

servicios a otras disciplinas y a la industria. De acuerdo con Alba Ávila, se espera sea un centro de entrenamiento para ingenieros e investigadores en temas de fabricación y caracterización en estas escalas. Así, la Universidad de los Andes, a través del centro de Microelectrónica, asume el reto de formación tecnológica de alto nivel.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, a través de una de sus líneas de investigación, ha realizado proyectos a nanoescala, dirigidos a establecer límites fundamentales de disipación térmica, en colaboración con consorcios conocidos en la industria semiconductor como el Semiconductor Research Consortium (SRC), que reúne universidades de todo el mundo –entre las que se encuentra la Universidad de los Andes–, investigadores e industriales alrededor de necesidades, retos y aplicaciones en el área de semiconductores y nanoelectrónica. La línea ha realizado también trabajos en desarrollo de modelos semiempíricos que permitan explicar las mediciones de fuerza electrostática en nanofibras dieléctricas cargadas. Estas fibras son utilizadas en sistemas de aire acondicionado como trampas de partículas cargadas en el aire. El éxito de la trampa está en la estabilidad de la carga de las fibras. El proyecto se trabajó en colaboración con el director del laboratorio de Textiles Nanotechnology de la Universidad de Cornell, quien realizó las mediciones de fuerzas electrostáticas en las fibras para determinar su carga.

La línea de micro y nanosistemas de Los Andes tiene una amplia experiencia en el modelamiento de acelerómetros, sensores de presión, sensores de gas, microbombas, biosensores y microactuadores basados en vigas ancladas y membranas. Este conocimiento de simulación ahora enfrenta el reto de fabricación que ofrecen los nuevos recursos.

La fabricación de microsistemas de fluídica basados en dicho modelamiento permitirá ampliar el trabajo interdisciplinario

al involucrar sus diseños y prototipos en aplicaciones de distintos campos. Por ello, líneas tradicionalmente pertenecientes a la ingeniería electrónica unirán sus esfuerzos con campos de la ingeniería química, la bioquímica y la biología para fomentar la producción de prototipos y/o productos que permitan mejorar procesos tecnológicos en estas áreas. La posibilidad de modificar dispositivos a micro y nanoescalas permite también cambiar y modificar variables químicas y biológicas en estas escalas, promoviendo así un mejor aprovechamiento de recursos.



La Universidad de Stanford donó los trajes para la Sala Limpia.

De acuerdo con la profesora Alba Ávila, “el acceso a una sala de fabricación abre las puertas para la investigación de dispositivos, materiales y estructuras a micro y nanoescala. La Universidad ha entendido la responsabilidad de ofrecer un ambiente integral de formación desde el concepto hasta el prototipado en los programas de ingeniería que han sido reformados al tiempo con la adquisición de equipos. Esto implica la formación de una masa crítica de ingenieros con conocimientos de tecnologías de punta. Esperamos que estos generen las ideas novedosas que se conviertan en el motor del desarrollo tecnológico en micro y nanotecnologías.” ■

El montaje, un aprendizaje

La profesora Ávila asegura que los esfuerzos por tener un laboratorio de este tipo han representado un continuo proceso de aprendizaje para los investigadores a cargo del espacio. La integración de diversas entidades de la Universidad desde Compras, Jurídica, Tesorería hasta la Facultad de Ingeniería, ha sido clave para manejar logísticamente la importación y legalización de equipos no producidos en Colombia, al igual que el manejo de los insumos, muchos de los cuales son nuevos en la lista de importaciones y requieren un detallado reporte para que la DIAN otorgue los permisos.



EL GRUPO: CMUA (Centro de Microelectrónica de la Universidad de los Andes).

CONTACTO: Alba Ávila, ingeniera electrónica, física y profesora asociada, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. a-avila@uniandes.edu.co

Antonio García, ingeniero electrónico, profesor titular, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. angarcia@uniandes.edu.co

Flechazos de Cupi2 para aprender a programar

Cupi2 cambió la forma en que aprenden a programar los estudiantes de Los Andes. Articula modelo pedagógico y de evaluación, materiales de soporte al aprendizaje, mecanismos de seguimiento y formación de profesores. Es referencia para cambiar los currículos de Sistemas en universidades del país.

Hace cinco años, Programación I era uno de tres cursos problema entre todas las materias que se estudian en la Universidad de los Andes. Igual que en otros lugares del mundo en los últimos 20 años, los alumnos la odiaban, hasta el punto de que entre 30 y 35% reprobaba la materia e incluso hubo un semestre en el que esa 'mortalidad' alcanzó 75%. La desmotivación y la mala percepción se extendían a los otros dos cursos de Programación del currículo de Sistemas y Computación.

Hoy, gracias a Cupi2, una herramienta pedagógica apoyada en la tecnología y diseñada para flechar a los estudiantes igual que lo hace el travieso dios romano con los enamorados, la mortalidad es de 10-12%. Incluso hay muchachos de carreras como Música, Arte, Biología, Matemáticas, Física y Administración que la toman como electiva. Y ahora no la califican con 3,5 o 3,7 sobre 5, sino que obtiene notas entre 4,5 y 4,7.

El enamoramiento se produjo cuando las clases dejaron de usar el modelo de imitación, en el que el profesor hacía los trabajos en el tablero y los alumnos los copiaban. A cambio les ofrecieron materiales interactivos con los que pueden armar el mismo modelo varias veces, probarlo y cambiarle las piezas como si se tratara de un juego de Lego virtual. El paquete de apoyos incluye 150 objetos de aprendizaje, entre videos, tutoriales, mapas conceptuales y ejemplos, que cada uno puede usar a su ritmo.

El objetivo es que el estudiante desarrolle habilidades mediante el aprendizaje activo e incremental, con un enfoque pedagógico PBL (aprendizaje basado en problemas y proyectos). Así, va construyendo soluciones a problemas reales en la medi-



Con Cupi2, el aprendizaje se basa en resolver problemas y desarrollar proyectos.

da en que avanza, y percibe que le servirá incluso si no va a usar lenguajes de programación en el futuro.

Como las habilidades se generan muy lentamente, lo aprendido no se abandona, sino que se refuerza, a la par que se incluyen nuevos conceptos. Es decir, no hay chance de decir: "Saqué 3, aprobé y puedo olvidarme de este asunto que no me interesa", señala Jorge Villalobos, director del Departamento de Sistemas y Computación de los Andes y una de las cabezas de Cupi2. Él y la profesora Nadya Calderón sostienen que los estudiantes avanzan más rápido y llegan a construir programas más complejos que en un curso tradicional.

Las flechas de Cupi2 llegan lejos

El cambio en el modelo de enseñanza comenzó a gestarse en 2004 cuando se dio la feliz coincidencia de que Jorge Villalobos

Por qué Cupi2

El nombre del programa surgió de la suma de las letras de Currículo de Pregrado y Cursos de Programación (CuP CuP). Como la nueva palabra no era sonora y se pretendía flechar a los estudiantes, enamorarlos de estas materias, se llegó a Cupi2, que se pronuncia igual que el del dios romano en plural.

