

REVISTA DE LA FUNDACIÓN JULIO RICARDONI

enlaces

■ FING

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL URUGUAY

CAOS

Teoría matemática de los billares y fenómenos caóticos según Roberto Markarian.

CENTRO DE ENSAYOS DE SOFTWARE

El CES expande sus fronteras.

EMPRENDEDORES DINÁMICOS

11 nuevos emprendimientos apoyados por la Fundación Julio Ricaldoni.

BIOINGENIERÍA

Aportes de la Facultad de Ingeniería
a las Ciencias de la Vida

ingeniería demuestra



9:00 a 13:00 hs.

✦ **Extensión de Muestra**

Exposiciones y mesas redondas a cargo de la Unidad de Extensión

16:30 a 17:30 hs.

✦ **Lanzamiento de la nueva denominación y homenajes del IIE**

Acto del Instituto de Ingeniería Eléctrica "Prof. Ing. Agustín Cisa"

18:00 a 21:00 hs.

✦ **7ª Muestra de proyectos de fin de carrera de Ing. Eléctrica**

Instituto de Ingeniería Eléctrica "Prof. Ing. Agustín Cisa"

✦ **Stands de Emprendedores Dinámicos**

Fundación Julio Ricaldoni

✦ **Posters de Proyectos de Extensión**

Unidad de Extensión

✦ **Muestra de Sumo Robótico**

Grupo MINA - Instituto de Computación

✦ **Proyectos del Taller Encararé**

Instituto de Ingeniería Eléctrica "Prof. Ing. Agustín Cisa"

✦ **FOTOFING**

Exposición fotográfica sobre el campus y las actividades de investigación de la Facultad de Ingeniería

✦ **Presentación del proyecto teatral "Primos entre sí"**

Instituto de Matemática y Estadística "Prof. Ing. Rafael Laguardia" y Polizonteatro

Martes 17 de noviembre

Edificio Polifuncional Faro

Senda Ing. Nelson Landoni esq. J. Herrera y Reissig

**Facultad de Ingeniería
Universidad de la República**



Accedé al cronograma completo en

www.fing.edu.uy/ingenieria_demuestra

ORGANIZAN



En el marco de



FOTOGRAMA-09

EDITORIAL ■

Este tercer número de **enlaces.fing** presenta un conjunto de actividades realizadas por la Facultad de Ingeniería en el área de la Ingeniería Biomédica. Profesores e investigadores de diferentes institutos de nuestra Facultad han mostrado una gran capacidad para trabajar en este campo académico de naturaleza multidisciplinaria. Pone de manifiesto también la afirmación creciente del compromiso social de nuestra facultad con los problemas de salud de nuestra sociedad. Entendemos la salud no como una disciplina aislada sino como el resultado de un conjunto de factores sociales, económicos y medioambientales.

Para nuestra Facultad, se trata de participar en la resolución de problemas de salud a través de acciones de cooperación a nivel de instituciones públicas y privadas de diferente índole. La dinámica de la Facultad ha permitido en poco tiempo el desarrollo de áreas de especialización que han producido un impacto importante. Ejemplo de esto es el desarrollo de un dispositivo para el tratamiento de la ictericia neonatal llamado BiliLED, que se distribuye comercialmente y que actualmente se encuentra en utilización en diversos hospitales e instituciones de salud del país; o el desarrollo de los circuitos integrados de los sistemas de cardioestimuladores (marcapasos) producidos por la empresa CCC, la cual ha logrado acceder al mercado internacional con cifras de exportación muy significativas.

En este número se presentan las actividades del Núcleo de Ingeniería Biomédica, que tiene una prolifera actuación en distintas temáticas, ha desarrollado una treintena de prototipos y una fuerte formación de recursos humanos. Por otra parte se detallan también actividades realizadas por el Instituto de Ingeniería de Materiales en temas de prótesis, biomecánica y biomateriales.

El campo de la genómica y el desarrollo del área bioinformática se exhibe en la presentación del proyecto que llevan adelante conjuntamente el Instituto Pasteur y nuestro Instituto de Computación.

Asimismo, se destaca la actividad del grupo de tratamiento de imágenes del Instituto de Ingeniería Eléctrica, que está desarrollando un dispositivo de navegación y posicionamiento que da soporte a operaciones quirúrgicas neurológicas. Este dispositivo, que tuvo sus orígenes en un proyecto de fin de carrera, está siendo perfeccionado a través de un proyecto conjunto de la Facultad de Ingeniería y el Hospital de Tacuarembó. De esta forma se pone de manifiesto no solo el espíritu innovador de ambas instituciones, sino también la contribución real de nuestra Facultad al proceso de descentralización de las actividades universitarias en investigación y desarrollo.

El mayor desafío actual de la Facultad es asegurar la consolidación durable de estos grupos y de estas iniciativas, y velar por el logro de la formación de recursos humanos altamente especializados en esta disciplina, en adecuación con los requerimientos del país y del mercado laboral.

Para ello, es necesario consolidar los fondos asociados a los recientemente creados programas de investigación en el área salud por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), de forma de hacer frente a la creciente demanda de investigación pertinente por parte de los diferentes sectores de la sociedad, y en especial de los sectores más vulnerables. ■

Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva
Decano de la Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

REVISTA DE LA FUNDACIÓN JULIO RICALDONI
enlaces
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL URUGUAY

CONTENIDO

EDITORIAL	03
Por el decano de la Facultad de Ingeniería, Ismael Piedra-Cueva.	
EDITORIAL	05
Por el director ejecutivo de la Fundación Julio Ricaldoni, Gerardo Agresta.	
CAOS	06
El Dr. Markarian explica los fenómenos caóticos a partir de la Teoría Matemática de los Billares.	
INSTITUCIONAL	11
Objetivos estratégicos e información institucional de la Fundación Julio Ricaldoni (FJR).	
CONVENIOS Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS	12
Algunas de las vinculaciones realizadas por la FJR.	
GENOMA HUMANO	15
Innovador modelo informático permite estudiar el genoma ahorrando grandes sumas de dinero.	
INGENIERÍA EN LOS HOSPITALES	19
El Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) pone a la ingeniería al servicio de la medicina.	
NEURONAVEGADOR NACIONAL	23
Desarrollo de un prototipo de neuronavegador que se utilizará en hospitales públicos.	
MECÁNICA PARA LA VIDA	26
El Laboratorio de Biomecánica ensaya prótesis humanas y materiales orgánicos para ser utilizados en trasplantes.	
EVENTOS	30
Cobertura del evento Sumo.uy 2009. Se viene Ingeniería deMuestra.	
EMPRENDEDORES DINÁMICOS	34
11 nuevos proyectos seleccionados.	
FOTORREPORTAJE	37
FOTO FING: Las actividades de investigación y el campus de la Facultad de Ingeniería.	
BANDERA DE CALIDAD	42
La internacionalización del Centro de Ensayos del Software (CES).	



enlaces.fing es una publicación de la Fundación Julio Ricaldoni de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

Consejo Directivo

Presidente:
Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva

Miembros del Consejo:
Ing. Jorge Martínez
Ing. Pedro Arzuaga
Ing. Jorge Abin
Bach. Federico DeFranco

Redactor responsable:
Ing. Gerardo Agresta

Avda. Julio Herrera y Reissig 565
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

Coordinación general y edición:
Lic. Alejandro Landoni

Redacción:
Lic. Nadine Serván
Lic. Alejandro Landoni

Fotografía:
Eduardo Collins

Diseño gráfico:
Andrés Cribari

Diseño de logo:
Fernando Méndez

Corrección:
Ana Cencio

Administración:
Claudia Leites
Andrea Solari
Maira Peña
Cra. Marcela Cadimar

Impresión:
Imprenta MOSCA
Guayabo 1672
Dep. Legal: 350983

Contactenos:
enlaces@ricaldoni.org.uy

Fundación Julio Ricaldoni
Avda. Julio Herrera y Reissig 565
Edificio Anexo
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Tel. 712 4691
www.ricaldoni.org.uy

Registro MEC: 2213/08

Las opiniones de los entrevistados vertidas en los artículos de esta publicación no expresan necesariamente la opinión institucional de la Fundación Julio Ricaldoni y son responsabilidad de los entrevistados.

Todos los derechos reservados.
Esta publicación puede ser reproducida mencionando la fuente y a la Fundación Julio Ricaldoni.



Gracias a la colaboración de la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU), la revista **enlaces.fing** está llegando a todos sus socios.



EDITORIAL

En este número de **enlaces.fing** estamos dedicando algunas páginas a difundir las actividades que desarrolla el Centro de Ensayos de Software (CES). Este emprendimiento conjunto entre la Universidad, a través de la Fundación Ricaldoni, y la CUTI, es un ejemplo sumamente interesante de vinculación Universidad - empresa.

El CES surge, por una parte, de un interés fuerte de las empresas relacionadas a las TIC en la mejora de sus productos y por otra, de las capacidades de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República para aportar soluciones a esta necesidad.

El resultado es una organización nueva, que no es ni de una parte ni de la otra, sino que conjuga saberes y desafíos de ambos sectores proveyendo soluciones a quienes desarrollan software y a los usuarios, que deben saber si el sistema que comprarían funciona correctamente, o si va a soportar la carga de trabajo a la que puede someterlo una organización de determinado porte.

El CES ya se ha asentado, su puesta en marcha se está consolidando con un modelo sustentable, está planificando el otorgamiento de servicios a empresas y organismos fuera del país y ya se creó una empresa independiente –una especie de *spin off* del CES– que vende productos de testing. El modelo de consorcio adoptado inicialmente entre la CUTI y la Fundación Ricaldoni dará lugar a una nueva organización jurídica acorde a las necesidades que estas actividades plantean.

No vamos a extendernos respecto a qué hace el CES. Para eso están las páginas interiores de información de **enlaces.fing**. Lo que queremos compartir con los lectores es nuestro interés en generar organizaciones similares en otras áreas, que puedan, de forma autosustentable o incluso generando nuevos ingresos para el sistema, aportar a soluciones que sean de interés para el país.

En este número de **enlaces.fing** se presentan una serie de temas relacionados con la ingeniería y la medicina. En los números anteriores fueron temas relacionados al sector agropecuario y a la energía. Estas son áreas posibles desde la oferta de conocimientos, pero existen muchas otras de las que seguiremos comunicando en próximos números, en las que la Universidad de la República tiene fuerte desarrollo y nivel internacional. Desde la demanda tendremos que evaluar las necesidades y seguir interactuando con distintas empresas, organismos o personas. Quizás el surgimiento de *clusters* de diferentes áreas en los últimos años puede ser el marco en el que se desarrollen estos nuevos emprendimientos.

Queremos generar junto al sector productivo centros de excelencia en nuevas áreas para aportar valor económico, social y cultural al desarrollo del país. La experiencia adquirida en la puesta en marcha del CES y los resultados obtenidos son un muy buen incentivo para que lo intentemos. ■

Ing. Gerardo Agresta
Director ejecutivo de la Fundación Julio Ricaldoni

REVISTA DE LA FUNDACIÓN JULIO RICARDONI

enlaces

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL URUGUAY

FENÓMENOS CAÓTICOS Y TEORÍA MATEMÁTICA DE LOS BILLARES

El CAOS está de moda

“El aleteo de las alas de una mariposa se puede sentir al otro lado del mundo”

El proverbio chino que motivó la denominación de 'efecto mariposa', introducido por el meteorólogo y matemático Edward Lorenz, tiene directa relación con el tipo de fenómenos al que se aplica. La atmósfera es un sistema caótico o desordenado, ya que es difícil de predecir, a diferencia de los sistemas estables, en los que pequeñas perturbaciones no modifican demasiado la evolución global. En un sistema caótico, una mínima variación puede provocar que este evolucione en formas completamente diferentes a las que estaban previstas. Es decir, una pequeña perturbación inicial –como una mínima turbulencia producida por el aleteo de una mariposa–, mediante un proceso de amplificación, podría generar un efecto considerablemente grande a largo plazo.

Al estudio de los fenómenos caóticos es a lo que se dedica el Dr. Roberto Markarian, matemático y profesor titular grado 5 del Instituto de Matemática y Estadística "Prof. Ing. Rafael Laguardia" (IMERL) de la Facultad de Ingeniería. En particular, Markarian se especializa en la teoría matemática de los billares, área en la cual tiene varios libros publicados, y ha escrito diversos artículos y libros de divulgación.

Luego de graduarse de matemático y de doctorarse en el Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA) de Brasil en un lapso de cinco años, el investigador se presentó a una beca que financia estadias de alto nivel. De esta manera, fue invitado a Moscú por la Academia de Ciencias de la URSS. Allí conoció a Jacob Sinai, el "padre" de la disciplina; precisamente, fue quien teorizó que los billares desordenados se podían trabajar con grandes herramientas matemáticas. "En ese momento comencé a trabajar con Nikolai Chernov, que era su discípulo. Escribimos nuestros primeros artículos en conjunto y trabajamos en un gran centro nuclear soviético", señala Markarian.

Más de diez trabajos en conjunto dieron paso a que Markarian y Chernov decidieran publicar *Billares Caóticos (Chaotic Billiards)*, un libro muy especializado, editado por la American Mathematical Society, dirigido a estudiantes de posgrado que quieran aprender todos los detalles técnicos sobre los

fundamentos de billares caóticos. Recientemente, Markarian dictó un curso en la Facultad de Ingeniería, basado en este libro, para estudiantes de posgrado en Matemática.

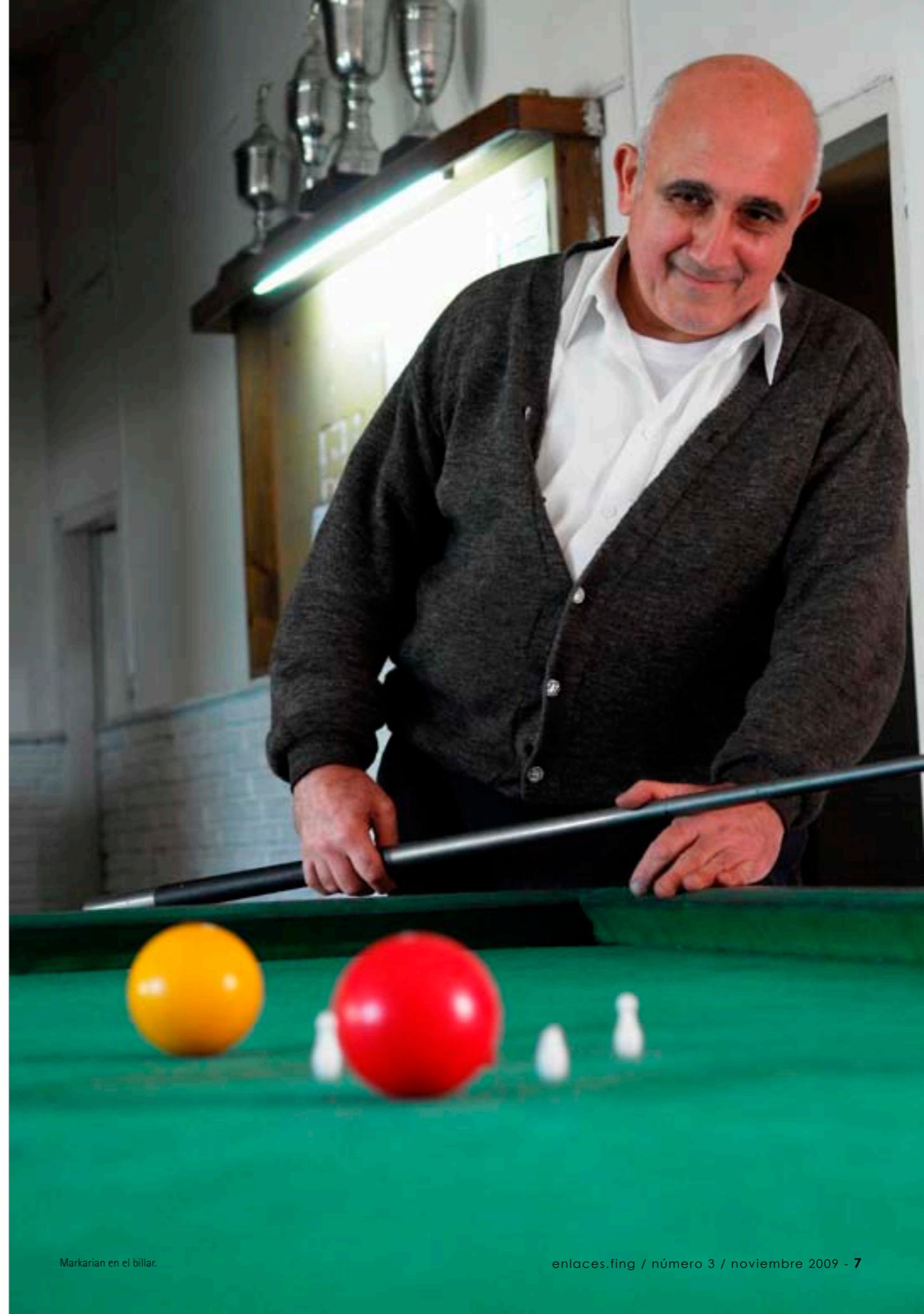
Teoría de los billares

"Los billares son un modelo sencillo para introducir matemática en el estudio de fenómenos desordenados", señala Markarian, uno de los pocos matemáticos en el mundo que se dedican a estudiar la teoría de los billares.

