



fcfm

Ingeniería
y Ciencias

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Revista

n°49 | PRIMAVERA 2010

FCFM / UNIVERSIDAD DE CHILE

Balance Bicentenario y los Desafíos de la Ingeniería

Extracción subterránea
al descubierto:

**Lograr una
minería
sustentable**

Primera microrred
inteligente con ERNC:

**Iluminar Chile
con energías
limpias**

Liceo Abate
Molina de Talca:

**Apoyo a la
reconstrucción al
estilo Beauchef**

Personajes: **André Sougarret,**
Ingeniero de Minas de la U. de Chile

n°49 | PRIMAVERA

Estimados lectores y lectoras,

En ésta, mi primera editorial como Director de la Revista de Ingeniería y Ciencias, quisiera reconocer la labor de mi antecesor, el Profesor Patricio Aceituno. Bajo su dirección y con el importante apoyo del Área de Comunicaciones de la FCFM, la revista se convirtió en un medio para mostrar la riqueza de todo el quehacer de los académicos, investigadores y estudiantes de la Facultad. Se puso un especial esfuerzo en la calidad de los artículos, haciéndolos más interesantes para lectores externos, profundizando en los temas, buscando los mejores entrevistados que pudieran aportar a los contenidos. Se agregó la sección de Actualidad que da cuenta de una Facultad que tiene conexión con lo que está sucediendo en el país, abordando temas de interés nacional donde nuestros académicos tienen una opinión técnica, entre los cuales podemos mencionar las energías renovables, las telecomunicaciones, el Transantiago, los terremotos, la televisión digital, el desarrollo de vacunas, la biotecnología, la clonación de tarjetas y la seguridad bancaria, la minería subterránea y la calidad de la educación.

Quiénes tienen la suerte de conocer a Patricio, saben de su predilección por la historia y el aporte de sus protagonistas. Gracias a su entusiasmo, se creó la sección de Históricos Innovadores, rescatando interesantes episodios del pasado de Beauchef. También creó la sección que hoy llamamos Nexos, y que da cuenta de la vinculación de la FCFM con el medio externo.

Hoy la Revista de Ingeniería y Ciencias es un medio único y excepcional en el país, reconocido por la comunidad interna y por actores externos cercanos al quehacer científico, así como por periodistas especializados quienes permanentemente recurren a ella para poner en sus medios los temas que aquí se publican.

En este número, hemos querido aprovechar el Bicentenario de nuestro país para dar una mirada al pasado y proyectar los principales desafíos futuros para la Ingeniería chilena, preguntándole su opinión a un selecto grupo de nuestros egresados. Asimismo, frente a los acontecimientos recientes que ha vivido el país, especialmente la sofisticada operación de rescate de los 33 mineros, hemos querido preguntarle sobre su experiencia al ingeniero jefe de la operación, otro egresado de la Facultad. Esta Ingeniería de emergencia también estuvo presente en la epopeya del Riñihue, la cual recordamos aquí como uno de los hitos más importantes del siglo pasado donde participaron Ingenieros de Beauchef. Hoy como ayer, la Ingeniería es protagonista, no sólo para responder ante las urgencias o para reconstruir lo que destruyó el terremoto del 27 de febrero, sino que para soñar un mejor país para todos en base a la ciencia y la tecnología.

Felipe Álvarez D.
Vicedecano

fcfm
Ingeniería
y Ciencias

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Representante Legal
Francisco Brieva R.

Director
Felipe Álvarez D.

Editora Periodística
Valeria Villagrán A.

Periodistas:
Ana María Sáez C.
Sofía Vargas P.
Michèle Rouliez R.

Colaboradores:
Paula Alfaro V., Daniela Cid M., Natalie Huerta B., Paula Noé S., Daniela Schlesinger G., Francisca Zúñiga F.

Fotografía:
Patricio Baeza, Miguel Candia, Fernando Carrasco

Dirección
Beauchef 850, Torre Central, 3º piso
Área de Comunicaciones
Santiago, Chile
Teléfono: 9784417
E-mail: comunicaciones@ing.uchile.cl
Sitio Web: ingenieria.uchile.cl

Diseño:
www.publisisga.cl

Revista FCFM es una publicación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. La reproducción, total o parcial, de sus artículos debe citar el nombre de la Revista y su Institución.