Objetos de aprendizaje para estudiantes

1. **Libros.** Se han publicado dos: *Fundamentos de Programación*, de Jorge Villalobos y Rubby Casallas e *Introducción a las estructuras de datos*, de Jorge Villalobos. Se venden en 11 países de Latinoamérica.
2. **Entrenadores.** Hay unos 50. Son programas de computación para fijar conceptos abstractos y desarrollar habilidades mediante metáforas, herramientas de animación de algoritmos y juegos, que complementan al profesor y lo descargan de ciertas funciones para que dedique la clase a otras actividades. Cada estudiante es autónomo y

puede hacer los ejercicios a su ritmo.

3. **Mapas mentales.** Son programas que permiten establecer relaciones entre conceptos.

4. **Videos expositivos.** Contienen explicaciones ingeniosas y menos técnicas de algunos profesores sobre cómo abordar un problema.

5. **Tutoriales.** Incluyen instrucciones muy precisas sobre usos de tecnologías. Pueden ser animaciones o ejercicios manuales.

6. **Ejemplos.** Son softwares para el aprendizaje de buenas prácticas.



y Rubby Casallas, egresados de Sistemas de la Universidad, regresaban al país y a Los Andes y conformaron el grupo de investigación Tecnologías de Información y Construcción de Software (TICS_w), junto con Flor Milena Vela y otras personas de varias disciplinas. Su objetivo era investigar para elevar la motivación de los alumnos de Programación.

Durante dos años se hicieron los programas piloto y siempre han estado acompañados por el Centro de Investigación y Formación en Educación (Cife) y el Laboratorio de Informática Educativa (Lidie), dependencias internas de Los Andes.

Los afectados no eran pocos, pues cerca de 1200 alumnos toman la materia en cada semestre. Ahora, ya logrado el enamoramiento de los uniandinos, Cupi2 lanza flechas más lejos. Ya tiene una comunidad consolidada de profesores de 25 universidades del país y algunos institutos internacionales, que utilizan esta metodología y comparten sus experiencias. Y hay tutorías a estudiantes y profesores de universidades colombianas.

Además, cualquier persona con un computador en cualquier lugar del mundo puede utilizar muchas de las herramientas y materiales entrando a la página <http://cupi2.uniandes.edu.co>. Los profesores deben inscribirse en el portal para pertenecer a la comunidad.

Cupi2 ya ha recibido dos reconocimientos en el país: el Premio Colombiano de Informática 2007 que le otorgó la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS) en diciembre de 2007, y el Premio Colombiano de Informática Educativa que le entregó en noviembre de 2009 la Red Iberoamericana de Informática Educativa Nodo Colombia Ribie-col.

Por eso, el interés no solo es mantenerlo, sino elaborar nuevos materiales y exportar el modelo de enamoramiento al resto del currículo de Sistemas y Computación. ■

Participantes en Cupi2

Número de universidades inscritas en la comunidad	25
Miembros activos en la comunidad	157
Total número de profesores involucrados desde 2005	198
Total número de estudiantes involucrados desde 2005	6798

Fuente: Ingeniería de Sistemas Universidad de los Andes

Visitas al portal Cupi2 en 2008

País	Promedio mensual de visitas	Total visitas reportadas en 2008
Colombia	16.577	156.884
España	1302	13.154
Estados Unidos	685	6695
Otros	167	4364

Fuente: Ingeniería de Sistemas Universidad de los Andes

En la comunidad virtual los profesores publican bitácoras del curso y dejan copias de materiales y enunciados de los exámenes.

Para qué sirve aprender a programar



Jorge Villalobos, director del Departamento de Sistemas y Computación, destaca que aprender a programar es importante para desarrollar habilidades que permitan conceptualizar los problemas. Por eso, sus aplicaciones van más allá de la computación y se extienden a cualquier ingeniero y a otros profesionales que deban resolver problemas. Es decir, quien aprende a programar describe las soluciones de los problemas usando alguna herramienta de computación, pero la programación está en la cabeza de la persona y no en el computador. Por eso, el eje del modelo Cupi2 es desarrollar habilidades como:

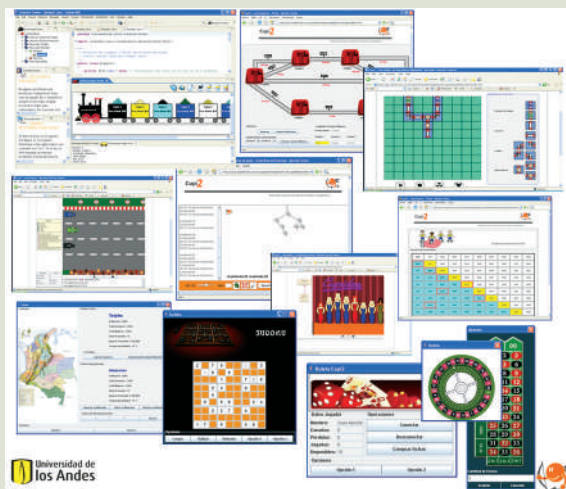
- Entender un problema (abstraer, modelar, analizar).
- Plantear soluciones efectivas (reflexionar sobre una abstracción, definir estrategias, seguir un proceso, aplicar una metodología, descomponer en subproblemas).
- Manejar lenguajes para expresar una solución (codificar, entender y respetar una sintaxis).
- Utilizar herramientas que entiendan esos lenguajes (programar, compilar, ejecutar, depurar).
- Probar la validez de la solución (entender el concepto de corrección y de prueba).
- Justificar las decisiones (medir, argumentar).



EL GRUPO: TICSw (Tecnologías de Información y Construcción de Software).

CONTACTO: Jorge Villalobos, profesor asociado, director del Departamento de Sistemas y Computación, grupo TICSw. jvillalo@uniandes.edu.co

Objetos de aprendizaje para profesores



Los materiales interactivos permiten hacer ejercicios como en un juego de Lego.

1. Comunidad de profesores. Es una aplicación web basada en el conocimiento compartido. Allí los docentes publican bitácoras con la preparación y los resultados del curso y dejan copias de materiales como hojas de trabajo desarrolladas en clase y enunciados de sus exámenes y de laboratorio. Esto ofrece una visión global sobre la experiencia de los otros profesores y es muy útil para los docentes nuevos. Dispone de unas 1200 bitácoras

clasificadas por profesor, curso y nivel, y de más de 4200 materiales.

2. Estadísticas (indicadores de seguimiento). Permite monitorear el desarrollo del programa y cruzar variables sobre los estudiantes, basándose en las notas que registra cada profesor. Así, se pueden comparar rendimientos de alumnos y de docentes, establecer diferencias e introducir correctivos al pénsumo o a las metodologías de enseñanza.