La teoría matemática de los billares consiste en tomar un punto y hacerlo chocar contra los bordes de lo que sería la mesa (que puede tener diversas formas), para luego analizar cómo evoluciona ese movimiento en tiempos muy largos. "Hay movimientos que son regulares pero hay movimientos simples que son desordenados", explica el investigador.

Cuando el punto choca contra el borde, el ángulo de rebote y de entrada es el mismo. "Lo notable es que saliendo con muy poca diferencia, luego de pocos choques, el punto –que simbolizaría la bola de billar– puede tomar una trayectoria muy distinta. Eso es el desorden. Un pequeño cambio inicial provoca grandes cambios posteriores: es el efecto mariposa", afirma Markarian.

Los orígenes de la teoría matemática de los billares se remontan a fines del siglo XIX, cuando el físico Ludwig Boltzmann ideó un modelo mecánico para estudiar el movimiento de los gases y deducir sus propiedades más visibles: temperatura, presión, entre otras. "Los gases se pueden modelar como moléculas de diferentes sustancias que se mueven chocando entre ellas. Al chocar, el movimiento que se produce es desordenado", explica Markarian. A partir de este modelo, Boltzmann explicó por qué si se colocan termómetros en diferentes lugares de una habitación estos darán la misma temperatura. "Porque si uno piensa que son un montón de bolitas chocando, podría haber diferentes temperaturas... Boltzmann dijo que si el movimiento era muy



Markarian en el billar.

desordenado, se producía una media en el dato físico de la temperatura, y por lo tanto esta en un ambiente era la misma", señala el investigador.

Los matemáticos retomaron el modelo de Boltzmann y elaboraron una teoría. Precisamente, fue la Escuela Probabilista soviética la que dio origen a estos estudios en los años sesenta. "En particular, Sinai pensó "¿para qué andar con muchas bolitas?" y decidió tomar solo dos bolitas y meterlas en una caja, para comprobar que ese movimiento también es desordenado. Retomó la teoría de Boltzmann pero la simplificó al extremo. Hay que tener en cuenta que en aquella época había quienes sostenían que la razón del desorden no era que el movimiento fuera desordenado, sino la gran cantidad de bolitas que había chocando entre sí. Sinai demostró que no importa su número: lo que genera el movimiento desordenado es el choque entre bolas esféricas", destaca Markarian, y agrega que posteriormente otros matemáticos fueron variando este modelo para estudiar otras propiedades del desorden.

Estudiar el desorden

Markarian explica que para entender los fenómenos caóticos o desordenados, lo primero es conocer a qué se refiere la palabra "orden". Esta revela sistemas que son predecibles, siempre que conozcamos sus condiciones iniciales. "Si uno prevé el lanzamiento de un cohete, debe construir un sistema que permita saber, por ejemplo, dónde va a estar ese cohete dentro de seis meses", ejemplifica el investigador. "Pues bien, ese sistema es ordenado porque se conoce muy bien lo que va a suceder a largo plazo, más allá de pequeños cambios al inicio o durante la trayectoria".



Libro antiguo sobre billares.

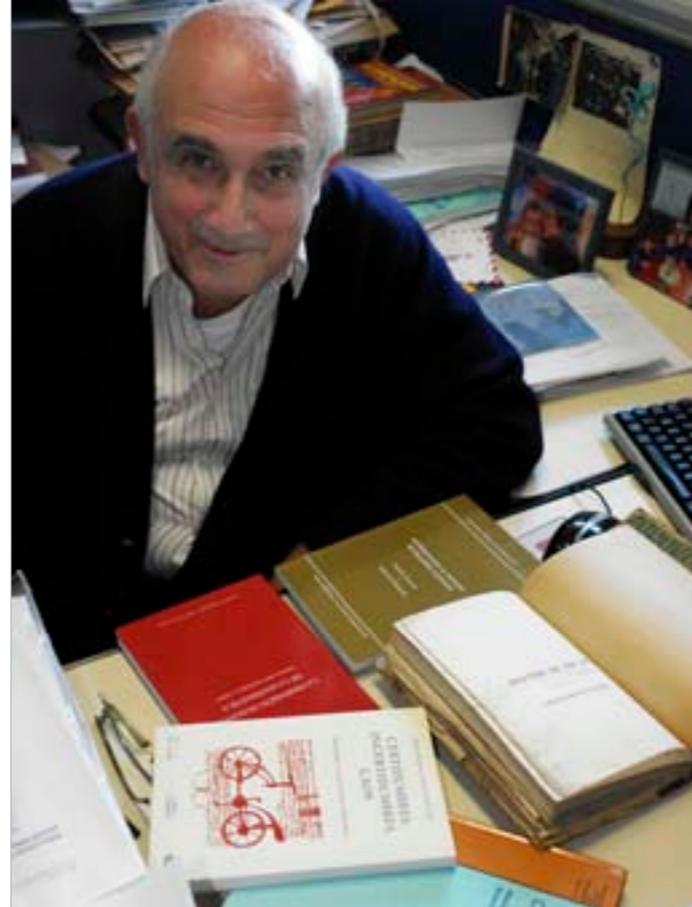
Pero, ¿qué sucede cuando un determinado sistema es difícil de predecir? Existen sistemas particularmente desordenados, como la atmósfera. "Cuando uno mira las nubes, es muy difícil prever cómo van a estar dentro de un rato. Eso tiene un gran impacto posterior, porque, entre otros datos, es el movimiento de las nubes el que permite prever el clima", resalta el investigador.

Precisamente, el efecto mariposa fue introducido por Lorenz cuando estaba estudiando fenómenos atmosféricos. "Estaba tratando de modelar la subida y bajada del aire caliente cuando observó que las ecuaciones que regían esos movimientos, eran ecuaciones cuyas soluciones tenían un comportamiento particularmente extraño: si uno se equivocaba un poco al principio surgían grandes variaciones más adelante, aunque todas las trayectorias se acercaban a un atractor. En lo práctico, significa que esos sistemas son difíciles de predecir", resalta Markarian. "Pero uno como científico quiere saber qué regularidades hay a pesar de ser impredecible. Nosotros los matemáticos aportamos herramientas formales para analizar esos fenómenos porque, a pesar de todo, hay ciertas regularidades".

Ahora bien, uno se puede preguntar: ¿por qué interesa estudiar el billar si quiero estudiar el clima? "Porque es una manera simplificada de estudiar el fenómeno. Los matemáticos queremos obtener resultados muy precisos, por eso simplificamos", señala Markarian, y agrega que la matemática suele tomar ejemplos de la vida cotidiana, los modela, los simplifica y los estudia con rigor.

Para estudiar el caos, los matemáticos tratan de delimitar rigurosamente sus posibles definiciones y clasificar distintos tipos de desorden: "Hay una jerarquía. Van desde movimientos poco desordenados hasta el extremo de fenómenos totalmente aleatorios o probabilísticos en los que uno no puede predecir casi nada. Se trata hasta de definir cuantitativamente el desorden; se intenta decir cuán frecuentemente pasan las trayectorias por determinadas regiones del espacio en el que se trabaja".

Los matemáticos quieren dar información de lo que va a pasar a largo plazo. Por eso, recientemente, Markarian realizó un estudio sobre la velocidad del desorden en fenómenos de billares. "Uno quiere saber cuánto hay que esperar para ver el desorden sobre un modelo determinado. La velocidad del desorden es muy importante porque si algo va a pasar en miles de años, nos importa menos que si va a suceder en media hora", concluye el investigador.



Markarian con sus libros.

Aplicaciones en otras disciplinas

La teoría del caos tiene aplicación práctica en diversas disciplinas. Markarian sostiene que en Ciencias Sociales la aplicación del término "caos" es más compleja porque en ocasiones no se delimita el término al nivel de rigurosidad que requiere la aplicación de las herramientas matemáticas. "Desde la matemática, uno intenta obtener resultados precisos y seguros sobre los fenómenos que se están estudiando. Colaboramos para hacer modelos sencillos que permitan predecir comportamientos, que tengan impacto posterior. Esto sirve para toda disciplina que estudie fenómenos desordenados", resalta.

Markarian destaca que la teoría del caos puede aportar mucho en disciplinas donde se trabaja con fenómenos impredecibles, como en economía. "Es difícil saber exactamente si el petróleo va a subir o bajar. Por eso, los grandes inversores contratan matemáticos. Se hacen gurús. Esto es común en las grandes Bolsas de Valores, por ejemplo, en Brasil", sostiene el investigador.

Además de la economía y otras ciencias sociales, los matemáticos aplican sus conocimientos sobre fenómenos caóticos en la meteorología y la astronomía, en la dinámica de fluidos, entre otras disciplinas. "En particular, para estudiar los rayos cósmicos estamos trabajando con billares con fronteras móviles, que son

A partir de la teoría del caos, los matemáticos estudian entre otras cosas la dinámica de las poblaciones, los fenómenos neuronales y la teoría del marcapasos. Además en las grandes Bolsas de Valores, los inversores están contratando matemáticos. "Se hacen gurús", dijo Markarian.

aquellos en los cuales los bordes se mueven periódicamente; lo que intentamos predecir es si la partícula alcanza grandes velocidades o no. Eso puede tener consecuencias gravísimas si ocurre en el espacio".

Otras ramas de estudio de los matemáticos a partir de la teoría del caos son la dinámica de poblaciones, los fenómenos neuronales y la teoría del marcapasos. Esta última está basada en ordenar posibles movimientos desordenados del corazón; por ese motivo hay muchos estudios en el área realizados por matemáticos. "El corazón es un músculo que se mueve con mucha regularidad. Por eso se intenta crear aparatos que indiquen que el corazón está funcionando mal y que hagan algo para que siga marchando con regularidad", destaca Markarian.

Finalmente, el investigador resalta que lo contactan profesionales de diversas disciplinas para dictar conferencias sobre su especialidad. "El caos está de moda", concluye. ■

TEORÍA MATEMÁTICA DE LOS BILLARES

Una pelota rebotando contra dos obstáculos: un ligero error en el ángulo de disparo inicial puede resultar en un dramático desvío al cabo de pocos rebotes. Los llamados "pinballs" (billares automáticos) son juegos de azar ya que basan su carácter aleatorio en esta propiedad que está en la base del estudio de los billares caóticos.



Semana Emprendedora Uruguay

16 - 22 nov 09



46 instituciones

Más de 60 actividades en todo el país

Miles de personas unidas con el objetivo de fomentar el emprendedorismo en Uruguay.

www.semanaemprendedora.net.uy

Por más información:

comunicaciones@semanaemprendedora.net.uy ☎ 915 00 54

ACDE - Asociación Cristiana de Dirigentes de Empresa
 Actitud Emprendedora
 AIESEC
 AJE - Asociación de Jóvenes Empresarios
 ANII - Agencia Nacional de Investigación e Innovación
 BIOS
 CAMBADU
 CCEE - Facultad de Ciencias Económicas y de Administración
 CIU - Cámara de Industrias del Uruguay
 CND - Corporación Nacional para el Desarrollo
 Cutil - Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información
 DESEM
 DINAPYME
 DODECA
 Educamo

El Tejar
 Empretec
 Endeavor
 Exporta Fácil
 Federación Rural de Jóvenes
 Fondo Emprender
 Fundación A Ganar
 Fundación Forge
 Fundación Ricaldoni
 Fundación Zonamérica
 INACAL - Instituto Nacional de Calidad
 Ingenio
 Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Fac. de Ing.
 JCI - Junior Chamber International
 LATU
 Marketing Appliers

MEC - Fábricas de Cultura
 Paysandú Innova
 Polo Tecnológico de Pando
 Programa Emprender
 Prosperitas Capital Partners
 Red Winner
 SAE Treinta y Tres
 Saundesur
 Unión de Exportadores
 Univeris
 Universidad Católica
 Universidad de Montevideo
 Universidad ORT
 Uruguay Fomenta
 YABT Uruguay



FUNDACIÓN JULIO RICALDONI

Encontrando caminos para la vinculación tecnológica

La Fundación Julio Ricaldoni (FJR) tiene como misión impulsar el desarrollo de la ingeniería nacional y en particular la vinculación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UR) y de sus integrantes con su entorno, en especial con el sistema productivo.

En función de esta misión, organizamos actividades en base a tres grandes objetivos estratégicos:

1. Proporcionar una infraestructura técnica, administrativa y de marketing, que apoye e impulse la vinculación de la Facultad con su entorno.
2. Promover el acceso, la utilización, la aplicación y el desarrollo de conocimiento tecnológico actualizado entre las empresas uruguayas y los organismos.
3. Con respecto a los órdenes de la Facultad: apoyar la mejora continua de su formación; fomentar la inserción laboral, y en particular el surgimiento de nuevos emprendedores con proyectos de base tecnológica.

Las actividades

La Fundación ha abordado diferentes proyectos relacionados con la innovación tecnológica y su promoción. En este número de la revista **enlaces.fing** podrá conocer algunos casos emblemáticos, como el consorcio firmado con la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información a través del cual se creó el Centro de Ensayos de Software, un referente nacional en el área del testing que ahora está en proceso de internacionalizar su producción, y el Programa Emprendedores Dinámicos de la Facultad de Ingeniería, desarrollado junto al Programa Emprender, el cual está brindando apoyo a una veintena de emprendimientos de base tecnológica en un formato de pre-incubación.

¿Cómo se financian las actividades?

Las actividades organizadas en proyectos de innovación tecnológica son financiadas por las empresas e instituciones interesadas en su desarrollo. Como es de nuestro interés colaborar con las empresas uruguayas para que lleven a cabo sus proyectos de innovación, brindamos asesoramiento en la formulación del proyecto, en la gestión, en la búsqueda de fuentes de financiación y la identificación de recursos humanos idóneos.

Las actividades de promoción que realiza la Fundación son financiadas con fondos propios o en algunos casos con el apoyo de organizaciones y empresas.

¡Ayúdenos a incorporar tecnología en las empresas!