Revista FCFM nº49 - ISSN 0716-3088

Versión online disponible en:
http://ingenieria.uchile.cl/revista_fcfm

Noticias y Eventos

- Académicos se integran como Miembros Correspondientes a la Academia Chilena de Ciencias
- Académico del DIE elegido vicepresidente de la IEEE
- Geólogos expusieron soluciones ante Comisión Investigadora de Desastre Natural de la Cámara de Diputados
- Investigadores de Astronomía publican en Nature
- CMM organizó importante Conferencia Internacional en Optimización Continua
- Convenio entre la FCFM y SONAMI
- Exitosa participación de Prof. Manuel del Pino en Congreso que reúne a los matemáticos más importantes del mundo
- Bienvenida a los nuevos becados de la Fundación Moisés Mellado
- Revista Science publica estudio de Geología de la FCFM..... 2-5

Facultad

- FCFM eligió a sus nuevas autoridades..... 28-31
- Discurso del Profesor Francisco Brieve Rodríguez al asumir su nuevo período como Decano de la FCFM..... 32-34
- Liceo Abate Molina de Talca: Apoyo a la reconstrucción al estilo Beauchef..... 36-39

Docencia a la vanguardia

- Área de Desarrollo Docente: Hacia el aprendizaje significativo..... 40-41

Alumnos

- Grupo Organizado FCFM: SnowBeauchef, la pasión por la montaña..... 42-43
- Breves..... 44-45

Nexos

- Comunidad InGenio: Acercando la ciencia a colegios de Chile..... 46-47



Actualidad

- Balance Bicentenario y los Desafíos de la Ingeniería..... 6-12
- Extracción subterránea al descubierto: Lograr una minería sustentable..... 13-15
- Transantiago: ¿Un Recorrido sin Rumbo?..... 16-17

Investigación y desarrollo

- FCFM inaugura la primera microrred inteligente con ERNC: Iluminar Chile con energías limpias..... 18-21
- Dinámica de medios heterogéneos y desordenados: Buscando señales certeras..... 22-24
- Domo de telescopio robótico: Hecho en Chile..... 25-27

Postgrado y educación continua

- Primer Doctorado en Ingeniería de Minas que se impartirá en Chile..... 48-49

Personajes

- André Sougarret, Ingeniero de Minas de la U. de Chile: "El rescate en la mina San José ha sido el mayor reto de mi vida" 50-51

Históricos Innovadores

- Operación Riñihue: Los héroes de ayer y hoy..... 52-55

Recomendaciones Online

- Roberto Román • Patricio Aceituno • Michal Kowalczyk..... 56

Académicos se integran como Miembros Correspondientes a la Academia Chilena de Ciencias



Nacional de Ciencias Exactas 2009, Ricardo Baeza Rodríguez, quien afirmó que "para la Academia es un honor recibir a un distinguido académico como Manuel del Pino. Un matemático de excelente

nivel, prolífico, con gran capacidad de colaboración. Es un orgullo tenerlo entre nosotros".

Baeza, repasó su abundante producción científica, la que hasta la fecha alcanza a alrededor de 110 artículos, los que ya cuentan con más de 1800 citas en revistas ISI, cifras muy altas en el mundo de las matemáticas. En julio de este año el ISI Essential Science Indicators lo ubicó en el número 63 dentro de los matemáticos más citados en el mundo por publicaciones aparecidas en los últimos diez años.

El Director del Departamento de Astronomía, Mario Hamuy, y el Profesor del Departamento de Ingeniería Matemática Manuel del Pino, se integraron como Miembros Correspondientes de esta prestigiosa institución que reúne a los científicos más destacados del país.

La bienvenida a la Academia del Profesor Hamuy, realizada en agosto, estuvo a cargo del astrónomo y Premio Nacional de Ciencias Exactas 1999, Dr. José Maza, quien afirmó

que el nuevo integrante "destaca por su rigor científico, su inmensa capacidad de trabajo y su buen criterio para saber elegir los temas de investigación más relevantes. Hamuy en la actualidad cuenta con 104 publicaciones ISI en revistas de especialidad y sus trabajos registran 7 mil 969 citas, lo que lo convierte en el astrónomo nacional más citado", señaló Maza.

A fines de septiembre, la Academia dio la bienvenida al Prof. del Pino, cuya presentación estuvo a cargo del Premio

Académico del DIE fue elegido Vicepresidente de la IEEE CIS Mundial

El 18 de julio, en el marco de la reunión mundial de los comités administrativo y ejecutivo de la Sociedad de Inteligencia Computacional-CIS (Computational Intelligence Society) del IEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), el Profesor Pablo Estévez, del Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), se transformó en el primer latinoamericano en ser electo como vicepresidente por el período 2011-2012, del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

Tres fueron los miembros que compitieron por la vicepresidencia; uno de origen húngaro, otro de origen francés y el académico chileno DIE, quien resultó electo con mayoría absoluta.