Un invento vital

El investigador Andrew Shalá, ingeniero químico y biólogo, con una muestra de la emulsión, que está en fase experimental en mamíferos.

24

Tres estudiantes de la maestría de Ciencias Biomédicas de la Universidad de los Andes, bajo el liderazgo del profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica Juan Carlos Briceño, ganaron el concurso de Innovación del Quinto Seminario Internacional de Ingeniería Biomédica con la propuesta de creación de una empresa para fabricar una emulsión que salvaría muchas vidas en todo el mundo. Ya se está tramitando la patente.

“La hemorragia es la causa de muerte en 80% de los decesos en el quirófano y en 50% de las muertes durante las primeras 24 horas después del trauma”, según el artículo “Hemorragia y trauma, avances del estudio CRASH2 en Colombia”, publicado en la *Revista Colombiana de Cirugía de 2009**. Además, según la Organización Mundial de la Salud, “se considera que la hemorragia es responsable de 30% a 40% de las muertes”.

De ahí la importancia de Bloodox, una emulsión que transporta oxígeno en la sangre, que salvaría muchas vidas en caso de que supere con éxito las fases preclínicas y clínicas de la investigación. Este producto es fruto del trabajo de más de 15 años del grupo de Ingeniería Biomédica de la Universidad de los Andes y de la Fundación Cardioinfantil. Inicialmente ingenieros y médicos trabajaron en la evaluación de emulsiones transportadoras de oxígeno fabricadas en Estados Unidos en modelos animales.

Gracias a este trabajo, en el año 2000 Colciencias cofinanció un proyecto de investigación para la elaboración de las emulsiones. Esta cofinanciación permitió construir una planta para fabricar las emulsiones y la dotación de una sala de cirugía experimental en la Fundación Cardioinfantil. De acuerdo con Juan Carlos Briceño, “el continuo avance del proyecto nos ha permitido obtener nuevas cofinanciaciones de Colciencias para diseñar, fabricar y evaluar emulsiones que puedan, eficaz y seguramente, reemplazar a la sangre en el transporte de O_2 ”.

El trabajo ganó, entre 9 grupos, el primer puesto en el Concurso de Innovación realizado en el evento ‘SIB y SIPAIM 2009: Innovación, creación de empresas y transferencia tecnológica’. El jurado estuvo conformado por María Mercedes Barrera, administradora de empresas, asesora del programa Bogotá emprende CCB; Rafael Canal, ingeniero electromecánico y empresario; Jorge Hernández, profesor de la Facultad de Administración, Uniandes; Wilson Ríos, abogado de propiedad intelectual, Uniandes; Gonza-

* Autores: Jorge Humberto Mejía-Mantilla, MD, Fabián Eduardo Puentes-Manosalva, MD, Juan Diego Ciro, MD, Carlos Morales, MD.

lo Torres Cadena, ingeniero industrial, empresario y experto en mercadeo; Natalia Valbuena, bióloga MBA, subgerente de asuntos regulatorios de Medtronic para Colombia, y Juan Carlos González Gómez, médico ortopedista de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

La propuesta de empresa para la comercialización del Bloodox fue presentada por los estudiantes de maestría de Ciencias Biomédicas de la Universidad, Andrew Shalá, ingeniero químico y biólogo de Los Andes; Camila Castro, ingeniera química y profesora instructora del Ingeniería Química de Los Andes, y Juan David Pérez, médico cirujano de la Universidad Nacional.

De acuerdo con el médico Pérez, “la idea es utilizar esta emulsión en situaciones donde está comprometido el transporte de oxígeno en la sangre, como el trauma, la hemorragia o la anemia. No existe un producto nacional ni aprobado por la FDA que se utilice con este fin”. Y, según la revista de cardiología citada arriba, “cerca de 90% de las muertes por trauma ocurren en países como el nuestro, de ingreso per cápita bajo-medio, en los que las causas son atribuibles a la violencia”. De ahí la importancia del aporte e innovación de la investigación no solo para Colombia sino para el mundo.

De esta forma, se cumple el propósito de que los trabajos que se realizan en la Universidad “tengan un impacto real en la sociedad”, como lo señala el profesor e investigador Juan Carlos Briceño. Aunque en este proyecto han participado muchas personas, los aportes de cada uno de los tres ganadores del concurso, fueron señalado por ellos así: los de Camila Castro estuvieron en la formulación de la emulsión; los de Andrew Shalá, en la estabilidad y caracterización de la emulsión; y los de Juan David Pérez en el estudio de la evaluación de la emulsión en modelos animales.

Aunque se considera que la investigación está muy adelantada, faltan las etapas más delicadas, las de experimentación en mamíferos grandes y en humanos. Se necesitan al menos cuatro años más para que este producto llegue al mercado.

El médico Pérez explica que habitualmente, cuando se produce una hemorragia, la forma de tratar al paciente es infundirle expansores plasmáticos o transfusiones de sangre. Las dos opciones tienen limitaciones: la primera porque los expansores plasmáticos no transportan oxígeno y la segunda porque no siempre hay donantes para las transfusiones, puede haber incompatibilidades o enfermedades y, en casos de sangrados severos, tiene efectos secundarios. El Bloodox es “una emulsión de perfluorocarbono, lecitina, agua y aditivos, que se inyecta en el sistema circulatorio para ayudar a la sangre a transportar el oxígeno y dióxido de carbono”.

Se espera poder contextualizar el diseño y la evaluación de la emulsión a la situación colombiana donde, por ejemplo en zonas de conflicto, los tiempos previos a la atención de un paciente pueden ser muy largos debido, entre otras razones, a las condiciones geográficas.

“Es importante resaltar -señala el profesor Briceño- que además de la investigación en sí misma, la participación en el concurso de innovación es fundamental para dar los pasos para la fabricación y comercialización de esta sangre artificial”. ■

Innovación para crear empresa

Con los temas de innovación, creación de empresa y transferencia tecnológica, se llevó a cabo el ‘SIB y SIPAIM 2009: Innovación, creación de empresas y transferencia tecnológica’ el 26 y 27 de noviembre del año pasado. Fue organizado por un equipo de 20 personas de los grupos de investigación Imagine, de Ciencias Biomédicas, y Bioingenium, de las universidades de Los Andes y Nacional.

Según Marcela Hernández, profesora asociada del Departamento de Ingeniería y Computación e investigadora de Los Andes, coorganizadora del evento, la asistencia ha crecido considerablemente: “Al primero asistieron unas 50 personas y a este 450 y vinieron cinco conferencistas de Francia, Estados Unidos, España y Brasil. Se presentaron 115 trabajos de investigación de muy buen nivel, evaluados por pares nacionales y extranjeros.

Esto demuestra que hay capital humano y, sin embargo, esto no se refleja en la industria”. Por ello, señaló, hay que tomar el camino de la transferencia industrial y la creación de empresa que, en sus etapas iniciales, requiere el apoyo de las universidades, de la academia.