Si está interesado en que la Fundación aumente las actividades de promoción del desarrollo tecnológico en empresas, que promueva la creación de nuevos emprendimientos tecnológicos y la transferencia de conocimientos desde la Universidad al sector productivo, puede colaborar con ella. Existe un marco legal que permite a las empresas descontar de impuestos las donaciones a las fundaciones instituidas por la UR. Hasta el 75% del monto donado puede ser descontado del pago del impuesto a la renta a las actividades económicas y el 25% restante puede ser imputado como gasto de la empresa. ■

FJR 2009

50 proyectos en marcha
 Casi 300 personas trabajando en la transferencia de conocimientos desde la Universidad al sector productivo



Tel. (598 2) 712 4691
www.ricaldoni.org.uy / info@ricaldoni.org.uy



Algunos de los convenios y actividades específicas realizados por la FJR

Sistema eficiente de distribución de video y TV en tiempo real a través de *adinet TV*

ANTEL – FJR – INCO

Esta actividad específica tiene como objetivos mejorar el actual mecanismo de construcción de la topología de la red P2P, de forma tal de minimizar los costos en el consumo de ancho de banda del servicio e incorporar herramientas de monitoreo para conocer cómo perciben los usuarios de *adinet TV* la calidad del servicio. ■



Maestría en Ingeniería Matemática

ANII – FACULTAD DE INGENIERÍA

La Universidad de la República (UR) y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) firmaron los acuerdos correspondientes para la creación o fortalecimiento de varios programas de posgrado. El evento se realizó el 13 de mayo de 2009 en la Facultad de Derecho. En ese marco, la Fundación Julio Ricaldoni colaborará en la gestión y administración de uno de los posgrados que se busca fortalecer a partir del apoyo de la ANII: la Maestría en Ingeniería Matemática, que tiene sede en el Instituto de Matemática y Estadística "Rafael Laguardia" de la Facultad de Ingeniería. Desde su creación en el año 1999 hasta la fecha, 209 magísteres y 12 doctores egresaron de la Maestría en Ingeniería Matemática, que dura dos años y está dirigida fundamentalmente a ingenieros egresados de la Facultad de Ingeniería y a licenciados en Matemática egresados de la Facultad de Ciencias. Actualmente existe una gran demanda de profesionales en esta área. Por tal motivo, la Maestría se propone aumentar su número de egresados, así como también incrementar la actividad de la carrera a través de un sistema innovador de propuestas de tesis de nivel de excelencia y con una importante potencialidad en sus aplicaciones. A partir del apoyo de la ANII se buscará desarrollar las aplicaciones de la matemática en la ingeniería y en los procesos productivos en general, así como también reforzar el eslabón que une la producción científica teórica en matemática con las aplicaciones al desarrollo productivo. ■



Decano de la Facultad de Ingeniería Ismael Piedra-Cueva; presidente de la ANII, Edgardo Rubianes, y responsable de la Maestría en Ingeniería Matemática, Ernesto Mordecki.

La revista **enlaces.fing** está llegando a todos los socios de la **Cámara de Industrias del Uruguay**. La Fundación Julio Ricaldoni agradece a esta prestigiosa institución por su apoyo a la difusión de las actividades de vinculación tecnológica en nuestro país.

Puede acceder a las versiones digitales de **enlaces.fing** en www.ricaldoni.org.uy



Talleres con pescadores artesanales sobre lobos marinos

DINARA – FAO

Interacción con la pesca artesanal, alternativas de manejo y búsqueda de soluciones en conjunto fueron los tres puntos clave que se trataron en los Talleres de Lobos Marinos, dirigidos a pescadores artesanales, que se desarrollaron en Montevideo y Piriápolis entre el 17 y el 24 de julio de 2009.

La actividad fue organizada por la Fundación Julio Ricaldoni de acuerdo al convenio firmado en diciembre de 2008 con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA).

Este acuerdo busca obtener resultados que permitan establecer medidas de ordenamiento de las pesquerías bajo sólidas bases científico-técnicas. El contrato implica que la Fundación Ricaldoni estudie la interacción entre las pesquerías y las poblaciones de lobos marinos, a efectos de proponer un sistema de explotación racional de estos recursos y un plan para profundizar el conocimiento y adoptar medidas de manejo de la lobería, que será discutido por todos los actores. ■



Piriápolis. Foto: Gentileza Federico Riet.



Montevideo. Foto: Gentileza Federico Riet.

Centro de Ensayos de Software testeará sistemas del Servicio Central de Informática (SeCIU) de la Universidad de la República

FJR – CES – SeCIU

El Centro de Ensayos de Software es un consorcio integrado por la Fundación Julio Ricaldoni y la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (ver nota).

Su principal objetivo es brindar servicios especializados de *testing* a la industria de TI, para mejorar su capacidad productiva en cuanto a calidad, diversidad de plataformas e innovación de sus productos.

En julio de 2009, la Fundación Julio Ricaldoni y el Servicio Central de Informática (SeCIU) de la Universidad de la República firmaron un convenio a partir del cual el CES testeará el Sistema de Gestión Administrativa de Enseñanza (SGAE) y el Sistema Integrado de Administración de Personal (SIAP) de SeCIU, además de automatizar todo lo que sea posible la verificación funcional de estos sistemas.

Para la ejecución del convenio se aplicarán criterios de confidencialidad, propiedad intelectual, derechos de autor y de uso. ■



Fundación Ricaldoni firma convenio con el MGAP para mitigar los efectos de la sequía

Ante la variabilidad climática, y en función de la sequía que azota a nuestro país, el Gobierno lanzó el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático que implica el diseño de políticas y estrategias integrales e interinstitucionales, de carácter nacional, para dar una solución estructural definitiva a este fenómeno.

En este marco, el pasado 21 de mayo de 2009, la Fundación Julio Ricaldoni firmó un convenio con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MGAP), la Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR) y el Programa de Producción Responsable (PPR), para facilitar la toma de decisiones y buscar soluciones multidisciplinarias para el almacenamiento y la distribución del agua.

La consultoría será efectuada por profesionales del Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería, con la participación de profesionales del área agronómica aportados por los proyectos integrados en la DGDR.

A partir de este convenio, se busca favorecer el uso racional y sostenible del agua como fuente de desarrollo productivo, estudiar los proyectos existentes, diseñar y proponer alternativas concretas de almacenamiento y distribución de agua y formular un proyecto, analizando a nivel de factibilidad las distintas alternativas de fuentes de agua y sistematizaciones de riego. ■



Director del Programa de Producción Responsable del MGAP, Alfredo Bruno; decano de la Facultad de Ingeniería, Ismael Piedra-Cueva; ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca en ese momento, Ernesto Agazzi, y director de la Dirección General de Desarrollo Rural, Robert Frugoni, en la firma del convenio.

Planes nacionales y gestión de aguas

FJR - DINASA

El martes 20 de octubre, la Fundación Julio Ricaldoni firmó un convenio con la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA), a partir del cual será la encargada de administrar el proyecto "Desarrollo de Planes Nacionales y Gestión Integrada de Aguas y Saneamiento", orientado a la elaboración de políticas y al uso sustentable y eficiente de los recursos hídricos.

Integrar los componentes de riesgo de origen hídrico al Sistema Nacional de Información de Aguas, definir directrices y políticas públicas en materia de previsión y alerta temprana, fortalecer el marco regulador y continuar las instancias de capacitación e intercambio con los actores locales son algunos de los objetivos que se proponen a partir de este convenio.

El mismo facilitará la participación de estudiantes, docentes y/o egresados de las áreas de recursos hídricos y de la ingeniería agrícola –principalmente de la Facultad de Ingeniería– para la realización de tareas de apoyo al desarrollo de las políticas y fortalecimiento institucional de la DINASA. ■



Director nacional de la DINASA, José Luis Genta; decano de la Facultad de Ingeniería, Ismael Piedra-Cueva, y director ejecutivo de la Fundación Julio Ricaldoni, Gerardo Agresta.

GWAS

Software uruguayo para optimizar el estudio del genoma humano

Estudiar el genoma humano permite reconocer y prevenir potenciales enfermedades que un individuo puede llegar a desarrollar en algún momento de su vida. Tras ganar un prestigioso premio de Microsoft Research, investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República y del Instituto Pasteur desarrollaron un modelo informático que permite ahorrar grandes sumas de dinero al extraer nuevas conclusiones a partir de la combinación de estudios genómicos ya existentes.



Las investigaciones sobre el genoma humano son una cuestión clave de la biología moderna. En un comienzo, los datos obtenidos tras los estudios del genoma se procesaban de forma manual, pero la gran acumulación de información en este campo derivó en el surgimiento de la bioinformática: una disciplina que aplica la computación a la gestión y análisis de los datos biológicos.

Actualmente, dentro de los estudios con mayor impacto que se realizan en esta área están los de asociación del genoma completo o Genome-Wide Association Studies (GWAS), que tienen como objetivo encontrar alguna forma de asociación entre las características del fenotipo de una persona –enfermedades, patologías o características visibles– y las características de su genoma. Precisamente, apuntan a descubrir los patrones genéticos que están por detrás de ciertas enfermedades con el objetivo de prevenirlas, diagnosticarlas o tratarlas a tiempo.

En particular, los estudios GWAS del tipo caso/control separan a la población en dos grupos –'enfermos' y 'sanos' para una determinada enfermedad– y comparan el ADN de cada una de estas poblaciones. "Los datos individuales se obtienen a través de un chip genético, una pequeña placa de vidrio con fragmentos de ADN utilizada para conocer determinados marcadores del genoma de una persona en particular. El costo de cada chip ronda los 1.000 dólares. Si se tiene en cuenta que cada estudio tiene una muestra representativa de 2.000 casos/controles –aunque puede llegar a tener 6.000 o más– se calcula que para estudiar una sola enfermedad en una población determinada con esta técnica, se requieren como mínimo 2 millones de dólares solo de costos directos", sostiene el biólogo Hugo Naya, jefe de la Unidad de Bioinformática del Instituto Pasteur.

Diseñar un modelo informático que permita analizar y combinar los resultados de estudios ya existentes fue lo que se propusieron un grupo de investigadores uruguayos liderados por Naya y el ingeniero Raúl Ruggia, del Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería (UR).

"Nuestra idea fue reutilizar los datos de estos estudios para investigar enfermedades cuyas variables hayan sido registradas pero que no sean el objetivo de estudio de los mismos", revela Naya. "Por ejemplo, a partir de los resultados de un estudio sobre diabetes y de otro sobre presión alta, podemos investigar la enfermedad coronaria arterial, una causante del ataque al corazón, ya que están relacionadas. Probablemente, quienes realizaron esos estudios también registraron como co-variable si el paciente tuvo alguna vez un ataque al corazón. Entonces lo que hacemos es cambiar el objetivo de la investigación y combinar los estudios teniendo en cuenta los casos que registraron ataques para detectar un patrón genético en común".

En 2008, el grupo de investigación ganó un destacado premio en el concurso de Microsoft Research "Retos Informáticos de los Estudios de Asociación del Genoma Completo", que apoya el desarrollo de modelos informáticos para estudiar el genoma humano. En esa ocasión, se presentaron 40 trabajos provenientes de distintas partes del mundo y la propuesta de los investigadores uruguayos resultó una de las seis seleccionadas, obteniendo una financiación de 60 mil dólares. Las restantes cinco fueron de origen estadounidense.

El proyecto "Data Quality Management for Model



Lorena Etcheverry es ingeniera en Computación y estudiante de Maestría en Informática del PEDECIBA. Es asistente (grado 2) del Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería. Desde 2002 participa en actividades de enseñanza, extensión e investigación del InCo, formando parte del grupo Concepción de Sistemas de Información. Desde 2006 trabaja en la aplicación de conceptos de calidad de datos a contextos biológicos.

Improvement in Genome-Wide Association Studies" comenzó a ejecutarse en agosto de 2008. La Fundación Julio Ricaldoni es la encargada de su gestión administrativa.

Apuntar a la calidad

Los datos que se procesan en el modelo informático desarrollado por los investigadores uruguayos son extraídos de grandes bases de datos mundiales de genotipos y fenotipos de acceso gratuito pero extremadamente restringido. En particular, trabajan con la base dbGaP, que recopila estudios de asociación del genoma realizados por laboratorios de todo el mundo. La misma es operada por el Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI) de la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos.

"Accedemos a información genética de las personas y a la visión clínica que se tiene de ellas pero no sabemos quiénes son los individuos estudiados. Se conserva estrictamente el anonimato", señala Naya.

El experto destaca que la ética siempre está presente en estos temas. "Los estudios del genoma sirven para la medicina preventiva, pero se cuestiona que las empresas puedan querer aplicarlos para la selección de personal". Al parecer no es usual que esto ocurra, pero se puede pensar que una empresa antes de contratar a un empleado pueda querer conocer su genoma con el objetivo de saber si hay posibilidad de que desarrolle alguna enfermedad a futuro.

Uno de los principales objetivos del proyecto es mejorar la calidad de datos de los estudios de GWAS.

Es importante resaltar que el proyecto de los investigadores uruguayos busca obtener resultados con alto nivel de confiabilidad gracias a la utilización de filtros de calidad. Cuando se utiliza una base de datos, se debe saber si los datos son confiables o si tienen la calidad suficiente.

"La calidad de la información disponible en las bases de datos es variable y hay que medir esa heterogeneidad para saber si se está accediendo a datos de buena calidad", asegura la investigadora del InCo, ingeniera Lorena Etcheverry.

Según Etcheverry, si el proceso de obtención de la información genética no es correcto o si falta información o precisión en la especificación de las variables, la calidad del estudio se verá deteriorada.

"Además, las características fenotípicas de la persona están registradas en su historia clínica en lenguaje natural. Es muy difícil saber cuándo dos términos se refieren a una misma enfermedad, ya que los médicos pueden anotar la misma patología de diferentes maneras", revela Etcheverry. "Para resolver ese desafío y llegar a datos de calidad, lo que hicimos fue desarrollar una herramienta de mapeo que asocia cada dato clínico a un determinado



Hugo Naya es doctor en Ciencias Biológicas especializado en Genética. En la actualidad es el responsable de la Unidad de Bioinformática del Instituto Pasteur de Montevideo. Sus investigaciones se relacionan con la genómica evolutiva, bioinformática y genética cuantitativa. Es investigador del PEDECIBA y profesor libre en la Facultad de Agronomía, además de miembro del Colegio de Posgrado de la misma.

término de un diccionario de terminología médica". Precisamente, utilizan SNOMED, una nomenclatura creada por el Colegio de Patologistas Americanos.

Etcheverry resalta la importancia de esta herramienta de mapeo ya que sin ella resultaría imposible combinar la información proveniente de los diferentes estudios. "Considero que hicimos un importante aporte al enfoque de calidad de datos en estudios de GWAS", destaca.

Manejo de datos

El prototipo del software que crearon los investigadores uruguayos permite al científico navegar por los diferentes estudios del genoma y además lo ayuda a elegir los estudios que le conviene combinar para obtener resultados con la mayor calidad posible. "Hay que tener en cuenta que la dimensionalidad de los datos que utilizamos es extremadamente alta", señala Naya.

Genoma: conjunto de la información genética codificada en una o varias moléculas de ADN donde están almacenadas las claves para la diferenciación celular que forman los tejidos y órganos de un individuo. El mismo especifica todos los caracteres que pueden ser expresados en un organismo.

Los estudios de asociación del genoma completo (GWAS) tienen como objetivo encontrar alguna forma de asociación entre las características del fenotipo de una persona –enfermedades, patologías o características visibles– y las características de su genoma. Precisamente, apuntan a descubrir los patrones genéticos que están por detrás de ciertas enfermedades con el objetivo de prevenirlas, diagnosticarlas o tratarlas a tiempo.

Lo cierto es que se estima que cada ser humano posee alrededor de 20 mil genes. Las diferencias pueden ocurrir en distintas posiciones del genoma y los chips actuales cuentan con 1 millón de marcadores. Si el estudio de una población determinada tiene 1.000 muestras, el modelo informático armaría una tabla que tendría 1 millón de filas por 1.000 columnas. "La información bruta es del orden de las decenas de gigas. A medida que uno empieza a trabajar con esa información la misma se va multiplicando", revela el investigador.

"Desarrollamos una aplicación de tipo OLAP (On-Line Analytical Processing), que es una gran matriz que se puede ir abriendo hasta llegar a los datos más específicos. De un lado tiene los estudios y del otro lado los valores de calidad. Este último valor es el que evidencia el gran objetivo de todo esto, que es saber la calidad de cada estudio en particular y si los estudios son combinables entre sí", resalta Etcheverry.



El proyecto "Data Quality Management for Model Improvement in Genome-Wide Association Studies" comenzó a ejecutarse en agosto de 2008. La Fundación Julio Ricaldoni es la encargada de su gestión administrativa.

El ADN humano puede modelarse como una secuencia de aproximadamente 3.000 millones de bases (adenina [A], citosina [C], timina [T] y guanina [G]). Al comparar las secuencias correspondientes a diferentes individuos, se revela que las similitudes son grandes dentro de una población, salvo en determinados puntos o marcadores. A estos puntos se los denomina polimorfismos de un solo nucleótido o SNP (Single Nucleotide Polymorphism), ya que que representan variaciones en la secuencia de ADN que afectan a una sola base. Los SNP constituyen hasta el 90% de todas las variaciones genómicas humanas y aparecen cada 100 a 300 bases en promedio a lo largo del genoma humano.

Luego de ingresar los datos al modelo informático, el biólogo evalúa los valores de calidad y decide en función de ellos si los estudios son combinables o no.