El IEEE (por su sigla en inglés) es la asociación de profesionales dedicados a la innovación y la excelencia en tecnología avanzada más grande del mundo, dedicada al beneficio de la humanidad. Esta institución y sus miembros inspiran a la comunidad global a través de las publicaciones, conferencias, estándares tecnológicos, profesionales y actividades educativas.



Geólogos de la FCFM expusieron soluciones ante Comisión Investigadora de Desastre Natural de la Cámara de Diputados

A raíz de lo ocurrido el pasado 27 de febrero, académicos de la FCFM se reunieron en julio con la Comisión Investigadora de Desastre Natural de la Cámara de Diputados para hacerles llegar una serie de propuestas que mejorarían la capacidad de prevención y reacción de las instituciones frente a catástrofes de la naturaleza.

Mayor vinculación entre el mundo científico y las entidades técnicas, anticipación de los riesgos y escenarios posibles, optimización de recursos y la creación de una Agencia Nacional de Prevención de Desastres que

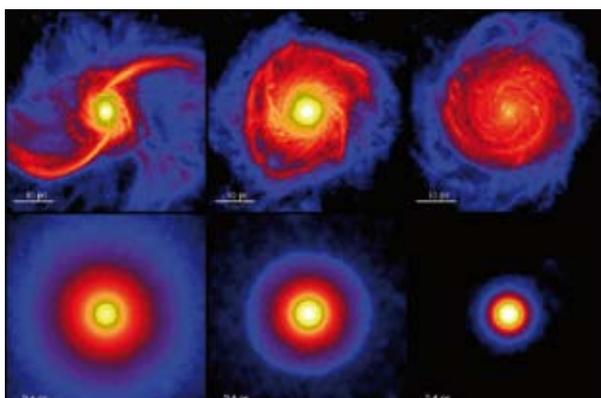
incluya una Unidad de Peligro Geológico, fueron las principales propuestas de los académicos del Programa de Geología Aplicada y Riesgos Naturales del Departamento de Geología de la FCFM, Sergio Sepúlveda, Sofía Rebolledo y Ricardo Thiele.

"La idea es que esta unidad tenga una serie de funciones, desde gestionar la cartografía de riesgos a nivel nacional, apoyar en las materias de alertas y de protocolos de emergencias, hasta tener contacto permanente con la comunidad científica



para incorporar los nuevos conocimientos", indicó Sepúlveda. A estas tareas, agregó el geólogo, también es necesario poner mayor énfasis en la educación de la ciudadanía en estos temas y también en la formación de recursos humanos vinculados a estas materias.

Investigadores publican teoría sobre origen de agujeros negros supermasivos y sobre eficacia de las supernovas para medir distancias



Los Doctores Mario Hamuy y Gastón Folatelli, del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile y del Núcleo Milenio de Estudios de Supernovas (MCSS), participaron en

el estudio que publicó la revista Nature en julio pasado en donde se demuestra que las explosiones de las supernovas no son perfectamente simétricas y que las diferencias en las velocidades observadas se deben a nuestra dirección de observación, lo que varía aleatoriamente (al azar) de supernova a supernova. Ésta es una muy buena noticia para

el avance de la ciencia, ya que el efecto del ángulo de visión se anula cuando se cuenta con un conjunto grande de supernovas. De esta manera, desaparece la preocupación de usar las supernovas del tipo Ia para medir distancias.

Por otro lado, en la edición de agosto de la misma revista se publicó la teoría del astrofísico y académico de la Universidad de Chile, doctor Andrés Escala, quien postula que el origen de los Agujeros Negros Supermasivos podría estar en la fusión de dos galaxias primitivas. El Dr. Escala explica en su trabajo que si dos protogalaxias (también conocidas como galaxias primitivas) se fusionan, pueden crear una nube de gas lo suficientemente masiva y densa como para colapsar y dar origen a un agujero negro supermasivo.

Para probar esta teoría, el investigador junto a sus colaboradores crearon simulaciones de la unión de dos galaxias que contenían un enorme halo de materia oscura y un disco de estrellas y gas.

CMM organizó importante Conferencia Internacional en Optimización Continua por primera vez en el hemisferio sur



A fines de julio se realizó la tercera versión de la International Conference on Continuous Optimization (ICCOPT), evento que congregó a más de 200 investigadores y profesionales interesados en la Optimización Continua. Las anteriores versiones fueron realizadas en Nueva York (USA) y Hamilton (Canadá).