De acuerdo con Marcela Hernández, gran parte del éxito del evento se debió al hecho de que se desarrolló en torno al tema de la innovación y se logró poner a la gente, las investigaciones y a los estudiantes de Biomedicina en el camino de establecer la posibilidad de que los proyectos lleguen más lejos, al servicio de los pacientes. Desde ese punto de vista, el concurso y el simposio doctoral fueron vitrinas donde los pares pudieron contrastar sus investigaciones, sacarlas del mundo meramente académico y someterlas al criterio de la creación de empresa.



CONTACTO: Juan Carlos Briceño, profesor titular, Departamento de Ingeniería Mecánica, GIB (Grupo Ingeniería Biomédica). jbriceno@uniandes.edu.co

Contacto Facultad-sector externo

Asesores de la empresa privada y pública contribuyen a la definición de los planes de desarrollo de la Facultad de Ingeniería. Esta es una muestra del interés de la Universidad por fortalecer los vínculos con el sector externo.

Doce destacados ingenieros de distintas ramas de esta profesión conforman el comité asesor de la Facultad de Ingeniería. Ellos ofrecen una perspectiva externa sobre el funcionamiento, las oportunidades y los retos de docentes y estudiantes uniandinos y ayudan a concebir planes de desarrollo de la Facultad.

En el comité están representados los distintos perfiles del ingeniero de Los Andes: administradores, funcionarios públicos, empresarios y consultores, de modo que sus aportes tienen impacto directo en los currículos y lineamientos de la Facultad.

El comité fue creado en 1991 por iniciativa del entonces decano, hoy profesor emérito de la Universidad, Alberto Sarria Molina, quien estaba preocupado por la desconexión entre la Universidad y el sector externo. En su empeño se destaca la colaboración del ingeniero Juan Pablo Ortega Samper, recientemente fallecido.

Algunas de sus contribuciones son: identificar áreas de oportunidad para incidir en el entorno, a partir de las fortalezas de la Facultad; señalar áreas de formación académica y las competencias en que debe profundizarse con miras a la preparación para el futuro, e identificar áreas de la ciencia y de la tecnología donde se puede innovar en el ámbito nacional.

En el pasado, fueron integrantes de este comité Carlos Angulo, Juan Pablo Ortega (fallecido), José Manuel Mejía, Javier Gutiérrez, Constanza Nieto, Consuelo Carrillo, Alberto Espinosa, Luis Gustavo Flórez, Eduardo Aldana, María Isabel Patiño, Diego Escobar, Francisco Carosio (fallecido) y Ástrid Álvarez.

Aquí se presenta a nueve de sus integrantes. Los tres restantes van a ser nombrados próximamente. ■



Juan Manuel Wills Herrera
Gerente General Globotech S.A.

Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes, con estudios de Alta Gerencia en 1989. Cuatro años después finalizó el Programa de Alta Dirección Empresarial (PADE) de la Universidad de la Sabana. Fue gerente general de Globotech Displays Ltda. y antes había ocupado la gerencia general de Hewlett Packard Colombia, EDS Colombia y Oracle Colombia. Ha sido presidente de la Junta Directiva de la Fundación Parque Soft Bogotá.



Hugo Valderrama Sánchez
Presidente High Value Consulting

Ingeniero de Sistemas y Computación de Los Andes, con estudios de MBA en la Universidad de la Salle. En 1992 finalizó el Programa de Alta Dirección Empresarial (PADE) de la Universidad de la Sabana y en 2006 su Ph.D-BM. Fue presidente de NCR Colombia y Afina Sistemas Informáticos S.A. y gerente comercial de IBM Colombia. Ha sido miembro de ASQ (American Society For Quality) y del Foro de Presidentes de la Cámara de Comercio de Bogotá.



Álvaro Villaveces Atuesta
Gerente AVA y Cia. S.C.A.

Ingeniero Civil de la Universidad de los Andes en 1961, con estudios de posgrado en MIT, donde recibió grado de BSCE y MSCE en 1961 y 1962, respectivamente. Es presidente de la Junta Directiva de Computec S.A. y el representante legal de la empresa AVA LTDA. Y CIA. S.C.A. Desde 1971, se desempeña como miembro del Consejo Superior de la Universidad de los Andes, así como, miembro activo del Comité Asesor de la Facultad de Ingeniería.



Manuel Ignacio Dussan Villaveces
Consultor Independiente

Ingeniero Eléctrico de la Universidad de los Andes, con maestría en Sistemas de Control de Northwestern University (Evanston, Estados Unidos). Tiene una experiencia de más de 35 años en el sector de energía en Colombia, América Latina y Europa del Este, con énfasis en el diseño, desarrollo y operación de mercados de energía (electricidad, gas natural y petróleo), la reforma y privatización de sectores de energía eléctrica, la preparación de planes nacionales de energía y la evaluación de proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.



Álvaro Sanjinés Orejuela
Fundador y Gerente Valrex S.A.

Ingeniero Mecánico de la Universidad de los Andes, magíster en Ciencias de Administración con énfasis en Administración de Tecnología en la Escuela de Negocios de Stanford en la Universidad de Stanford (Estados Unidos) y doctorado en Termodinámica y Mecánica de Fluidos en la Universidad de Strathclyde (Escocia). Ha sido gerente general de Agrifim de Colombia S.A. y Geoflow INC, Agritro Ltda., docente de la Universidad de los Andes e investigador de la Universidad de Strathclyde.



Luis Fernando Alarcón Mantilla
Gerente ISA

Ingeniero Civil de la Universidad de los Andes, Master of Science en Ingeniería Civil (Sistemas de Recursos Hidráulicos) en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). En 1995 participó en el Programa Avanzado de Gerencia de la Universidad de Oxford. Fue Ministro de Hacienda y ha pertenecido a las juntas directivas de Avianca, el Banco de Bogotá, la Bolsa de Valores de Colombia, ISA, Bavaria, Caracol S.A., Cafesalud, Valores Bavaria y Caracol Televisión, entre otras. Hace parte del Consejo Superior de la Universidad de los Andes.



Yolanda Auza Gómez
Presidente Unisys de Colombia

Ingeniera de Sistemas en la Universidad de los Andes, con estudios de Alta Gerencia en la misma universidad. En 2006 asumió las funciones de gerente general para LACSA, región conformada por Argentina, Chile, Uruguay, Perú, Venezuela, Costa Rica, Puerto Rico y Colombia. Pertenece a las juntas directivas del Consejo de Empresas Americanas, de la Cámara de Comercio Colombo Americana y de la Association of American Chambers of Commerce in Latin America.



Jorge Enrique Morales Becerra
Director Moralco Consultores

Ingeniero Mecánico de la Universidad de los Andes y de la Universidad del Estado de Illinois (Estados Unidos). Magíster en Administración de Empresas de la Universidad del Valle (Cali) y consultor certificado Kepner Tregoe (Princeton, Estados Unidos). Ha sido vicepresidente de Grupo de Smurfit Cartón de Colombia, vicepresidente de Operaciones e Informática del Banco de Occidente, gerente general de las empresas comerciales de la Organización Corona y consejero de la Corporación Calidad. Profesor de cátedra en pregrado y posgrado en las universidades de los Andes, Externado de Colombia y Sergio Arboleda.