"Al combinar los datos de estudios ya existentes no solo se ahorra mucho dinero, sino que también se puede acceder a resultados en forma mucho más rápida. Hay que tener en cuenta el tiempo que lleva diseñar esta clase de estudios. Si bien la información genética se obtiene bastante rápido, conseguir la población, sacar sangre, procesar las muestras y realizar los chequeos de calidad lleva mucho tiempo. Uno de los principales aportes de nuestra investigación es que permite adelantar resultados de calidad a partir de una metodología que combina información de fuentes heterogéneas", señala Naya.

Los investigadores aspiran a que una vez finalizado el proyecto y desarrollado el modelo informático, alguna entidad extienda el prototipo (ya sea por la vía comercial o académica) y por supuesto que pueda ser usado por la comunidad científica para analizar los datos obtenidos a través de la web, a partir de un modelo de calidad, con criterios previamente definidos por el investigador. "Nuestro objetivo es que otros científicos puedan acceder a los datos y obtener nuevas conclusiones", concluye Etcheverry, y agrega que esperan tener desarrollado el prototipo de software para antes de fines de este año. ■

NÚCLEO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA (NIB)

La ingeniería en los hospitales

Capaces de inventar y desarrollar equipos biomédicos con tecnología nacional y controlar los que se compran en el exterior, los ingenieros biomédicos de la Universidad de la República permiten abaratar los costos operativos de las instituciones de asistencia y mejoran el servicio que se brinda a los pacientes. Máxime en un país donde el parque tecnológico de algunos centros de atención está obsoleto.

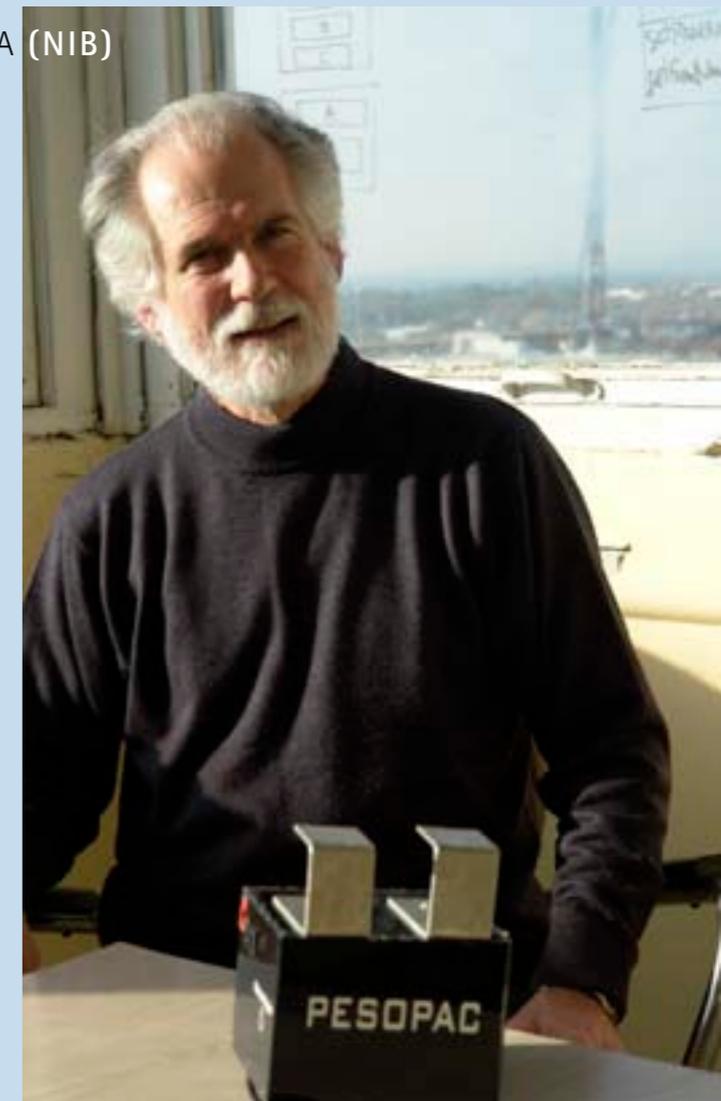
Los hospitales albergan una multiplicidad de equipos electrónicos y mecánicos que son fundamentales para la atención de los pacientes. En circunstancias extremas, la falla de estos equipos equivale a la diferencia entre la vida y la muerte de una persona.

La situación se vuelve particularmente sensible si tomamos en cuenta que, según el censo realizado en 2005 por el Ministerio de Salud Pública (MSP), el parque tecnológico de las instituciones de asistencia uruguayas "no reúne las condiciones ideales para garantizar la calidad de la atención" (ver recuadro).

Además los hospitales deben cumplir estrictas normas de seguridad para el uso de equipos biomédicos, así como también en sus instalaciones eléctricas y de gas.

En este marco, la figura del ingeniero biomédico se hace cada vez más imprescindible para mejorar la eficiencia de los equipos, abaratar los costos en los hospitales y en definitiva mejorar la atención al paciente.

"La Ingeniería Biomédica es una actividad interdisciplinaria que utiliza distintos recursos para ayudar a la medicina. Se aplican métodos, herramientas y enfoques de la ingeniería al desarrollo de equipos para la atención médica y la investigación biológica",



Franco Simini es ingeniero, su tesis de doctorado versó sobre control continuo de pacientes críticos y fundó el Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería, donde es Profesor. Integra la Comisión del Espacio Interdisciplinario de la Universidad de la República.

ca", explicó a **enlaces.fing** el ingeniero Franco Simini, coordinador del Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) desde la creación de este cargo en 1993. "Se define más por la aplicación que por el método", resume el catedrático.

El NIB es un grupo de trabajo multidisciplinario de las Facultades de Medicina e Ingeniería. Instalado en el Hospital de Clínicas, desarrolla actividades de docencia e investigación, realiza prototipos en apoyo a la investigación biomédica y fomenta la producción nacional de equipos biomédicos.

"La Universidad trabaja activamente para generar soluciones a los problemas de la atención médica y la informática médica. Hay una gran disponibilidad

Equipos obsoletos para atender a los pacientes

La directora de Tecnología Médica de la Dirección General de la Salud del Ministerio de Salud Pública (MSP), Dra. Ana Pérez, alertó acerca de que el parque tecnológico de las instituciones de asistencia uruguayas “no reúne las condiciones ideales para garantizar la calidad de la atención”.

Basándose en los resultados del censo de equipos médicos realizado por el MSP en 2005, la jerarca afirmó que se están utilizando “numerosos equipos obsoletos, que no tienen *servicios* autorizados y están siendo reparados por idóneos. Hay deficiencias de todo tipo, entre ellas fallas de equipos que no se reportan porque eso llevaría a que se den de baja”, señaló Pérez a **enlaces.fing**.

“Hay mucho para hacer, pero para eso el MSP tiene que tener un núcleo de trabajo fuerte que pueda regular. No todo lo que se reporta como falla es crítica, es decir riesgosa para la salud de los pacientes. Algunas son banales. Pero hay que saber diferenciarlas”, explicó Pérez.

En este momento, Tecnología Médica del MSP trabaja con un solo ingeniero biomédico (grado 4 de la Universidad de la República), pero la dependencia está buscando la forma de poder contar con más personas especializadas en la materia. “Más allá de lo que contribuyen dentro de las instituciones de asistencia, los ingenieros biomédicos también son de gran utilidad para el área de control y fiscalización”, puntualizó la jerarca.

La Dra. Pérez señaló que “sería bueno que se consolidara un espacio de capacitación específica para estos profesionales, del estilo posgrado, para trabajar en los servicios y desde el punto de vista regulatorio” ya que, a nivel de la capacitación, “actualmente el panorama en Uruguay es muy pobre”, puntualizó. ■

de trabajo universitario para colaborar con las empresas y las instituciones médicas”, resalta Simini.

“La preocupación universitaria por la biomedicina comenzó con los trabajos pioneros del equipo del Dr. Caldeyro Barcia y con las necesidades instrumentales en Medicina Nuclear”, recuerda el profesor. Desde 1985 hasta la fecha, el NIB confeccionó una treintena de prototipos (la mayoría con niveles de exigencia que se le requieren hoy a una maestría), formó a unos 80 estudiantes y ha tenido una activa vinculación con las empresas del medio, a las que les brinda cursos de actualización continua.

A pedido de la Administración de los Servicios de Salud del Estado (ASSE), la Universidad ofrece la realización de actividades de extensión en hospitales públicos. “Por un lado aportamos conocimientos que mejoran el desempeño de la infraestructura y de las redes de los hospitales. Esto redundará en una mejora de la atención al paciente y además genera ahorros de dinero en los hospitales. Para la Universidad también es importante porque mejora la formación de sus estudiantes”, relató Simini. La figura que se está creando en conjunto con ASSE es la del Interno de Ingeniería Biomédica, que es un estudiante que se integra durante un semestre a la vida de un hospital. “Este estudiante de ingeniería biomédica interactúa por ejemplo con los proveedores que traen y reparan los equipos; y con los encargados de mantenimiento. Antes de llamar al *service*, el primero que responde es este ingeniero biomédico en formación, con el respaldo académico”, sostuvo el coordinador del NIB.

La especialización en Ingeniería Biomédica

Aunque en muchos países existe, en Uruguay no se expide el título de Ingeniero Biomédico. “Estamos definiendo un perfil dentro de Ingeniería Eléctrica: Ingeniero Electricista perfil biomédico”, dijo Simini. “Es un profesional que participa de distintas especialidades de la ingeniería con el objetivo de generar equipos que sirvan en la clínica y en la investigación. En Uruguay existen varias asignaturas en Facultad de Ingeniería que son tomadas principalmente por estudiantes de Ingeniería Eléctrica, pero también de Computación y algunos de Ingeniería Química, que lo toman como parte de su carrera de grado.

“Hoy tenemos tres estudiantes de maestría, dos de ingeniería eléctrica y uno de computación. Su contenido las asimila a verdaderas maestrías en Ingeniería Biomédica. Los estudiantes aprenden a trabajar con médicos, se consustancian con la problemática de los equipos biomédicos, asimilan los rigurosos aspectos de seguridad eléctrica y de diseño de aparatos para obtener señales del cuerpo humano, imágenes, o para hacer sistemas telemáticos de historia clínica. Esas maestrías van más allá del trabajo en Ingeniería. Los estudiantes también cursan asignaturas en la Facultad de Ciencias, en Facultad de Medicina y los cursos organizados por el PEDECIBA y el PROIMBIO (Programa de Investigación Biomédica) de la Facultad de Medicina. Actualmente se busca mejorar la oferta educativa con el dictado de nuevas materias en conjunto con la Escuela de Tecnología Médica”, relató Simini. ■



Algunos equipos desarrollados por el NIB

Los especialistas entienden que la participación de la ingeniería para concebir y perfeccionar nuevas ideas es importante. Las mismas van desde la construcción de prótesis hasta equipos de diagnóstico, de terapia e imagenología (deducción de imágenes del cuerpo humano con fines de diagnóstico).

Desde 1985 hasta la fecha, el NIB diseñó y desarrolló una treintena de equipos biomédicos. Estos son algunos ejemplos:

PREMAX: mide las presiones máximas y mínimas de un paciente ambulatorio. Si un deportólogo hace un seguimiento de una patología de los pulmones, necesita saber cuál es la presión máxima que puede generar con su esfuerzo: la presión espiratoria e inspiratoria. Por lo tanto, se construyó un equipo muy sencillo en el cual el paciente sopla, siguiendo las instrucciones que le indica el técnico. Simini destacó que, en el mundo, existen equipos similares pero no son tan transportables y económicos como el que desarrollaron en el NIB. Actualmente, este equipo se está

utilizando en el Clínicas y en una institución de salud de Paysandú. “Estamos buscando a alguien que lo quiera tomar como industria y que lo lleve a la producción. Hemos tenido contactos pero no prosperaron”, señaló Simini.

MECVENT: es un equipo que mide la resistencia de las vías aéreas y la complacencia, que es la capacidad de incorporar aire de los pulmones. Se llama MECVENT por “mecánica respiratoria”. “Este equipo pertenece a una línea que comenzamos a desarrollar en 1987, año en que realizamos el primer prototipo. Desde entonces, tuvo una evolución a lo largo de varios modelos desarrollados con participación de docentes y varios grupos de estudiantes. Inclusive pasó de un grupo de estudiantes ya recibidos a otro grupo”, aclara Simini. Gracias a esta experiencia acumulada, ahora la empresa Samay comercializa sistemas de medidas respiratorias con tecnología actual.

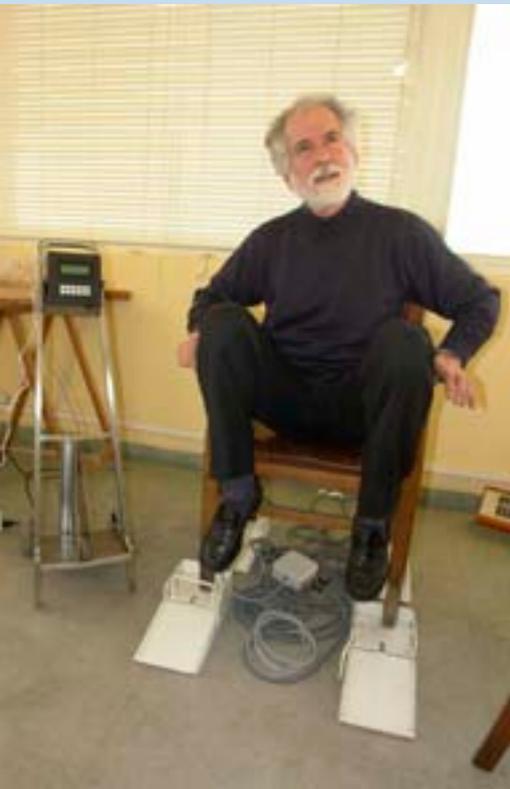
PESOPAC: registra la evolución del peso de un paciente en la cama o en el sillón de diálisis sin necesidad de

llevarlo a una balanza, lo que significa que no hay que sacar al paciente de la cama.

“En el Centro de Quemados o en el CTI es necesario seguir el estado de deshidratación o el cambio de peso de los pacientes. Es difícil sacar al paciente de la cama, pesarlo en una balanza y volverlo a poner en la cama... máxime cuando están muy mal o tienen escaras o están entubados”, sostiene Simini. PESOPAC lleva la contabilidad del aumento y la disminución de peso, discriminando el peso del paciente y lo que tiene que ver con otras maniobras, por ejemplo, agregarle o sacarle peso a la cama del paciente.

“Lleva algo así como una ‘cuenta corriente’ del peso del paciente y esconde las variaciones que no se deben a él. Si el paciente pesa 65 kg, y se sienta en la cama una persona de 80 kg, el equipo sigue mostrando el peso del paciente. Si hay un fluido que se adiciona o se retira –como la bolsa de orina, por ejemplo–, hay que avisarle al equipo”, revela Simini.

PESOPAC está compuesto por cuatro celdas de carga en forma de "zapatones" que están conectadas



a un sistema electrónico que registra constantemente las variaciones de peso del paciente. Este equipo, desarrollado por un grupo de estudiantes muy emprendedor, fue objeto de un intento de producción que se vio frustrado por varios motivos. Esto no debe llevar al descorazonamiento, dado que se sabe que los emprendimientos conllevan siempre una cuota de riesgo.

BiliLED: ideado inicialmente en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería y en el Hospital Pereira Rossell, este equipo utiliza componentes "fríos" como los "leds" para irradiar con una luz azul a los recién nacidos con ictericia para evitar posibles complicaciones. El BiliLED (ver revista **enlaces.fing** número 1) sustituye equipos en orden de magnitud más caros que además tienen lámparas no calibradas en intensidad y que calientan innecesariamente el acrílico de la incubadora. El éxito de BiliLED es evidente al recorrer las instituciones de todo el país que se están equipando con esta pequeña maravilla tecnológica. De hecho, el presidente de la República, Tabaré Vázquez, puso al Bili-

LED como ejemplo del compromiso que mantiene la Universidad de la República con la democratización del conocimiento en la inauguración del Foro de Innovación de las Américas que se realizó en Punta del Este (Uruguay) en marzo de 2008. Además su creador, Horacio Failache, y el NIB, en la figura del investigador Franco Simini, obtuvieron en 2008 los premios Morosoli de Plata y Morosoli Institucional por la creación de este aparato (ver revista **enlaces.fing** número 2).