Las charlas, debates y sesiones de posters especializados se realizaron en la Facultad de Economía y Negocios (FEN) de la Universidad de Chile, comenzando el 24 de julio con el curso de la Escuela de Invierno de la FCFM "Optimization in natural resources management", dirigido a estudiantes de doctorado y jóvenes investigadores, el

que fue impartido por los profesores de la FCFM, asociados al Centro de Modelamiento Matemático, Felipe Alvarez, Jorge Amaya y Héctor Ramírez; de la UTFSM, Pedro Gajardo y Adriana Piazza, y Michel De Lara de la Université de Paris-Est. El segundo curso, "Optimization under uncertainty" se realizó el domingo 25 con 4 de los más reconocidos especialistas del área a nivel mundial.

Adicionalmente, 12 destacados investigadores internacionales dictaron conferencias plenarias en las cuales presentaron el estado del arte en variados temas del campo de la Optimización, tanto en los aspectos teóricos como en sus aplicaciones industriales.

Convenio entre la FCFM y la Fundación Tecnológica para la Minería de la SONAMI

El acuerdo liderado por el Centro Avanzado de Tecnología para la Minería de la FCFM y la SONAMI busca aunar esfuerzos y recursos para promover la innovación, investigación y desarrollo tecnológico en la industria minera nacional, de manera de hacerla más competitiva y sustentable en el largo plazo.

Uno de los primeros proyectos en conjunto será el de Robótica y Telecomando en minería, propuesta que busca difundir en las empresas proveedoras de minería y en las empresas tecnológicas, el know how del tema robótica y telecomando para aplicación en minería, "además de lograr catalizar el desarrollo de proyectos en la minería", explicó Javier Ruiz del Solar, director del Centro Avanzado de Tecnología para la Minería.



Alberto Salas, presidente de la Fundación Tecnológica para la Minería de SONAMI, y Francisco Brieva, Decano de la FCFM.

"Este convenio es una gran oportunidad de vincularse con la minería como un sector. Normalmente la Facultad tiene relación directa con las empresas pertenecientes a la Gran Minería. En cambio, con la

Sonami se nos abre la posibilidad de llegar a todas las empresas, generando mayores oportunidades de desarrollo conjunto", explicó Aldo Casali, Director del Departamento de Minería de la FCFM.

Exitosa participación de Prof. Manuel del Pino en Congreso que reúne a los matemáticos más importantes del mundo

El 22 de agosto, y ante una nutrida concurrencia, el matemático del Departamento de Ingeniería

Matemática (DIM) de la FCFM, Manuel del Pino, se convirtió en el primer científico afiliado en el país en dictar una charla invitada en el International Congress of Mathematicians (ICM), evento cuatrienal donde se entregan las medallas Fields, equivalentes al Nobel de las matemáticas.

La ponencia de 45 minutos que realizó el Prof. del Pino, experto en Ecuaciones Diferenciales Parciales, titulada "New entire

solutions to some classical semilinear elliptic problems", tuvo énfasis en el trabajo realizado en los últimos años junto a los matemáticos Michal Kowalczyk (FCFM-U. De Chile) y Juncheng Wei (Chinese University of Hong Kong). Este trabajo incluyó –según sus palabras– el hallazgo más importante de su carrera, como es la construcción de un contraejemplo a una célebre conjetura del matemático italiano Ennio De Giorgi (1928-1996).

Se dio bienvenida a los nuevos becados de la Fundación Moisés Mellado

En agosto se realizó la tradicional Bienvenida 2010 para los nuevos 100 becados de la Fundación Moisés Mellado. En dicha oportunidad el Decano de la FCFM, Francisco Brieva, invitó a los asistentes a devolver el apoyo recibido una vez titulados.

"Del 100 % de los becados sólo el 5% es finalmente socio activo de esta fundación", recaló la Gerenta de la FMM, Carolina Díaz,

quien además explicó que para el próximo año se espera llegar a las 400 becas y para el 2012 a las 500. "Todo depende del apoyo que logremos obtener de las empresas y del ingreso ideal de 6 nuevas entidades. En eso estamos trabajando", enfatizó Díaz, quien además destacó la puesta en marcha de la iniciativa 1+1 propuesta por la Facultad que consiste en que, durante los próximos tres años, por cada nueva beca que incorpore la Fundación, la Facultad otorgará otra más.