Eduardo Bayona de Francisco
Gerente General EBA Ltda.

Ingeniero Civil de la Universidad de los Andes, con grado de Bachelor of Science de la Universidad de New México y maestría en la misma universidad. Fue profesor de Los Andes y director del Departamento de Ingeniería Civil. Pertenece a la Junta Directiva de Procibernética S.A. y Computec S.A. y ha sido miembro de las juntas de compañías como Estudios Técnicos S.A. y Bolsa de Bogotá. Hace parte del Consejo Superior de la Universidad de los Andes.

Los patrones comunes de las guerras

Un ingeniero industrial uniandino y otros investigadores extranjeros proponen un modelo para describir los conflictos insurgentes modernos y plantean interrogantes sobre la forma como los ejércitos regulares combaten a los grupos armados.

28

Los conflictos insurgentes modernos tienden a ser un sistema de vida de los actores involucrados porque, en la era de Internet, 'hacer la guerra' resulta muy fácil para cualquiera. Además, en esta forma común de hacer la guerra es menos probable que se presente el enfrentamiento frontal que preveía Mao en la "guerra popular prolongada" –el fin del conflicto–, pues estos tienden a ser infinitos.

Son conclusiones a las que llegó la investigación "Observando el conflicto desde la perspectiva de la complejidad", publicada en la revista *Nature* de diciembre pasado bajo el título 'Una ecología común cuantifica la insurgencia humana', y cuyo primer autor es el estudiante de doctorado en Ingeniería Industrial de Los Andes, Juan Camilo Bohórquez.

Hallazgos como estos han despertado el interés del Departamento de Estado de Estados Unidos, del Comando Sur, del Pentágono, de las Fuerzas Conjuntas en Iraq y en Afganistán, y de las Fuerzas Armadas colombianas. Miembros de esas instituciones han hecho contacto con los investigadores porque, según Bohórquez, sus conclusiones revalúan los modelos con los que se enfrenta a los insurgentes.

El estudio, que fue dirigido por Neil F. Johnson, de la Universidad de Miami, y el profesor de Ingeniería Industrial de Uniandes Roberto Zarama, se basó en el análisis de las bases de datos de conflictos de ocho países, en los que se encontró un patrón común de hacer la guerra. Además de Bohórquez, en este participaron también los profesores e investigadores Sean Gourley, del Complex Systems Group, del Departamento de Física de la Universidad de Miami; Alexander R. Dixon, del Cavendish Laboratory en Cambridge University, y Michael Spagat, del Departamento de Economía en el Royal Holloway College y University of London.

De acuerdo con el ingeniero industrial Bohórquez, se encontró un patrón común con una probabilidad acumulada de que un evento –secuestro, enfrentamiento, mina antipersona y ataques a bases militares o a poblaciones– tenga uno o más muertos. Específicamente, hallaron una distribución de ley de potencia con un exponente de 2,5. Es decir, que "es $10^{2,5}$ (316 ve-

ces) más probable que un evento tenga 10 muertos a que tenga 100; y es $10^{2,5}$ veces más probable que tenga 100 a que tenga 1000, pero esta probabilidad nunca cae a cero. La hipótesis que hay detrás de este patrón es que en todos los conflictos hay una forma común de hacer la guerra".

Este patrón es diferente en guerras civiles como la Española o la de Secesión. Y también en las guerras frontales, como en la Primera o la Segunda mundiales, donde el exponente fue de 1,7.

Explica el ingeniero, también integrante del Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados en Complejidad (Ceiba), que hay evidencia de que, en el tiempo, los eventos no suceden aleatoriamente, sino que "llegan como ráfagas, a veces muchos, a veces ninguno". Esto ocurre porque los insurgentes toman la decisión de cuándo actuar de forma independiente pero con la misma información: observan la visibilidad de cada evento en los medios de comunicación, la cantidad de ataques de otros grupos y el impacto en la desestabilización de Estado, entre otros. Así sucede en todos los

países donde hay conflicto y lo confirman las bases de datos consultadas de Colombia, Senegal, Sierra Leona, Afganistán, Indonesia, Israel, Irlanda del Norte y Perú.

La manera como se comportan y el interés por los sistemas complejos llevó al grupo de investigadores a comparar los conflictos modernos con otros sistemas como el inmunológico, los gases, los medicamentos que actúan contra el Alzheimer... "Esta forma de estudiar los sistemas complejos –afirma Bohórquez– acortó la distancia entre el análisis político y la ecología". De hecho, el planteamiento de ver las guerras insurgentes modernas como un sistema ecológico fue la clave para que la revista científica *Nature* acogiera, por novedoso, el artículo que escribió el ingeniero industrial Juan Camilo Bohórquez. ■



Juan Camilo Bohórquez

CONTACTO: Juan Camilo Bohórquez, estudiante doctoral, Ceiba (Centro de Estudios Interdisciplinarios Básicos y Aplicados en Complejidad). jua-boho@uniandes.edu.co. <http://www.nature.com/nature/journal/v462/n7275/full/nature08631.html>

La Facultad en números

La Facultad de Ingeniería es la más grande de la Universidad de los Andes: aporta el 41,53% de los estudiantes de pregrado. Funciona en el edificio Mario Laserna, de 11.000 m², que alberga aulas de clase, 27 salas de reuniones y 55 laboratorios.

Número de estudiantes: **6518**

Pregrado	5122
Especialización	549
Maestría	786
Doctorado	61

Número de profesores: **122**

Nivel de educación del profesorado

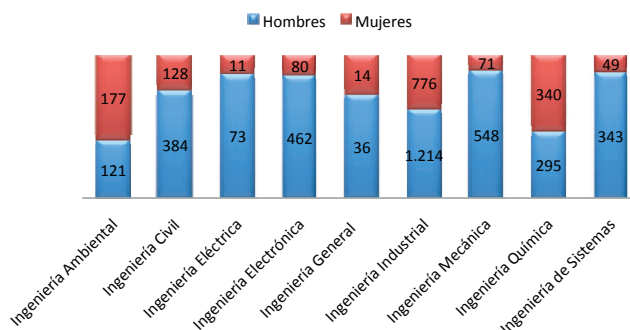
Con doctorado	70
Con maestría	47
Con pregrado	5

Género de los estudiantes

68% hombres
32% mujeres

En casi todas las ramas de la ingeniería predominan los estudiantes hombres. Solo en Ambiental y en Química hay más mujeres (59% y 54%, respectivamente). Mecánica es la que menos mujeres tiene matriculadas (11%), seguida de Eléctrica (13%).