IMPETOM: en este momento, los integrantes del NIB están entusiasmados con el desarrollo del IMPETOM, un tomógrafo que da una imagen continua del tórax del paciente. "Es un proyecto muy ambicioso que nos permitirá obtener un equipo clínico y luego industrial", explica Simini. "Al principio de los trabajos de desarrollo del IMPETOM no había más que algún grupo de investigación en el mundo que se ocupaba del tema. Hoy empieza a haber ofertas comerciales incipientes de equipos similares en otras partes del mundo, pero se piensa que el IMPETOM será muy económico respecto de ellos", relató Simini. ■

NEURONAVEGADOR NACIONAL

Navegando por tu cerebro

Operar el cerebro necesita de un nivel de precisión extremo. Para ayudar a los cirujanos a la hora de realizar operaciones neurológicas, la Facultad de Ingeniería está desarrollando un prototipo de neuronavegador que se utilizará en hospitales públicos. El aparato permite desplegar la ubicación de un instrumento quirúrgico sobre las imágenes de un estudio de tomografía computada o resonancia magnética del paciente, lo que permite al cirujano saber en qué lugar preciso está operando en cada momento. Aún en fase de desarrollo, los expertos uruguayos aseguran que el prototipo de este neuronavegador nacional costaría varias veces menos que aparatos semejantes que ya se comercializan en el mundo.



CONVENIO CON TELETÓN

Ingeniería aplicada a la rehabilitación



Un convenio marco firmado entre la Fundación Teletón y la Facultad de Ingeniería permitirá diseñar nuevos desarrollos tecnológicos para ser aplicados a la rehabilitación de niños y jóvenes con discapacidad.

Los estudiantes avanzados de Facultad de Ingeniería trabajarán con el personal técnico del Centro Teletón, juntos buscarán problemas concretos e idearán un prototipo para resolverlo. Este trabajo es la exigencia para aprobar determinados cursos en la carrera de grado.

Entre otras cosas ya se acordó el desarrollo de una grúa mecánica automatizada que permita ingresar a los pacientes a la piscina del Centro Teletón, así como también una silla motorizada todoterreno que le permita al usuario ponerse de pie.

Los pasantes de Ingeniería Eléctrica desarrollarán además nuevos sistemas autónomos de navegación y sensores para que la silla pueda controlarse con

un simple movimiento ocular, soplido u orden verbal (comando de voz).

Por su parte, el Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) realizará un sistema de testeo para el prototipo actual del Sistema Móvil de Comunicación (SISMO TEST), que permita prevenir fallas graves que comprometan la seguridad del usuario y del equipo.

Para que funcione sin problemas, el NIB ya está trabajando en un proyecto de incompatibilidad electromagnética, que evitará que el sistema se vea afectado por otro sistema de telecomunicaciones, como por ejemplo señales de radio o Wi-Fi.

El convenio, firmado el pasado 28 de agosto, fue rubricado en el Centro de Rehabilitación Teletón entre el rector de la Universidad de la República, Dr. Rodrigo Arocena, el decano de la Facultad de Ingeniería, Dr. Ismael Piedra-Cueva, el presidente de la Fundación, Camilo Preve, y el secretario del Directorio de la Fundación Teletón, Dr. Mario Médi. ■

Al momento de realizar una operación de neurocirugía, el cirujano cuenta usualmente con las imágenes de estudios realizados antes de la intervención (una selección de cortes de una tomografía computada o una resonancia nuclear magnética impresas en un film). Con esta información el cirujano debe determinar la ubicación espacial de las estructuras a las que desea llegar y decidir la mejor trayectoria para alcanzarlas. La integración mental de toda esta información requiere una dosis importante de experiencia y ubicación espacial.

Ante este panorama, la navegación guiada por imágenes en cirugía se presenta como una efectiva herramienta para ayudar al cirujano en las operaciones neurológicas.

"El neuronavegador permite desplegar la ubicación de los instrumentos sobre las imágenes para guiar al cirujano en zonas de difícil visibilidad o acceso, brindando una realimentación visual de la trayectoria que se está siguiendo", señala el ingeniero Álvaro Gómez, responsable del proyecto que desarrolla el

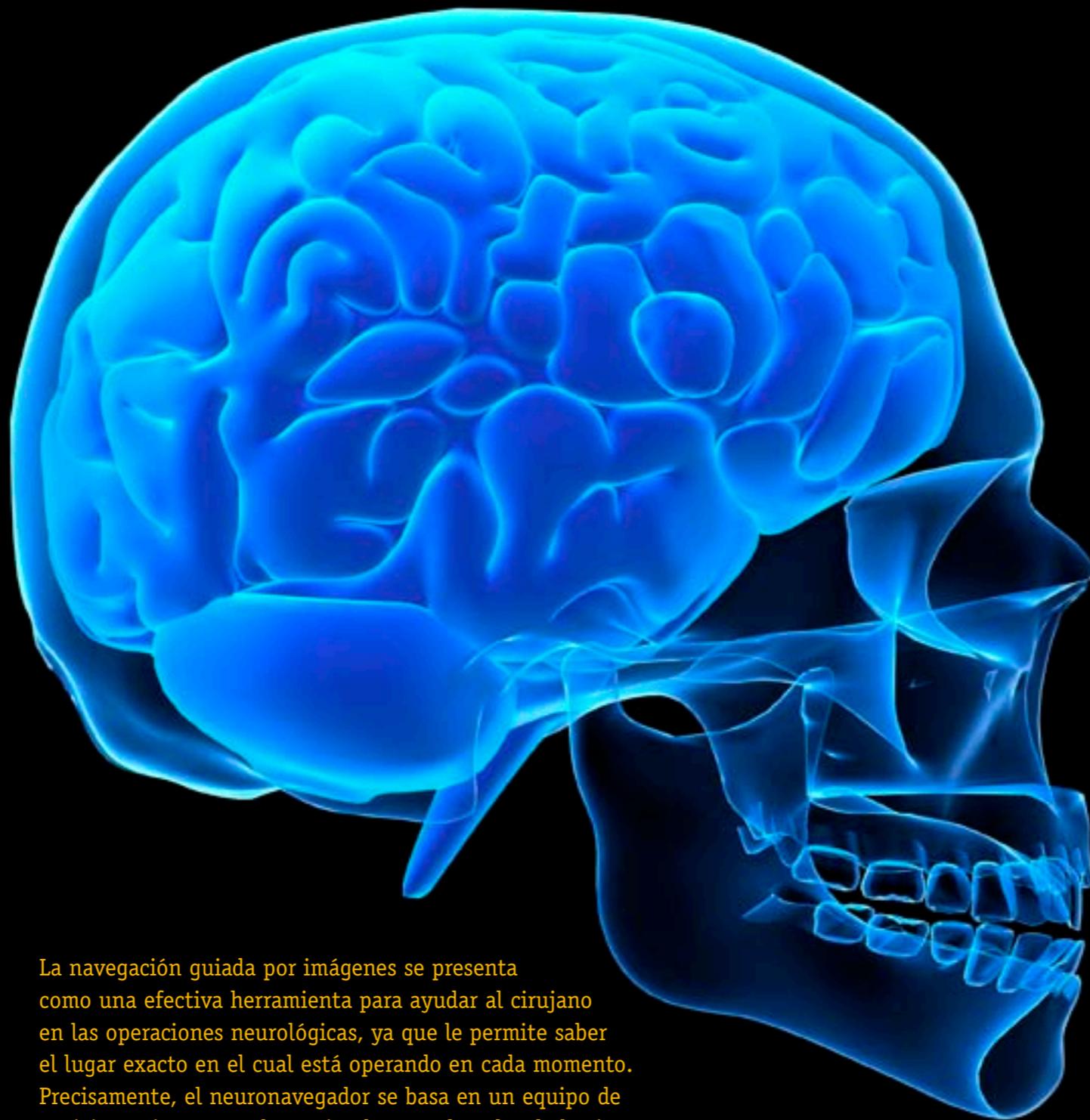
Grupo de Tratamiento de Imágenes (GTI) de la Facultad de Ingeniería junto con neurocirujanos del Hospital de Tacuarembó y de la Cátedra de Neurocirugía del Hospital de Clínicas.

La herramienta se basa en un equipo de posicionamiento que determina las coordenadas de los instrumentos de cirugía en la sala de operaciones y un software que permite visualizar los estudios médicos e integrarles la información de posición de los instrumentos.

Es importante notar que en general se trabaja con estudios realizados al paciente antes de la intervención, y por lo tanto la información de posición tiene validez en tanto la forma del cerebro no cambie sustancialmente. Con esta consideración, la herramienta tiene su utilidad para planificación y simulación, para intervenciones con pequeñas aperturas del cráneo o en las primeras etapas de una intervención mayor, antes de que el cerebro sufra desplazamientos (conocidos en la literatura médica como *brain-shift*). La compensación del *brain-shift*



Navegando por tu cerebro



para poder utilizar la neuronavegación a lo largo de toda una intervención es tema de investigación en diversas partes del mundo.

Introducir la técnica en Uruguay

"Nuestro interés es introducir esta herramienta a nivel nacional, ya que si bien en el mundo existen neuronavegadores, en nuestro país no se han implementado debido al alto costo de los mismos", sostiene Gómez. El costo de un neuronavegador llega a superar los 150 mil dólares, mientras que el prototipo que están desarrollando en la Facultad de Ingeniería, si bien no tendrá las certificaciones de un equipo comercial, permitirá realizar experiencia en neuronavegación por un costo cinco veces menor.

"Pretendemos crear software local utilizando paquetes de software libre que están en desarrollo en diversas universidades del mundo, para montar sobre hardware comercial un sistema a costos mucho más bajos", resalta el investigador.

El proyecto –que comenzó a ejecutarse en julio de este año y tiene una duración de un año– es financiado por CSIC y ASSE a través del Programa de Apoyo y Vinculación con el Sector Productivo de CSIC en la modalidad de cofinanciación Universidad - Sector Productivo. El objetivo del mismo es construir prototipos de neuronavegación e introducir la técnica –ya difundida internacionalmente– en el Hospital de Tacuarembó y en el Hospital de Clíni-

La navegación guiada por imágenes se presenta como una efectiva herramienta para ayudar al cirujano en las operaciones neurológicas, ya que le permite saber el lugar exacto en el cual está operando en cada momento. Precisamente, el neuronavegador se basa en un equipo de posicionamiento que determina las coordenadas de los instrumentos de cirugía en la sala de operaciones y un software que permite visualizar los estudios médicos e integrarles la información de posición de los instrumentos.



cas, lo cual –según los impulsores del proyecto– permitiría que los nuevos cirujanos se formen en el uso de estas tecnologías, que las puedan aplicar localmente y que los beneficios lleguen a la salud pública.

Junto con el proyecto principal se está desarrollando el proyecto de fin de carrera de Ingeniería Eléctrica "MIRA" (Microscopio con Realidad Aumentada), que busca integrar a la neuronavegación un microscopio quirúrgico como una herramienta más de guía. Esto se planea realizar mediante técnicas de "realidad aumentada" donde se superpone la información extraída de los estudios realizados antes de la operación al video proveniente del microscopio. El proyecto de fin de carrera está a cargo de los estudiantes Guillermo Carbajal, Gastón Marín y María Clara Pérez, y su finalización está prevista para febrero de 2010.

Es importante destacar que el GTI colabora con grupos de Chile y Francia en procesamiento de imágenes para aplicaciones médicas. "El desarrollo de este proyecto permitirá realizar experiencia clínica que se podrá volcar en la colaboración. Asimismo, se espera que el trabajo multidisciplinario en el proyecto ayude a formar el grupo humano nacional que podrá colaborar en adelante con mayor potencialidad de investigación académica, clínica y también tecnológica", aseguran los investigadores, quienes para fines de 2009 esperan tener desarrollada una versión preliminar del prototipo. ■

LABORATORIO DE BIOMECÁNICA

“La ingeniería se metió en la sala de operaciones”

El casi centenario Instituto de Ensayos y Materiales de la Facultad de Ingeniería no solo ensaya chapas, recipientes a presión, hormigones, vigas y materiales de construcción y asesora respecto del deterioro de instalaciones industriales, análisis de fallas y causas de siniestralidad; su Laboratorio de Biomecánica evalúa prótesis humanas y trabaja junto al Instituto Nacional de Donación y Trasplante (INDT) para optimizar la conservación de los materiales orgánicos utilizados en trasplantes.

Existe una disciplina científica que se ocupa del estudio de los tejidos de los seres vivos, basándose en los principios de la ingeniería mecánica: la biomecánica.

Desde 1980, la Facultad de Ingeniería trabaja en actividades vinculadas a esta disciplina. En este marco, el Laboratorio de Biomecánica ensaya materiales humanos, evaluando sobre todo su elasticidad y resistencia, dos de las características fundamentales que los investigadores buscan en ellos.

Galileo Galilei –quien descubrió cómo analizar el movimiento desde la matemática– es el ‘padre’ de la biomecánica. Por ese motivo, no es de extrañar que al ingresar a la oficina del laboratorio, uno se encuentre con ‘Galileo’, un esqueleto humano que los ingenieros bautizaron en honor al científico italiano.

“Los biomateriales son muy difíciles de trabajar”, destacan los ingenieros Blas Melissari y Eduardo Deri, dos de los investigadores del Laboratorio de Biomecánica de la Facultad de Ingeniería. “Para conocer las propiedades de una chapa, la estiramos y determinamos las propiedades; quisimos hacer eso la primera vez que tuvimos que ensayar una aorta. Fue imposible”.

Por este motivo, los ingenieros desarrollaron novedosas técnicas e instrumentos para evaluar los materiales orgánicos cedidos por el Instituto Nacional de Donación y Trasplante (INDT). En particular, realizaron ensayos para conocer cuál es el mejor método para preservar los biomateriales que serán utilizados para trasplantes.

Hay que tener en cuenta que trabajar con materiales humanos requiere protocolos muy estrictos. “Es importante destacar que los materiales provenientes de humanos que ensayamos en el laboratorio fueron descartados para uso biológico; o sea, no empleamos aquellos que podrían haber sido destinados a un trasplante”, aclara Deri.

Soluciones interdisciplinarias

“La mayor parte de los trabajos que hacemos surgen a partir de problemas que se generan en ‘la cancha’”, sostiene Melissari.

“Los médicos determinan problemas y buscan soluciones. Nosotros elaboramos un plan para colaborar en la solución de estos problemas”, destaca el investigador, y en relación al vínculo entre la ingeniería y la medicina, agrega que “se puede afirmar que la ingeniería se metió en la sala de operaciones”.

Como ejemplo, explica que uno de los recientes trabajos del laboratorio es un estudio sobre reconstrucción del ligamento cruzado anterior de rodilla. “Es un problema que suelen tener algunos futbolistas. Con el estudio realizado se intenta evitar una doble operación”, señala Melissari, quien presentó el trabajo en setiembre de este año en el Congreso Europeo de Biomateriales en Suiza (ver recuadro).

Blas Melissari es ingeniero industrial y técnico prevencionista. Es profesor titular (grado 5) del Instituto de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería, del cual fue director durante 25 años. Creador del Laboratorio de Biomecánica, dirige todas las actividades de docencia, investigación y extensión que en él se desarrollan.



Hay que tener en cuenta el fuerte trabajo interdisciplinario que desarrolla el Laboratorio de Biomecánica, que interactúa constantemente con médicos y traumatólogos. En particular, trabaja desde hace más de 10 años en un proyecto de investigación a largo plazo con el INDT.

"A lo largo de estos años hemos desarrollado una relación de confianza con el Instituto de Ensayo de Materiales y en particular, con el Laboratorio de Biomecánica", señala el coordinador del Área de Control de Calidad de los productos del INDT, doctor Héctor Pérez Campos. "Ellos han adaptado sus máquinas, que antiguamente ensayaban solo productos industriales, para realizar caracterizaciones de tejidos biológicos, que son materiales muy delicados para trabajar. Además, han desarrollado equipamiento para realizar esta clase de ensayos, lo cual es destacable".

Pérez Campos destaca que el primer ensayo que el laboratorio desarrolló para el INDT (en aquel entonces Banco Nacional de Órganos y Tejidos) fue una caracterización del comportamiento biomecánico de una aorta. "Aunque conseguir los materiales para ensayar es un tema complejo, desde que comenzamos el proyecto hemos puesto a prueba la calidad de tejidos biológicos cardiovasculares y óseos-estructurales. Puedo calificar el trabajo del laboratorio como excelente", concluye Pérez Campos.

Por su parte, el Laboratorio de Biomecánica trabaja con el grupo de I + D de Traumatología del Hospital Británico desde hace más de 25 años. "Ellos realizan los ensayos que son la base de nuestros desarrollos", señala el doctor Alberto Fernández Dell'Oca, el jefe del grupo.

El médico traumatólogo y su grupo diseñaron una gran cantidad de herramientas para facilitar los procesos quirúrgicos que hoy están considerados como desarrollos de punta a nivel mundial. Entre estas, se encuentran los fijadores externos de huesos y las placas bloqueadoras de ángulo variable, ambos utilizados para el tratamiento de fracturas.

"Nuestros productos innovadores se comercializan a nivel mundial", resaltó Fernández Dell'Oca, al tiempo que calificó el trabajo del Laboratorio de



Eduardo Deri es perito en Ingeniería Mecánica. Es profesor adjunto (grado 3) del Instituto de Ensayo de Materiales, participa en las actividades de docencia y es integrante del grupo multidisciplinario del Laboratorio de Biomecánica.

Biomecánica como fundamental para el desarrollo de sus diseños: "Son serios, confiables y nos dan los datos exactos que precisamos", puntualizó.

Criopreservación

La preservación de órganos y tejidos es una característica fundamental para que puedan ser utilizados en trasplantes. El Laboratorio de Biomecánica trabaja en la criopreservación, que es un proceso por el cual las células o los tejidos son congelados a muy bajas temperaturas –generalmente entre -80 °C y -196 °C–, lo que permite mantenerlos en condiciones de vida suspendida por mucho tiempo.

"Un trabajo excelente"

El coordinador del Área de Control de Calidad de los productos del Instituto Nacional de Donación y Trasplante (INDT), Dr. Héctor Pérez Campos, calificó como "excelente" el trabajo de ensayos de materiales humanos que desarrolla el Laboratorio de Biomecánica. Por su parte, el jefe del grupo de I + D de Traumatología del Hospital Británico, doctor Alberto Fernández Dell'Oca, señaló que los ensayos que realiza el laboratorio son la base de los innovadores diseños que desarrolla su grupo. "Son serios, confiables y nos dan los datos exactos que precisamos", resaltó.

"La propiedad número uno de los tejidos que se extraen de un donante es la esterilidad. Después viene la viabilidad, y ahí es donde entra en escena la criopreservación", revela Melissari refiriéndose al control de la temperatura, un aspecto fundamental para la conservación de tejidos y órganos.

Existen otros métodos de preservación como el liofilizado, que es un secado que se hace con frío. La ventaja de este método es que se puede mantener en temperatura casi ambiente y esto es mucho más cómodo para el transporte del material orgánico.

Hace cuatro años Melissari viajó a Rosario, en ocasión de un taller de criobiología aplicada a las ciencias que se desarrolló en la Facultad de Química y Biología. En este evento, el Jefe del Banco de Órganos de La Plata reveló un problema que había tenido con una cantidad importante de válvulas cardíacas: ocurrió un corte energético y como consecuencia, los biomateriales quedaron algunas horas a una temperatura inadecuada. "En los lugares en los cuales se conservan estos biomateriales hay un control muy estricto de la temperatura. Si aumenta la temperatura se registra y se toma una medida: se utiliza o no", enfatiza Melissari.

A partir de este contacto, se les planteó la posibilidad de hacer ensayos biomecánicos de válvulas cardíacas. "Ellos hacían ensayos pero no tenían elementos para determinar la elasticidad, una propiedad importantísima en las válvulas cardíacas si tenemos en cuenta que estas actúan por diferencia de presión: cuando hay mayor presión de un lado, la válvula se mueve y la sangre pasa o no pasa. Si la válvula no es elástica empiezan a aparecer soplos, es decir, no cierra totalmente entonces pasa sangre que no debe pasar".

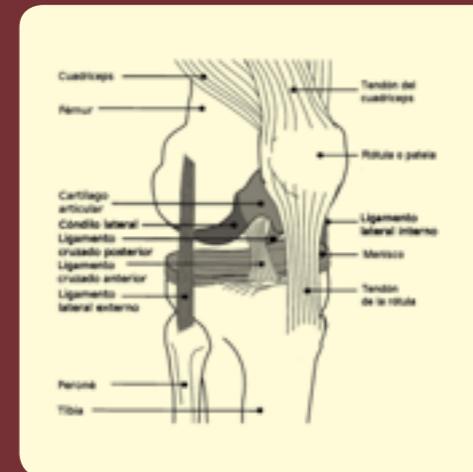
A consecuencia de este contacto, el Laboratorio de Biomecánica desarrolló el 'modulómetro', un dispositivo que mide el módulo de elasticidad de las válvulas cardíacas. El mismo fue presentado en junio de 2008 en el último Congreso Latinoamericano de Órganos Artificiales y Biomateriales en Ouro Preto, Brasil. "Lo

fabricamos nosotros, de punta a punta. Para realizar los ensayos, colocamos la válvula cardíaca en el 'modulómetro', le damos presión y medimos su deformación determinando en base a eso su módulo de elasticidad", concluyen Melissari y Deri. ■



El modulómetro, un dispositivo que mide el módulo de elasticidad de las válvulas cardíacas, desarrollado por los expertos del Laboratorio de Biomecánica.

Foto: Gentileza Laboratorio de Biomecánica



LO PRESENTARON EN SUIZA

Estudio para reconstruir ligamentos de rodilla

Analizar la calidad de los biomateriales de origen humano optimiza su conservación y aplicación.

El Laboratorio de Biomecánica del Instituto de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería desarrolla un modelo de investigación referido al análisis de calidad de biomateriales de origen humano, para aplicarlos a la medicina del trasplante en nuestro país. Un ejemplo lo constituye el trabajo que realiza conjuntamente con el Instituto Nacional de Donación y Trasplante (INDT) - MSP - Facultad de Medicina, estudiando criterios de calidad para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de rodilla.

El método normal de reconstrucción del ligamento cruzado anterior de rodilla se realiza mediante la sutura de un injerto autólogo, así denominado por ser extraído previamente del propio paciente, lo que implica que la persona debe ser operada dos veces.

El método que se desarrolló consiste en aplicar segmentos de hueso - tendón rotular - hueso, de donantes, correctamente conservados. Para desarrollarlo se realizaron ensayos de validación, de modo de obtener la mejor funcionalidad en distintas alternativas de producción.

Estos biomateriales provienen de donantes del INDT y son tratados según las normas legales y protocolos éticos vigentes.

En este marco, los científicos se propusieron conocer cuál es la mejor forma de conservar este tendón rotular. Se compararon dos métodos de conservación: por congelamiento y liofilizados (proceso de deshidratación por sublimación que se realiza a temperaturas bajo cero y vacío).

Para responder a la interrogante, la Facultad de Ingeniería sometió al tendón a ensayos de extensión. Además se desarrolló un software de relevamiento de curvas elásticas que permitió un análisis comparativo entre piezas congeladas y piezas liofilizadas.

El análisis de los promedios y los desvíos estadísticos obtenidos permite concluir que existe una diferencia significativa a favor de las piezas congeladas, que presentan mayor elasticidad y resistencia, lo cual las hace particularmente indicadas para su utilización clínica en la reparación del ligamento cruzado anterior de rodilla.

El ingeniero Blas Melissari presentó estas conclusiones en la Conferencia Europea de Biomateriales (ESB 2009), que se desarrolló entre el 7 y el 12 de setiembre en Lausana, Suiza.



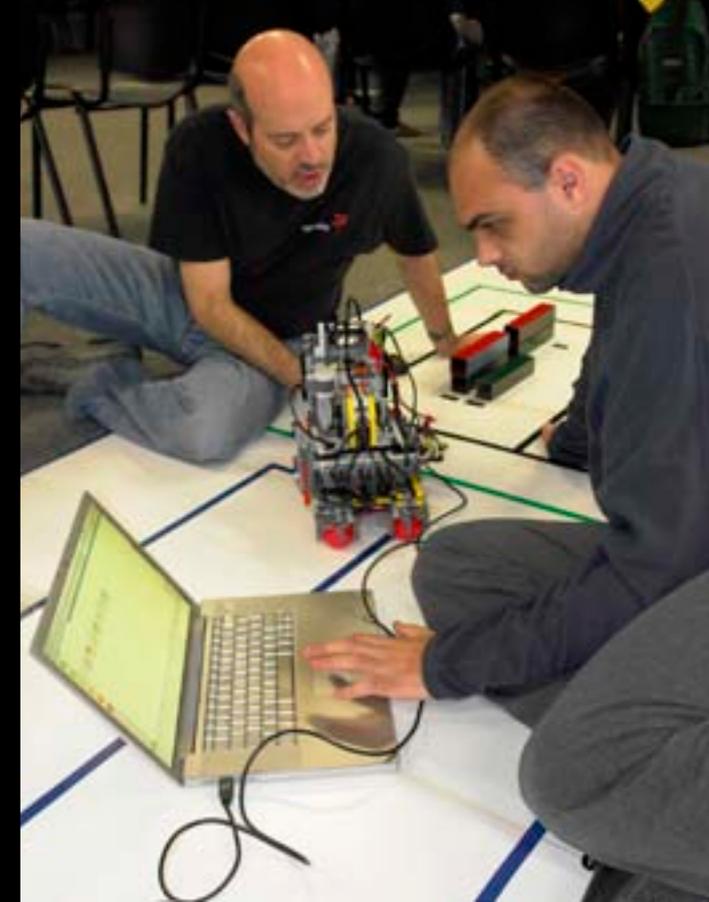
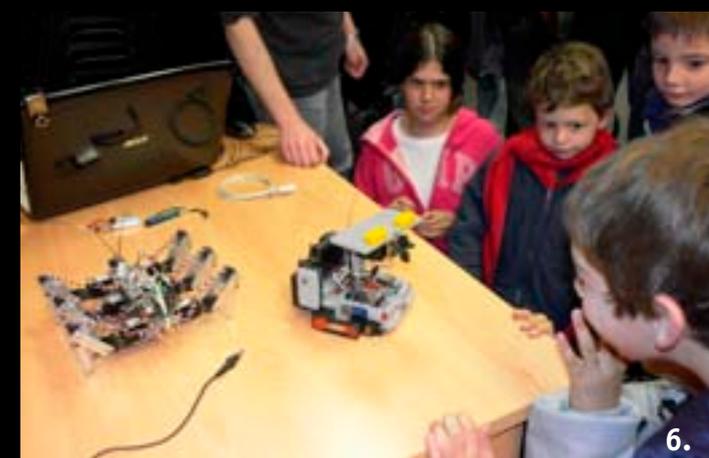
SUMO.UY

Invasiones robóticas

Sumo robótico, exposiciones, charlas y talleres gratuitos para todo público de armado de robots, guiados por docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UR), fueron algunas de las actividades que se desarrollaron durante Sumo.uy 2009.

El sumo de robots es un deporte en el cual dos robots luchan por quitarse mutuamente de un círculo llamado "dohyo". Los participantes programan la estrategia de control de los robots y, una vez iniciado el juego, estos se desempeñan en forma totalmente autónoma hasta que la lucha termina.

A partir de Sumo.uy se pretende difundir las áreas de robótica e inteligencia artificial que se desarrollan en la Facultad, creando un espacio de interacción con distintos actores de la sociedad. El evento, organizado por el Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería con el





apoyo de la Fundación Julio Ricaldoni, englobó al VI Campeonato Uruguayo de Sumo Robótico, VI Workshop en Robótica Móvil y I Concurso Uruguayo de Robótica.

Entre las charlas se destacó la presentación del robot araña denominado SAMSA, el que –entre otras cosas– bailó la danza rusa mientras movía sus antenas.

El equipo ganador del Concurso Uruguayo de Robótica clasificó al VIII Concurso Latinoamericano de Robótica (LARC 2009), que se desarrolló en Valparaíso (Chile). La competencia, que contó con el auspicio de la Administración Nacional de Puertos (ANP), simuló la automatización de una playa de contenedores portuaria. ■



Ganadores de la categoría liceal:

Primer premio: IBO++, Liceo I.B.O. N° 36.
Segundo premio: Wall-e, Liceo Joaquín Suárez N° 7
Tercer premio: IavaBot, Liceo I.A.V.A.

Ganadores categoría Sumbot:

Primer premio: Equipo Bushido.
Segundo premio: Equipo Wall-e.

Ganadores categoría Libre:

Primer y segundo premio (compartido): Robots Space y Rampita, Escuelas Técnicas Raggio, Buenos Aires (Argentina).

Ganadores categoría IEEE Open:

Primer premio: PuroLegu.

1. Charla sobre juego limpio a cargo de Santiago Margni.
2. Un niño juega con el robot del proyecto de grado "Control de movimiento de robots omnidireccionales".
3. Dos robots de la categoría liceales luchan por quitarse del dohyo.
4. El decano de la Facultad de Ingeniería, Ismael Piedra-Cueva, mira atento el robot creado por un equipo argentino participante en la categoría libre.
5. Durante Sumo.uy, los liceales presentaron sus creativos robots.
6. El robot araña SAMSA, protagonista de la charla sobre Robótica Educativa, a cargo de Pablo Gindler.
7. Enrique Mordetzki y Mauricio Pego programan su robot para participar en la categoría Open IEEE, que simula la automatización de una terminal portuaria de contenedores.
8. Los orgullosos finalistas de Sumo.uy 2009.
9. El equipo IBO++ perteneciente al liceo N° 36 "Instituto José Batlle y Ordóñez (IBO) obtuvo el primer premio de la categoría liceales.
10. El equipo Bushido, integrado por Federico y Felipe Kouyoumdjian, obtuvo el primer premio de la categoría Sumbot.
11. Una de las creaciones del Taller de Robótica.
12. El equipo Wall-E, ganador del segundo premio de la categoría liceales, posa junto a la docente responsable del Liceo Suárez, Jesusa Pereira.

Ingeniería de Muestra

Emprendedores dinámicos que comercializan sus innovaciones en el mercado, proyectos de fin de carrera con aplicaciones directas en la industria, experiencias de extensión universitaria y una demostración de sumo robótico, son solo algunas de las actividades del evento "Ingeniería de Muestra", que se realizará el próximo 17 de noviembre de 2009 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (UR) y la Fundación Julio Ricaldoni están organizando el evento "Ingeniería de Muestra".

El mismo se desarrollará el martes 17 de noviembre en el edificio polifuncional Faro de la Facultad de Ingeniería, ubicado en la senda de paso Ing. Nelson Landoni esquina Julio Herrera y Reissig (entre la cancha de Maeso y el estadio Luis Franzini).

"Ingeniería de Muestra", que se realizará en el marco de la Semana Emprendedora Global y de Fotograma 2009, englobará varias actividades de la Facultad de Ingeniería y la Fundación Ricaldoni a las que acudirán autoridades nacionales, departamentales, universitarias, empresarios, prensa, docentes, estudiantes y público en general.

De 9 a 13 hs, la Unidad de Extensión de la Facultad de Ingeniería compartirá las actividades realizadas desde 2008 hasta la fecha y realizará una mesa redonda de discusión sobre las experiencias de curricularización de extensión en la Facultad de Ingeniería.

De 16:30 a 17:30 hs, el Instituto de Ingeniería Eléctrica llevará a cabo un acto institucional en el cual rebautizará al instituto en homenaje a su ex director, Ing. Agustín Cisa.

De 18 a 21 hs se realizará una muestra de proyectos y de emprendimientos vinculados a la Facultad de Ingeniería.

Por un lado, la Fundación Julio Ricaldoni presentará algunos de los innovadores proyectos desarrollados



en el marco de la convocatoria "Emprendedores Dinámicos de la Facultad de Ingeniería" junto al Programa Emprender.

Por otro, el Instituto de Ingeniería Eléctrica realizará su 7ª muestra de fin de proyectos de fin de carrera. Los mejores trabajos serán premiados tras ser evaluados por un tribunal formado por docentes y profesionales destacados.