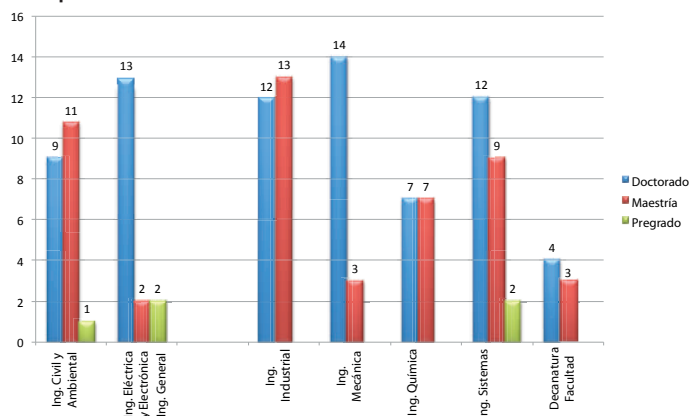
Población de pregrado por género año 2009



Número de estudiantes por semestre

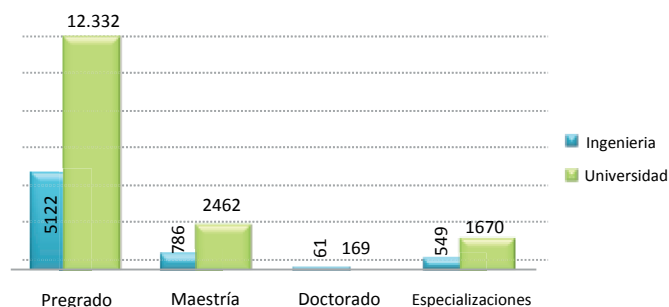
Facultad / Programa	2009-1	2009-2
Ingeniería Ambiental	282	298
Ingeniería Civil	494	512
Ingeniería Eléctrica	74	84
Ingeniería Electrónica	562	542
Ingeniería General	74	50
Ingeniería Industrial	2008	1990
Ingeniería Mecánica	637	619
Ingeniería Química	680	635
Ingeniería de Sistemas	386	392
Ingeniería	5197	5122

Facultad de Ingeniería Composición docente



Fuente: Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes

Proporción de estudiantes de Ingeniería vs total de la población universitaria 2009



Fuente: Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes



Escuela de Verano, contacto internacional



30

La Escuela de Verano es un proyecto impulsado por la Rectoría de la Universidad de los Andes que busca dar oportunidad a los estudiantes de pregrado y posgrado de ampliar su perspectiva internacional. Para ello invita a profesores de prestigiosas universidades del exterior.

Los cursos duran 15 días en promedio y son dictados por profesores de amplia trayectoria y reconocimiento. Se desarrollan entre junio y julio de todos los años y por lo general son en inglés. Además, estos profesores adelantan trabajos de investigaciones con los grupos de la Facultad.

El programa está abierto a estudiantes de otras universidades.

El año pasado, la Facultad de Ingeniería ofreció 12 cursos, así:

Sistemas y computación

- Desarrollo de agentes en entornos físicos simulados, profesor Marlon Núñez Paz, Universidad de Málaga (España).

- Gobierno de TI en Pymes, profesor Alberto Arroyo, Politécnico de Madrid (España).
- Bioinformática: Fundamentos, Representación, Manipulación, Visualización, profesor Leonardo Mariño Ramírez, National Institute of Health (Estados Unidos).

Eléctrica y Electrónica

- Subastas y otros mecanismos para el diseño de mercados en redes de próxima generación, profesor Fernando Beltrán, Universidad de Auckland (Nueva Zelanda).

Mecánica

- Combustión, profesor Kalyan Annamalai, Universidad de Texas A&M (Estados Unidos).
- Adhesivos estructurales en ingeniería, profesor Ian Ashcroft, Universidad de Loughborough (Reino Unido).
- Innovación y desarrollo tecnológico en bioingeniería, profesor Jorge Jiménez, Georgia Tech (Estados Unidos).

El profesor Ian Ashcroft, de la Universidad de Loughborough [Reino Unido], durante una de las clases del curso de 'Adhesivos estructurales en ingeniería', ofrecido por el Departamento de Ingeniería Mecánica.

Industrial

- Innovación en Ingeniería: Teoría y Práctica, profesor Ulrik Jorgensen, Universidad de Dinamarca (Dinamarca).
- Tópicos avanzados en finanzas, profesor Aurelio Vásquez, Banco de Montreal.
- Estructuración de Redes Sociales para el estudio de la complejidad, profesores Neil Johnson, Universidad de Miami (Estados Unidos); Eric Goles Chacc, Universidad de Grenoble (Francia), y James Alexander Glazier, Universidad de Indiana (Estados Unidos).

Civil y Ambiental

- Gestión de la producción en construcción, profesor Eduardo Luis Isatto, Universidad Federal de Río Grande (Brasil).
- Mecánica de pavimentos, Juan Martínez, INSA (Francia). ■



Estudiantes de pregrado y de posgrado pueden ampliar sus conocimientos con profesores internacionales en cursos de 15 días en promedio.

CONTACTO: Teléfono 1- 3394949, extensiones 3038 y 3040.
info.ingenieria@uniandes.edu.co

Reconocimientos y distinciones

Estudiantes y profesores de la Facultad obtuvieron distinciones en 2009.

Los profesores

Hernando Vargas Caicedo, profesor del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, ingresó como Miembro Correspondiente de la Academia Colombiana de Historia de la Ingeniería y de las Obras Públicas.

El profesor **Juan Carlos Briceño**, del grupo de investigación de Ingeniería Biomédica, obtuvo la patente de modelo de utilidad de Balón-Coil (Dispositivo Globo Espiral para la oclusión del ducto arterioso persistente).

Investigadores de Ingeniería Mecánica y de Ingeniería Química, liderados por el profesor **Jorge Medina**, profesor asociado del Departamento de Ingeniería Mecánica, desarrollaron Wood Pecker, un producto destinado a reemplazar la madera y el aluminio como material de construcción en zonas no estructurales de las edificaciones. Fue financiado por Colciencias.

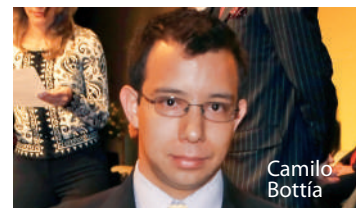
Marcela Hernández, profesora del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, pertenece al equipo premiado por el mejor protocolo de investigación en el XXXIV Congreso Colombiano de Radiología. El proyecto fue "Relación entre el espesor de la corteza insular, medido por estudios de resonancia magnética cerebral, y las ma-

nifestaciones clínicas en el primer episodio psicótico agudo en pacientes consultantes al Departamento de Psiquiatría del Hospital San Ignacio comparado con un grupo control sano pareado por edad y sexo".

El profesor **Mauricio Sánchez Silva**, de Ingeniería Civil y Ambiental, fue nombrado evaluador del comité editorial del *Journal of Infrastructure Systems* por la ASCE (American Society of Civil Engineers).