También se presentarán proyectos de la Unidad de Extensión y del Taller Encararé, una asignatura destinada a estudiantes avanzados de Ingeniería Eléctrica que tiene como objetivo fomentar la actitud emprendedora, incentivar la extensión curricular, la creatividad y el trabajo en equipo en el proceso de diseño de soluciones creativas de ingeniería.

A las 20 hs, el Instituto de Matemática y Estadística junto a Polizonteatro presentarán el proyecto teatral "Primos entre sí", que intenta acercar la matemática desde la acción teatral, el juego y el humor.

En el mismo horario de la muestra se podrá asistir a demostraciones de sumo robótico, así como también a FOTO FING, una exposición de fotografías sobre el campus y las actividades de investigación de la Facultad de Ingeniería. Esta muestra, a cargo de los fotógrafos Ana Inés Maiorano y Eduardo Collins, se inscribe en el marco de Fotograma 09. ■

Acceda a más información del evento a través de www.fing.edu.uy/ingenieria_demuestra

La Fundación Julio Ricaldoni acaba de incorporar 11 nuevos emprendimientos a su iniciativa "Emprendedores Dinámicos de la Facultad de Ingeniería", que desarrolla desde 2007 en el marco del Programa Emprender.

Emprender en ingeniería

Un sitio web para remates rurales, un software 3D para optimizar la pesca industrial, un sistema de control domótico mediante comandos de voz y una pantalla *touch screen* para realizar pedidos en locales gastronómicos son algunos de los 11 proyectos seleccionados en la 1ª convocatoria 2009 de Emprendedores Dinámicos. Hasta el momento, desde que comenzó el proyecto se seleccionaron 23 propuestas y se están evaluando otras 6. El apoyo brindado a los emprendedores incluye la capacitación a medida, la designación de un tutor especialista en un área de conocimiento relevante para el emprendimiento, así como también un subsidio de hasta 2.500 dólares para el desarrollo de su prototipo y/o ensayo. A continuación, les brindamos un breve resumen de los 11 nuevos emprendimientos dinámicos que recibieron el apoyo de la Fundación Ricaldoni.

Remate rural

El 95% de las operaciones ganaderas en el sector agropecuario del Uruguay se realizan por pantalla. En 2008, el volumen de negocios bajo esta modalidad alcanzó los 89 millones de dólares. Este proyecto trasladará a Internet el negocio de remates de ganado realizado actualmente por pantalla. Se creará un sitio interactivo en el cual se realizarán operaciones de lotes certificados de ganado bajo la modalidad de remate o compraventa directa. El servicio reducirá entre un 50% y un 70% los costos de intermediación de los operadores rurales, mercado objetivo para el emprendimiento. A través del sitio los usuarios también podrán realizar operaciones de remate y compraventa de insumos, herramientas, maquinarias y tierras, además de poder contratar espacios publicitarios para ofrecer bienes y servicios que no estén incluidos dentro de las categorías anteriormente mencionadas.

Computador de a bordo para automóviles

Desarrollo de un computador de a bordo que pueda ser instalado en cualquier automóvil. El mismo proveerá al usuario información útil sobre el vehículo (temperatura, velocidad, consumo, etc.), lo auxiliará en el mantenimiento del mismo pudiendo llevar un historial para realizar mecánica preventiva o avisará de fallas para realizar mantenimiento correctivo. Asimismo, se encargará del entretenimiento multimedia brindando acceso a Internet, visualización de películas, fotografías, la posibilidad de escuchar música, radio e incluso recepción de televisión. Los promotores de este proyecto esperan que este equipamiento esté al alcance de cualquier automovilista y no solo de los propietarios de vehículos de gama alta, como ocurre actualmente.

AcruxSoft

AcruxSoft desarrolló un software 3D interactivo dirigido a la pesca industrial, cuyo fin es generar eficiencia operativa y económica en el sector pesquero. El emprendimiento presenta una metodología nueva en el mundo que permite generar modelos interactivos en tercera dimensión de los sistemas de arrastre. El software llamado TrawlSim analiza la información, la proyecta en tercera dimensión y por último evalúa los resultados, generando una base de datos. Mediante cámaras virtuales permite recorrer todo el sistema de pesca, logrando visualizar los detalles de las operaciones hasta profundidades de 2.000 metros. Según sus promotores, dicho sistema permitiría ahorrar un 20% de combustible, una cifra muy significativa si tomamos en cuenta que un barco pesquero de 1500 HP puede consumir 1,5 millones de dólares durante 300 días de trabajo. El resultado de su primera versión, considerado "excelente" por los emprendedores, los impulsa al desarrollo de un nuevo producto que incrementará la funcionalidad, mejorará la comunicación e incorporará nuevos modelos de artes de pesca.

Touch it! - Dream on

Touch it! busca enriquecer la experiencia, el entretenimiento y la información de sus usuarios, desarrollando nuevas formas de interacción, a través de la implementación de pantallas *touch screen*. En un principio, **Touch it!** se enfocará al sector gastronómico, fomentando las ventajas del self-service (auto servicio). El usuario interactuará con una pantalla táctil para obtener acceso a los productos a través de un menú electrónico que los exhibirá mediante imágenes o videos que los presentan tal cual se servirán en la mesa. Con **Touchit!** se podrá realizar el pedido de manera automática a través de la pantalla existente en cada mesa del restaurante, pub u hotel, evitando así esperas innecesarias. El sistema permite ingresar información de interés para el usuario (ingredientes utilizados, precios, calorías y tiempos de demora del pedido), así como también la reducción de costos y optimización de procesos para la empresa contratante. Se ofrece, además, una amplia gama de aplicaciones simples pero útiles (Internet, noticias, chat, traductor de idiomas y juegos, entre otros).

Dry Shower Technology

La propuesta consiste en desarrollar un sistema de secado del cuerpo humano, que utiliza diferentes temperaturas e intensidades de aire regulables y aportes de humedad relativa para su uso. Los equipos y procesos desarrollados hacen que dicho sistema de secado (*dry shower*) pueda ser usado tanto en construcciones ya instaladas (en baños, cocinas y spas), como en obras en construcción y diversos sectores de la industria. Se estima que el sistema, que puede funcionar con distintas fuentes de energía, tiene un enorme mercado potencial en todo el mundo.

Smartpoint - Cliente iPhone para Sharepoint

En junio de 2008 la empresa Apple lanzó al mercado el modelo 3G de su línea iPhone, y al mismo tiempo una plataforma para la publicación de aplicaciones denominada iPhone App Store. Esta plataforma permite que desarrolladores de todo el mundo publiquen aplicaciones de software que puedan ser compradas y descargadas para ser ejecutadas en el dispositivo. En este marco, el emprendimiento se propone el desarrollo de aplicaciones iPhone desde Uruguay, y como primer producto en esta línea de negocios el desarrollo de una aplicación iPhone que actúe como cliente de la plataforma SharePoint 2007.

Motor de búsqueda inteligente

Actualmente los sistemas de búsqueda de información en Internet (también llamados motores de búsqueda) son los sitios más visitados de Internet. Dentro de los más populares se encuentran Google y Yahoo. Para la gran mayoría de usuarios, son el único punto de acceso que permite encontrar todo tipo de información y recursos, sin ser un usuario avanzado. La propuesta de este grupo consiste en el desarrollo de un prototipo de meta buscador de Internet basado en tecnología Java web 2.0 y algoritmos de extracción de información. En este proyecto se pretende innovar en la forma en que los usuarios buscan información, haciendo foco en los conceptos de interfaz y extracción de información. Como puntos relevantes de la propuesta se destacan la intención de presentar una interfaz más amigable e inteligente para el usuario, devolver los resultados procesados y no en forma "cruda", así como también automatizar procesos de formulación de consulta, selección de documentos y extracción, que hoy en día el usuario debe realizar manualmente por lo que muchas veces no se realizan de forma óptima.

Jaime - Control domótico mediante comandos de voz

Control domótico es un sistema capaz de manejar distintas líneas de controladores mediante comandos de voz. Además, será capaz de capturar los comandos de cualquier parte de la casa, de forma amigable y cómoda para el usuario. Jaime pretende lograr un producto comercializable, continuando el trabajo realizado en el proyecto de fin de carrera Alfred (aprobado en abril de 2009).

Ácido gálico a partir de harina de tara

El ácido gálico -materia prima fundamentalmente para la industria farmacéutica y alimentaria- en la actualidad se obtiene por reacción enzimática a partir de materia prima vegetal rica en taninos. El diseño optimizado del proceso de producción de ácido gálico a partir de harina de tara permitirá evaluar la factibilidad económica de producir ácido gálico en Sudamérica, lográndose incorporar valor a esta materia prima, que se obtendrá de Bolivia en condiciones competitivas. La metodología de este desarrollo también servirá para explorar otros compuestos vegetales ricos en taninos.

Tracking aplicado al fútbol

Sistema completo con hardware de adquisición de imágenes y software basado en los algoritmos que resuelven el problema del seguimiento de objetos o *tracking object* para aplicarlo en el seguimiento de jugadores de fútbol. El sistema se instalará en estadios deportivos, posibilitando realizar una obtención de información no invasiva, lo cual actualmente solo ocurre en Europa y EEUU.

Dispensadores

Este emprendimiento apunta a brindar a empresas, a través de dispensadores automáticos, un doble servicio: publicidad, ya que las máquinas estarán instaladas en puestos estratégicos de alta concurrencia, además de ofrecer para la venta el producto publicitado a precio de mercado. El prototipo que se diseñará está orientado a expender yerba mate y se realizará en base a dispositivos dispensadores que ya tiene la empresa, incorporando electrónica y diseño mecánico lo cual permitirá hacer que el dispensador sea más versátil. Esto tendrá como beneficio la fácil modificación de precios de venta o su adaptación a otros productos a comercializarse en el futuro.



La Fundación Julio Ricaldoni forma parte del Programa Emprender, que tiene como finalidad principal promover una cultura emprendedora de alto valor agregado que contribuya al crecimiento sostenido de la economía uruguaya. Tiene como propósito aumentar en forma sistemática el número y la calidad de nuevos emprendimientos y/o jóvenes empresas, en sectores dinámicos de la economía uruguaya. El Programa Emprender es ejecutado por LATU, CND y Prósperitas Capital Partners. Tiene el apoyo de BID/FOMIN y la Corporación Andina de Fomento. Por más información visite www.emprender.com.uy

¡PRESENTÁ TU PROYECTO!

Ventanilla abierta para la presentación de proyectos de desarrollo de prototipos y/o ensayos en el marco de la convocatoria "Emprendedores Dinámicos de la Facultad de Ingeniería".

Acceda a las bases en www.ricaldoni.org.uy/emprender.htm

EL PLAZO PARA PRESENTARSE VENCE EL PRÓXIMO LUNES 30 DE NOVIEMBRE DE 2009 A LA HORA 13.

Innovadores en el mercado

Un equipo para grabar los mensajes de los invitados a eventos o fiestas privadas y un software para gestionar eficientemente la información de su oficina desde cualquier lugar del mundo fueron los primeros dos proyectos lanzados al mercado en el marco de la convocatoria "Emprendedores Dinámicos de la Facultad de Ingeniería". Botón.tv consiste en una cabina de grabación que incluye una cámara de video, un micrófono y una pantalla. Quien desee grabar debe tomar el micrófono y, luego de presionar un botón, dispone de 30 segundos para dejar su saludo. Simultáneamente, la pantalla muestra cómo está quedando el mensaje. Luego del evento, anfitriones e invitados pueden ver los vi-

deos en una página web. El acceso a estos puede ser restringido o no, según lo acordado previamente con el cliente.

Por su parte, Feng Office es una solución web que integra, entre otras cosas, el manejo de e-mails, contactos, documentos, gestión de tareas y registro de horas. Sus creadores sostienen que esta solución representa un nuevo paradigma de trabajo en las empresas, conocido con el nombre de "oficina online". Si quiere conocer cómo se están desarrollando los emprendimientos dinámicos seleccionados en anteriores convocatorias, ingrese a la versión digital de la revista enlaces.fing en www.ricaldoni.org.uy

FOTO FING 2009 MUESTRA FOTOGRÁFICA

Ana Inés Maiorano / Eduardo Collins



Red.

Ana Inés Maiorano

Foto FING se propone dar a conocer el campus de la Facultad de Ingeniería (Universidad de la República) y las actividades de investigación que se desarrollan en él.

Con este objetivo, la Fundación Julio Ricaldoni reunió a dos profesionales de la fotografía para captar en imágenes la magia de este centro de estudios.

Por un lado, Ana Inés Maiorano fotografió el edificio inacabado del arquitecto Julio Vilamajó, una obra clave de la cultura arquitectónica uruguaya.

Por el otro, Eduardo Collins logró infiltrarse en sus laboratorios y áreas de investigación para fotografiar lo que da vida a este gran espacio, en el cual miles de personas se forman y buscan soluciones para problemas específicos de nuestro país.

Foto FING sintetiza la mirada externa de una joven fotógrafa, vecina de la Facultad, con el enfoque minucioso de un fotógrafo que desde hace más de 20 años es el encargado de captar en imágenes la esencia de los principales ensayos y experimentos que se desarrollan en Ingeniería.



Acondicionada.

Ana Inés Maiorano (Montevideo 1985)

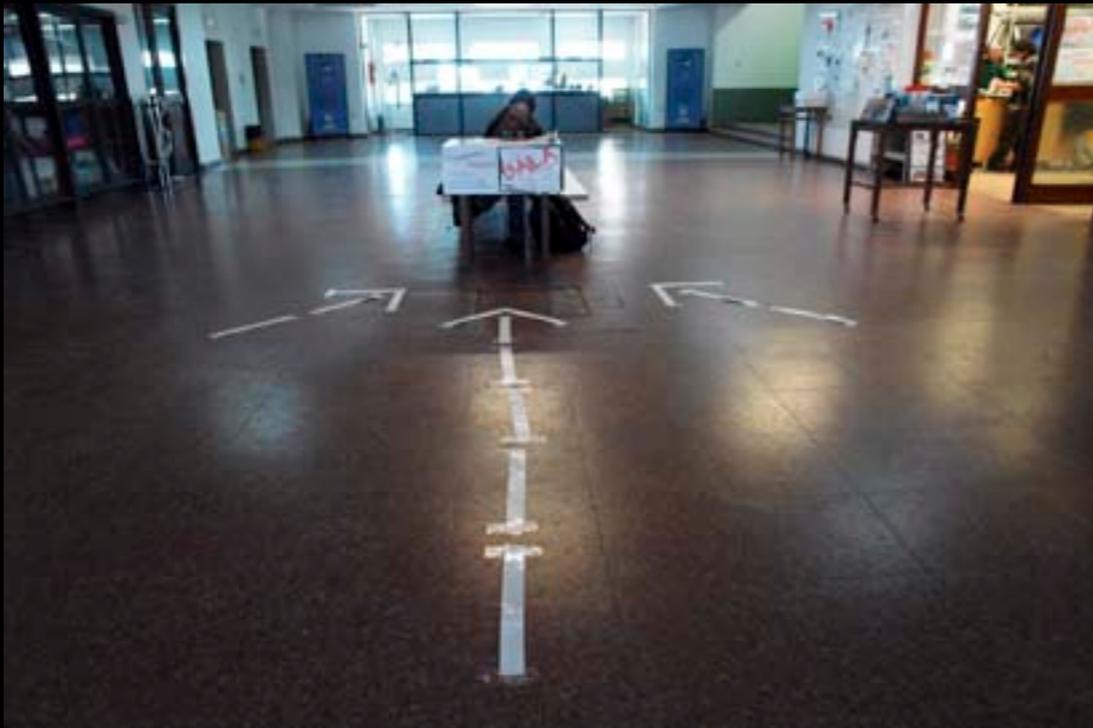
Estudiante avanzado de arquitectura. Hizo el curso de fotografía en el Foto Club Uruguayo. Realizó curadorías de forma independiente, participando en varias muestras y ferias de diseño.



Puente.



Puertas.



Sumergite en la experiencia FING.



El dios Eolo en el Túnel del Viento.



Años de investigación acumulados...



Vista interior del Túnel del Viento.

Eduardo Collins (Montevideo 1942)

Fotógrafo de toda la vida, en los últimos 20 años se especializó en fotografías científicas registrando investigaciones en Facultad de Ingeniería. Desde 1961 obtuvo numerosos premios en Uruguay. Durante el exilio expuso en Francia, Bélgica y Cuba.



Estudio aerodinámico y aeroelástico de la Torre de las Comunicaciones (maqueta).

Bandera de calidad

Nuestro país es el principal exportador de software per cápita de América Latina, pero los empresarios uruguayos apuestan a seguir expandiendo sus mercados. Desde la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) se sostiene que el Centro de Ensayos del Software, ejemplo concreto de vinculación entre la academia y el sector productivo, puede ser “la punta de lanza” que contribuya a que las TIC uruguayas sigan conquistando mercados internacionales.



El Centro de Ensayos de Software (CES) es un emprendimiento conjunto entre la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) y la Fundación Julio Ricaldoni (FJR), en base a una iniciativa del Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Creado en 2005, su principal objetivo es brindar servicios especializados de *testing* para la mejora de la competitividad y productividad de la industria de Tecnologías de la Información (TI), un sector en franca expansión en nuestro país.

“La crisis del año 2002 fue un factor determinante para crear el CES”, recuerda el director del InCo, Héctor Cancela. “Nosotros ya teníamos relación con la Cámara y buscamos hacer algo en conjunto para mejorar la competitividad de las empresas y aumentar las exportaciones”.

“Raúl Ruggia y Jorge Abín identificaron el sector del *testing* como un área estratégica que venía cobrando importancia en el mundo y que en Uruguay era un hueco enorme porque ninguna empresa uruguaya lo hacía. Aclaro que en el InCo tampoco había gente que lo hiciera pero sí había capacidad meto-

Raquel Abella es ingeniera en Computación y Master en Dirección y Administración de Empresas. Docente grado 2 del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería, UR, en el área de Ingeniería de Software y Programación. Desde agosto de 2009, es gerente del Proyecto de Internacionalización del Centro de Ensayos de Software (CES), el cual integra desde el año 2005 coordinando actividades de comercialización y marketing.



Héctor Cancela Bosi es ingeniero en Sistemas de Computación y doctor en Informática. Es profesor titular (grado 5) del Departamento de Investigación Operativa y director del Instituto de Computación (InCo) de la Facultad de Ingeniería, e investigador grado 5 del Área Informática del PEDECIBA. Sus áreas de trabajo se concentran en el uso de técnicas de modelado, simulación y optimización como soporte para la toma de decisiones.

dológica para encarar el problema. Entonces, con el apoyo de CUTI y de la Facultad de Ingeniería, se formuló un proyecto que fue financiado por la Unión Europea y con un préstamo puente del PNUD”, explicó el grado 5.

“Desde su génesis, el CES fue un proyecto muy ambicioso que incorporó un concepto nuevo en Uruguay (el *testing*) y creó un mercado: hoy hay varias empresas que tienen el *testing* como unidad de negocios y hay competencia. En mi opinión, el CES es una experiencia exitosa”, sostiene Cancela.

Actualmente la actividad del CES se agrupa en tres líneas de trabajo: consultoría en *testing*, *testing* independiente y capacitación.

Los servicios de *testing* independiente permiten planificar, gestionar y ejecutar pruebas que brinden al cliente distinto tipo de información sobre la calidad del software. Desde el punto de vista funcional, se prueba que el sistema se comporte de acuerdo a lo esperado por los involucrados. Además se realizan pruebas de rendimiento o interoperabilidad entre sistemas.

La ingeniera Raquel Abella, gerente del proyecto de Internacionalización del CES, señaló que en los últimos años el *testing* “tomó más relevancia”.

“Para las empresas de software, el *testing* es de gran utilidad porque brinda información valiosa para la toma de decisiones e incluso para identificar áreas de mejora. Una cosa es la cabeza del que está desarrollando el producto y otra la del que se concentra en intentar destruirlo, mientras lo prueba” (se ríe).

“Cada vez hay más sectores consumidores de software que exigen más garantías de calidad a sus proveedores, son más estrictos en cuanto a las evidencias de las validaciones y verificaciones realizadas. Un caso emblemático son los bancos, pero se está generalizando. Por un lado hay un mercado en expansión, y por otro, el respaldo que hoy brinda el CES agrega valor al proceso de construcción, al producto y a los subproductos generados por la empresa”, puntualizó.

Exportando servicios de testing

El CES busca posicionar a Uruguay como referente regional en servicios de *testing* y en ese marco está en proceso de internacionalizar sus servicios.

“En Uruguay estamos bastante más avanzados que en los países de la región en lo que se refiere a servicios de *testing*, y nos estamos posicionando como un referente. Ahora queremos aprovechar todo ese *know how* del CES para transformarlo en una certificación. Tenemos varias ventajas, una de ellas es que el CES es neutral, en el sentido de que trabaja con todas las herramientas, cuando en el mercado las empresas se especializan trabajando con Oracle, con IBM o con otras herramientas”, explicó a enlaces.fing el presidente de CUTI, Álvaro Lamé.

El proyecto de Internacionalización comenzó a ejecutarse a fines de 2008 y cuenta con el apoyo del programa Uruguay Innova.

“El proyecto de Internacionalización se ejecutará en dos años. En este momento estamos adecuan-

do nuestros servicios para ofrecerlos en el contexto internacional. Apuntamos principalmente a América Latina, pero podría extenderse al mundo de habla hispana. Tenemos contactos con España y también con una asociación importante en Estados Unidos, donde hay muchas personas que hablan español", explicó Abella.

Para abordar estos mercados se trabaja en las tres líneas de servicios del CES. En el área de capacitación se está trabajando en plasmar la experiencia y conocimiento adquiridos en una carrera de *testing*.

"La intención es proponer una carrera que pueda ser dictada por otros institutos o universidades. Nosotros ofreceremos los materiales, los exámenes, la capacitación a los instructores y otros aspectos fundamentales, pero el dictado de los cursos los harían esas otras instituciones", relató Abella.

En esta carrera queremos mantener uno de nuestros diferenciadores: la importancia del trabajo en la práctica para el desarrollo de habilidades y la experiencia en la disciplina. Por eso los cursos mantendrán su fuerte componente práctica y se tendrá en cuenta la experiencia acreditada en el área de *testing* al entregar el diploma o titulación.

La segunda línea de trabajo son las consultorías. "Estamos culminando el Modelo de Evaluación y Mejora de nuestros procesos de *testing*. Ya contamos con procesos propios para el área funcional, incluyendo automatización de pruebas funcionales y de performance. El objetivo es formalizar el trabajo con las empresas en la mejora de sus procesos de *testing*, tomando como referencia los del CES", explicó Abella.

La tercera línea son los servicios de *testing*, donde el CES busca asociarse con empresas que ofrezcan servicios de *testing* independiente utilizando procesos evaluados y acreditados por el CES. Se considerará también su experiencia en la prestación de los servicios, su "madurez", y se brindará capacitación, asesoría y un marco de gestión para el trabajo conjunto.

Vinculación academia – sector productivo

Desde su propia concepción, el CES es un articulador entre distintos actores: la academia, el sector productivo, instituciones públicas y privadas. "Esto es un diferenciador y le agrega valor a la propuesta del CES", señaló Abella.

Uruguay es el principal exportador per cápita de software de América Latina, alcanzando 219 millones de dólares en 2008, y emplea a más de 10.000 personas.

En esta experiencia internacional el Centro busca mantener los vínculos entre la academia y el sector productivo que ya tiene en nuestro país. "Estamos generando una red de Universidades orientada principalmente a la enseñanza, investigación e innovación en la disciplina", explicó Abella.

El CES como articulación público-privada se basó en el conocimiento y confianza mutua entre los actores y creó más de eso: más conocimiento y más confianza, resaltó Cancela.

El catedrático señaló que "para crear el CES hubo personas de la academia y de la industria que se arremangaron juntas. La academia aportó la metodología y la rigurosidad, en tanto la industria puso el conocimiento de lo que se necesita, de lo que es útil, de lo que tiene impacto en el mercado. La academia puso muchos contactos con el exterior y la industria aportó su saber hacer en el mundo de los negocios. El resultado fue que se generó conocimiento y *know how* que agrega valor y permite mejorar los productos de las empresas para vender más y mejor. Eso no se hubiera logrado si no hubiésemos sido rigurosos y prácticos", resaltó el director del InCo.

Cancela agregó que la construcción del CES se basó en que "la academia y la industria comparten la visión y la estrategia". "Compartimos que cualquier crecimiento tiene que estar basado en la especialización de recursos humanos, que el modelo de desa-

PAÍSES EN QUE OPERA EL CES

Además de Uruguay, en la actualidad el CES presta servicios de consultoría, capacitación y *testing* de software a empresas y universidades de Argentina y Chile. Existen solicitudes y se avanza en las negociaciones con empresas y universidades de España, Colombia, Cuba y Costa Rica. Por otra parte, entre los objetivos de la organización se encuentra concretar la presencia física en dos de los países de la región que por las características de sus mercados representen oportunidades de crecimiento.



Álvaro Lamé, presidente de CUTI. Foto: Gentileza CUTI.

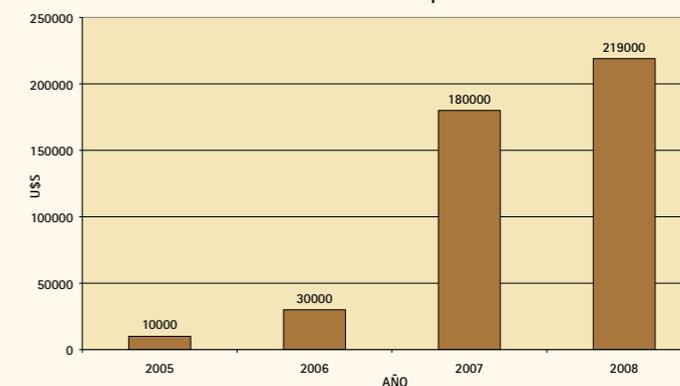
rrrollo de Uruguay tiene que basarse en buscar temas específicos (nichos), que el mercado interno es muy pequeño y hay que atenderlo pero siempre hay que apuntar a internacionalizarse y además, que el CES tiene que tender a autosustentarse".

El proceso de conformación del CES también tuvo sus dificultades, relató Cancela. "El armado de la estructura empresarial no es sencillo. Además es una estructura empresarial sin empresario. Creo que esto fue lo más dificultoso en este proceso, porque hay modalidades distintas para encarar los problemas y los desafíos. Pero como ya dije, para mí el CES es una experiencia exitosa", concluyó Cancela.

Por su parte el presidente de CUTI, Álvaro Lamé, señaló que el CES "es un instrumento muy útil para la industria".

Donde más se reconoce la necesidad del *testing* es en las empresas grandes que ya están exportando. Estas obtuvieron muchos beneficios en tiempos, en costos y en posicionamiento con sus clientes. Desde la CUTI vemos al CES como una punta de lanza a la hora del proceso de internacionalización del software: ir con la bandera de la calidad en la mano. Demostrar que somos buenos en el software pero la calidad también es nuestra, dijo Lamé.

Facturación del CES por año



"Además el CES también fue una herramienta que mejoró el relacionamiento del sector privado uruguayo con las empresas públicas", porque gracias al *testing* "las empresas más chicas se igualan con las otras porque la empresa pública está segura de que ese software que compra hace lo que le dicen que hace".

"En tan solo tres años el CES aprovechó muy bien el tiempo en la generación de conocimiento. Ahora queremos monetizar todo eso", concluyó Lamé.

El CES cuenta con 25 integrantes. La mayoría realiza tareas de investigación y solo un grupo está abocado a las tareas comerciales que implican facturación. ■

* Raúl Ruggia es integrante del InCo.
* Jorge Abín es director de la FJR.

NUEVA EMPRESA ORIENTADA AL
TESTING AUTOMÁTICO DE SOFTWARE

Abstracta

Testear un software es una tarea importante que implica algunas actividades muy monótonas. Por eso, Abstracta creó el GXtest, un producto de *testing* automático que –según sus promotores– permite a sus usuarios dedicarse a “las actividades más creativas y desafiantes del *testing*”.

El producto fue reconocido como innovador en el XVIII GeneXus Internacional Meeting (2008).

“Hasta el momento, el software de *testing* quedaba ‘pegado’ a las aplicaciones. Nosotros creamos un producto que apunta al modelo GeneXus, lo que permite una rápida adaptación cuando se genera la aplicación en distintos lenguajes e incluso si el cliente decide cambiar los requerimientos”, explicó Matías Reina, uno de los tres directores de la empresa.

En 2007, Matías Reina, Federico Toledo y Simon de Uvarow detectaron dicha oportunidad de mercado y comenzaron a trabajar para llevarla a la práctica.

En 2008 se comenzó a plasmar la idea en un producto. A principios de ese año Simon se fue del equipo y se sumó Fabián Baptista, amigo de la facultad y con fuerte conocimiento en el área de desarrollo de sistemas y consultoría. En agosto de 2008 formalizaron Abstracta, una pequeña empresa especializada en productos de *testing* que cuenta con el apoyo de la Fundación Julio Ricaldoni, de la Facultad de Ciencias Económicas, del Fondo Emprender, ANII y Artech, la empresa constructora de GenXus. “Siempre nos dieron mucho aliento y nos han promocionado

en distintas charlas. Les estamos muy agradecidos a todos ellos”, resaltan los integrantes de Abstracta.

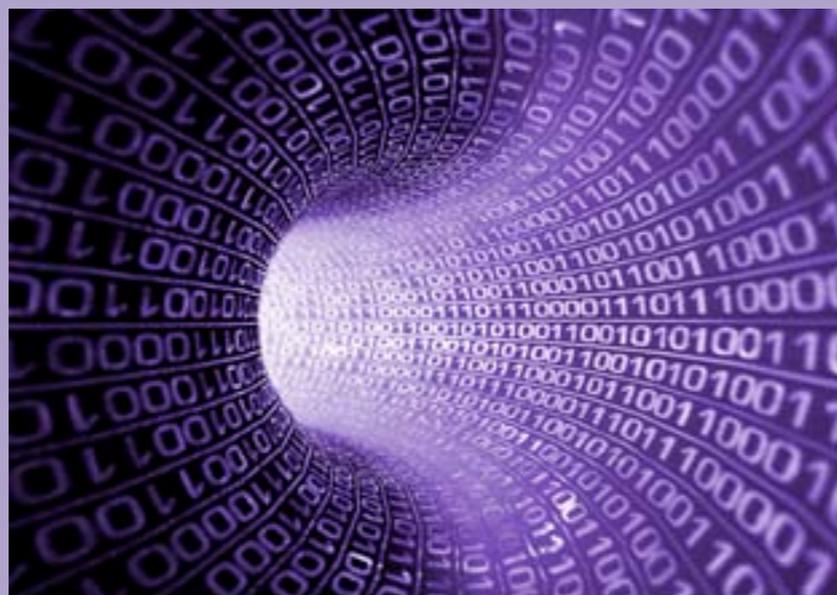
En este momento, GXtest está siendo utilizado por GeneXus Consulting, Concepto y De Larrobla y Asociados. Abstracta también mantiene un acuerdo de

comercialización con Artech, por medio del cual los constructores de GeneXus ofrecen el GXtest.

Además de dirigir su empresa junto a Fabián Baptista, Reina y Toledo están relacionados con el CES. “Abstracta mantiene una relación de cercanía muy importante con el centro, somos como su spin off”, agrega Reina.

“Al igual que el CES, nosotros queremos fortalecer a las empresas uruguayas que desarrollan software, hacerlas más competitivas y eficientes. También queremos que desde el exterior se vea a Uruguay como un país que trabaja en la calidad y con empresas dedicadas específicamente al *testing*”, concluyó Reina.

Para 2010, Abstracta proyecta crear nuevos productos dentro de la plataforma de GeneXus. ■



- **Eventos Empresariales**
 - Presentaciones
 - Lanzamientos
 - Seminarios
 - Congresos
 - Rondas de negocios
- **Eventos Sociales en general**
 - Descuentos especiales para los socios de la Cámara de Industrias del Uruguay

Lugar de eventos

CLUB DE LOS INDUSTRIALES



POR INFORMES TEL.: 604 0464 INT. 159
www.ciu.com.uy/clubdelosindustriales
club@ciu.com.uy





Encontrando caminos para la vinculación tecnológica

Fundación Julio Ricaldoni

Avda. Julio Herrera y Reissig 565 - Edificio Anexo
Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
Tel. (598 2) 712 4691
www.ricaldoni.org.uy