Cupi2 - Una Solución Integral al Problema de Aprender/Enseñar a Programar, del grupo de Construcción de Software (TICSw) de Ingeniería de Sistemas y Computación, recibió el Premio de Informática Educativa, otorgado por la Red Iberoamericana de Informática Educativa Nodo Colombia Ribie-col. Fue liderado por **Jorge Villalobos**, director del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Ingenieros sin Fronteras, que busca desarrollar modelos y aplicar herramientas de ingeniería para las comunidades más vulnerables, fue reconocido por la Unesco con el primer puesto en el concurso internacional Mondialogo Engineering Award. Es liderado por la profesora **Catalina Ramírez**, del Departamento de Ingeniería Industrial. ■

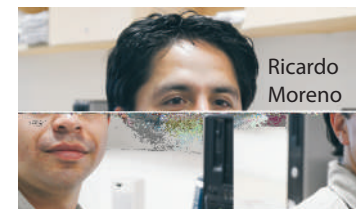


Camilo Bottía

Los estudiantes

Camilo Bottía Chaparro, ingeniero industrial y matemático de Los Andes, fue el mejor estudiante en los Premios Portafolio. Obtuvo el grado Magna Cum Laude en Ingeniería Industrial porque su promedio acumulado está dentro del 1 por ciento más alto de los graduandos de la Facultad de Ingeniería durante los últimos cinco años.

Juan Carlos Bohórquez, estudiante doctoral del Departamento de Ingeniería Industrial, es el autor principal de un artículo publicado por *Nature*, sobre una investigación de las universidades de Los Andes, Miami, Cambridge y Londres (Royal Holloway College), acerca de patrones comunes en conflictos armados.



Ricardo Moreno

Ricardo Moreno, del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, fue galardonado por la Empresa de Energía de Bogotá ESP, por su trabajo de grado en la modalidad de maestría. ■

12 años del programa de Doctorado

Un total de 23 graduados y 61 estudiantes tiene el programa de doctorado de la Facultad de Ingeniería, que comenzó hace 12 años. Los énfasis son en las siguientes áreas: Civil y Ambiental, Sistemas y Computación, Eléctrica y Electrónica, Industrial y Mecánica. El programa doctoral es de tiempo completo y los estudiantes pertenecen a un grupo de investigación de la Facultad. Los doctorantes realizan una pasantía de mínimo un año en el exterior y con algunos estudiantes se tienen convenios de doble titulación. De los graduados, 6 han obtenido la doble titulación y actualmente 14 están en esta modalidad. Algunas de las universidades son:

Francia: Institut Français de Mécanique Appliquée, Ecole de Technologie Supérieure, Ecole des Mines de Nantes, Universidad Sophia Antipolis de Niza, Université de Technologie de Troyes

EE.UU: University of Virginia, Colorado State University, University of California

Bélgica: Vrije Universiteit Brussel

Alemania: Universidad Federiciana Karlsruhe

Canadá: Ecole Polytechnique de Montreal

España: Universidad Pontificia de Comillas

Inglaterra: Oxford University

Grecia: National Technical University of Athens

Eventos

2009

19 de febrero

II Seminario de Logística Integral

El Departamento de Ingeniería Industrial de Los Andes, la Escuela de Ingeniería de Antioquia y la Universidad del Norte organizaron este encuentro para difundir el estado actual de investigación sobre 'Logística, gerencia integral de cadenas de suministro y abastecimiento', sus perspectivas y proyecciones.

4 de marzo

¡La calle es nuestra,... de todos!

En el foro internacional ¡Bogotá, ciudad en movimiento!., organizado por las facultades de Ingeniería y Arquitectura, entre otros, 17 expertos reflexionaron sobre el poder de la calle en la movilidad, el comportamiento urbano, y la identidad cultural, desde diferentes disciplinas.

4 y 5 de marzo

Segundo Taller Internacional de la red WasteNet

El Segundo Taller Internacional de la red WasteNet, organizado por el Senai (Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial) de Curitiba (Brasil) con el Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIA) del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, reunió a expertos de varios países. Hablaron del 'Desafío para la gestión sostenible de residuos sólidos'.



2 de julio

Congreso Internacional de estructuras Modernas de Bambú – ICBS 2009

Expertos de varios países intercambiaron experiencias e información sobre ensayos experimentales, análisis, diseño y procesos constructivos de estructuras modernas de bambú en este encuentro organizado por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. También se discutió sobre cómo desarrollar programas de cooperación internacional para la investigación de aplicaciones estructurales de este material.

2010

Volver a los Andes 4

El **5 de junio** es la fecha escogida para Volver a los Andes 4, un encuentro de egresados de la Universidad, en el que hay charlas de actualidad con profesores uniandinos, encuentro con compañeros y profesores de las facultades, actividades deportivas, recorridos guiados por el campus, almuerzo y conciertos.

La reunión se celebra cada dos años y se homenajea a los egresados 50 años atrás. En 2008 asistieron cerca de 6000 personas y la programación incluyó 40 charlas a cargo de profesores de las distintas facultades, visita guiada a los laboratorios de Ingeniería, Ciencias y Medicina, concurso Unicampus y un concierto de Andrés Cepeda, Óscar Acevedo y Kirt and Norman Band.

Conferencia Internacional

El Departamento de Ingeniería Industrial organiza la "5ª. conferencia internacional en investigación de la producción ICPR Américas 2010", cuyo tema central es 'Tecnologías en logística y manufactura para pequeñas y medianas empresas'. La reunión busca crear conciencia en los investigadores sobre las necesidades de las pequeñas y medianas empresas para ser competitivas en un mundo global. Además del espacio para el debate y la construcción de redes sociales y de investigación habrá talleres sobre gestión de proyectos y de operaciones, producción industrial e ingeniería, economía y administración de empresas.

21 a 23 de julio, edificio ML

Informes: <http://icpramericas2010.uniandes.edu.co>

14 de julio

II Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad del Aire y Salud Pública

El Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental fue uno de los organizadores de este encuentro para discutir acerca del estudio y control de la contaminación del aire, a través de sesiones plenarias con conferencias magistrales de reconocidos expertos internacionales. Representantes de universidades, centros de investigación, entidades públicas y firmas de consultoría mostraron los últimos avances alcanzados en estos temas en Iberoamérica.

9 de septiembre

ELAGEC III

Este es uno de los principales eventos académicos en el ámbito latinoamericano para discutir temas de 'Gestión y economía de la construcción', así como oportunidad de integración e intercambio del conocimiento académico con el sector productivo. Fue organizado por el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.



Andrés Cepeda fue una de las estrellas que se presentó en Volver a los Andes en 2008.

Foro

El Departamento de Ingeniería Química abrirá el Primer Capítulo de Estudiantes de la Asociación Americana de Ingeniería Química (AIChE) en Suramérica con un foro en el que participará el profesor Scott Fogler, del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Michigan, con la charla 'Chemical engineering perspectives for the next decade'. Es el autor del libro *Chemical Reaction Engineering*, que se usa el 75% de programas de Ingeniería Química en Estados Unidos y tiene más de 200 publicaciones en reacción en medios porosos, fenómenos coloidales y catálisis.

También estará Thomas K. Wood, profesor de la Universidad de Texas A&M, con más de 150 publicaciones en temas como formación de biopelículas, biorremediación, inhibición de biocorrosión, rizadorremediación y evolución dirigida para química verde e ingeniería de proteínas para producción de hidrógeno.

29 de abril, 1:30 p.m. Auditorio ML B

Informes: <http://www.aiche.org/index.aspx>

Universidad-empresa, un programa ganador

Veinte ingenieros menores de 35 años egresados de distintas universidades del país cursan hoy su Maestría en Ingeniería en Los Andes y trabajan en alguna de las 16 compañías vinculadas al programa Universidad-Empresa (PUE).

Esta iniciativa permite que los estudiantes sean apadrinados por una firma que, además de pagar sus estudios, les ofrece un contrato laboral de medio tiempo, a través de una empresa de empleos temporales.

Las estadísticas de la Facultad muestran que en los 16 años del PUE, el 70 por ciento de los estudiantes se han vinculado formalmente a la empresa que los apadrinó, una vez concluyeron su maestría.

El PUE comenzó en 1994 en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental y luego se extendió a los otros departamentos. Hoy mantiene el propósito de vincular el desarrollo de los programas de magíster a la realidad económica y social del país y se ofrece en las maestrías en Ingeniería con énfasis en Civil y Ambiental, Eléctrica, Electrónica y de Computadores, de Sistemas y Computación, Industrial, Mecánica y Química y en Ciencias Biomédicas.

Dependiendo de la condición laboral del aspirante, su vinculación al PUE se da mediante excelencia académica o excelencia empresarial.

En la modalidad de excelencia académica, participan ingenieros jóvenes recién graduados y con poca experiencia laboral que estén matriculados en la maestría y sean seleccionados para participar en el PUE por el Departamento y la coordinación académica del programa. Una vez aceptados, tienen la posibilidad de concursar en cinco procesos de selección en empresas participantes.



Ingenieros jóvenes, estudiantes de maestría, pueden postularse para participar en el PUE.

En el de excelencia empresarial, la compañía interesada candidatiza al empleado y, una vez admitido, firma un convenio de cooperación con la Universidad, que le sugiere modificar el horario laboral del estudiante para que pueda dedicar medio tiempo a la maestría.

De los 20 estudiantes del programa, 19 están vinculados por excelencia académica. Los beneficios no son solo para los estudiantes. Tanto ellos como las empresas pueden participar en un taller anual de habilidades gerenciales y en foros y seminarios que organiza la Universidad. Además, las empresas vinculan a su planta a estudiantes de alta calificación. Por ejemplo, Allen Polo, director ejecutivo de Aplicaciones S.A., firma del sector informático, destaca que en los 8 años que lleva vinculada al PUE, ha tenido como

empleados a 23 estudiantes y resalta que dentro de sus propósitos de innovar es muy importante contar con ellos.

Su satisfacción es compartida por otros empresarios que respondieron un sondeo de la Universidad el año pasado: 60% dijo que el programa les facilitó el vínculo con los mejores egresados de ingeniería de las universidades colombianas. Añadieron que superaron ampliamente la inversión.

Las empresas participantes son: Acueducto de Bogotá, Almacafé, Aplicaciones S.A., Cintel, Codensa, Colsánitas, Federación Nacional de Cafeteros, Heinsohn Software House, Kimberly Colpapel, Ocesa, Proyectos Compartidos, Seguros Bolívar, Soluciones Bolívar, Tigo, Ubiquando y Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. ■

CONTACTO con estudiantes: Margarita María Rueda Pinzón, coordinadora PUE, teléfono (1) 3394949, extensión 3151.

CONTACTO con empresas: Lucila Cecchi, coordinadora Sector Externo, extensión 1762.

Correo electrónico: progue@uniandes.edu.co

Inversión en movilidad, crecimiento y equidad



Los economistas nos dedicamos muchas veces a cuantificar el sentido común, a ponerle números a lo que otros intuyen o sospechan. Muchos economistas, en particular, han invertido mucho tiempo y esfuerzo en estimar el efecto de las inversiones en movilidad sobre el crecimiento, la competitividad y el desarrollo social. Las estimaciones disponibles sugieren que la inversión en infraestructura de transporte tiene un impacto sustancial sobre el crecimiento y el comercio exterior. Según cálculos del Banco Mundial, si Colombia tuviera una infraestructura de transporte similar a la de Chile o Costa Rica, crecería a una tasa promedio casi dos puntos porcentuales mayor. Según cálculos de Fedesarrollo, una disminución de 10% de los costos de transporte aumentaría en casi el mismo porcentaje las exportaciones a los Estados Unidos. En un país como Colombia, donde los principales centros productivos están ubicados muy lejos de las costas, la infraestructura de transporte es un término insustituible en la compleja ecuación de la competitividad.

Pero el efecto positivo de la infraestructura no se circunscribe al crecimiento. La inversión en movilidad tiene también efectos positivos sobre la igualdad. Según cálculos del Banco Mundial, el coeficiente Gini (medida estándar usada para medir la desigualdad del ingreso) disminuiría siete puntos si la infraestructura de Colombia fuese similar a la del país líder de la región. Paradójicamente muchos programas sociales, supuestamente concebidos con un objetivo redistributivo, tienen un efecto menor sobre la desigualdad del ingreso. La inversión en movilidad no goza de protección constitucional o legal. Pero tiene, en muchos casos, mayores efectos sociales que la misma inversión social.

Las instituciones colombianas tienen un sesgo implícito en contra de las inversiones en movilidad. A diferencia de la social, la inversión en movilidad no está protegida constitucionalmente y ha sido por lo tanto bastante pro cíclica: sube y baja según los vaivenes de la economía. En épocas de crisis, la inversión en movilidad es usualmente la primera en ser recortada. Este sesgo presupuestal es muy costoso, tanto económica como socialmente. Los recortes y las inversiones insuficientes en infraestructura afectan el crecimiento, la competitividad y la equidad.

Pero el problema no es solo de recursos. Otros factores también afectan adversamente la inversión en infraestructura. El sector público colombiano ha venido perdiendo su capacidad de evaluar y estructurar proyectos. Los pasivos viales no se incorporan en los cálculos fiscales. Los sistemas tarifarios no son diseñados adecuadamente. Carecemos de instituciones que hagan bien las cuentas. Además, existen problemas de contratación y de clientelismo en la asignación de los recursos.

En suma, la evidencia disponible y los indicios construidos por cientos de investigadores en los últimos años sugieren que un incremento en la cantidad y la calidad de las inversiones en movilidad contribuiría efectivamente a hacer de Colombia un país más dinámico, más competitivo y más justo. ■