Revista Science publica estudio de Geología de la FCFM

El 29 de julio la reconocida revista Science –en su versión online– publicó el artículo "Land-Level Changes Produced by the Mw 8.8 2010 Chilean Earthquake", de los investigadores del Departamento de Geología de la FCFM, Marcelo Farías y Gabriel Vargas, el cual evidenció los cambios de elevación producidos por el terremoto en las zonas costeras de la VI a la VIII Región.

Durante tres meses, los geólogos realizaron mediciones en 33 sitios de las zonas afectadas por el terremoto, tanto en la costa como en estuarios. Con estos datos determinaron que el máximo alzamiento registrado fue de 2.5 m. y el máximo hundimiento fue de 1 m.

El investigador indicó que a partir de los datos que se obtuvieron realizaron modelos para entender la ruptura y concluyeron que el terremoto habría tenido un desplazamiento promedio cercano a los 10 m entre las placas de Nazca y Sudamericana.



Balance Bicentenario y los Desafíos de la Ingeniería



Javier Etcheberry

Ingeniero Civil Industrial de la Universidad de Chile. Doctor en Ingeniería Industrial de la University of Michigan.

Actualmente es presidente de Etcheberry Consultores. En su destacada trayectoria profesional ha dirigido importantes organismos como el Servicio de Impuestos Internos, BancoEstado y el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones.

La revolución de las comunicaciones y el rol social de la ingeniería

Durante los últimos 100 años el desarrollo de las comunicaciones ha sido impactante. Partiendo por el teléfono, el telegrama y la televisión. Recuerdo el año '62 –año del Mundial de Fútbol– en el que podíamos ver en casa el partido que se estaba jugando, y recuerdo al ex Decano de la Facultad, Carlos Anguita, quien en el curso de Introducción a la Ingeniería explicaba a sus alumnos lo importante que era la astronomía y los satélites, tanto, que nos permitían ver los partidos que se efectuaban en Europa.

Después surgió el desarrollo informático que terminó siendo el de las comunicaciones, cuyo punto culminante ciertamente es Internet. Hitos importantes son la telefonía celular y satelital. Por ejemplo con sólo un celular a través de Internet podemos acceder a bases de datos que están alojadas en servidores de cualquier parte del mundo, "la nube" como la llaman. Creo que difícilmente Julio Verne podría haber predicho lo que iba a suceder. Estos grandes cambios han sido posibles gracias a la ingeniería que ha permitido bajar costos y mejorar la calidad.

En Chile estas tecnologías se han introducido muy rápidamente, lo que ha sido muy importante para un país tan alejado del resto del mundo. Esto no sólo ha sido importante para la vida de los chilenos, sino también para la productividad de nuestras industrias –basadas en las exportaciones– permitiéndonos estar en contacto con los distintos mercados, especialmente con Asia, China, Estados Unidos y Europa.

A futuro creo que un desafío para la ingeniería chilena será asumir un rol más activo en la política, en el desarrollo de las políticas públicas, en hacer un mejor país. La sociedad chilena está buscando liderazgos capaces de resolver sus problemas, lo que debiera estar a cargo de quienes tengan tanto sensibilidad política como conocimientos técnicos, allí la ingeniería es clave. Este país necesita resolver problemas complejos, de índole social y técnico, por lo que requerimos que los ingenieros estén preparados para liderar estos procesos. Por nombrar algunos: matriz energética, medio ambiente, Transantiago. En salud y educación hay también grandes problemas de gestión, y precisamente allí los ingenieros podrían hacer un gran aporte.

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile no sólo debe formar a los mejores ingenieros del país, sino también a los mejores transformadores sociales, que sean partícipes del debate y la construcción pública. Éste debiera ser un aporte de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, especialmente por la diversidad de sus alumnos, obteniendo un sello para este siglo que recién estamos empezando a construir.

Aprovechando la reflexión que ha hecho el país en torno al Bicentenario, le preguntamos a un grupo de destacados ingenieros de la FCFM acerca de aquellos hitos que marcaron la profesión durante el siglo XX y los que serán parte del desafío Tricentenario. El desarrollo eléctrico, hidráulico, de transporte, las grandes obras de infraestructura y por supuesto la era digital con la consiguiente revolución en las comunicaciones están dentro del ranking. Para el futuro: hacerle frente a la globalización desde una mirada interdisciplinaria en un mundo complejo e interconectado.

Ramón Fuentes

*Ingeniero Hidráulico de la Universidad de Chile y Doctor con mención en Física de la Universidad de Grenoble en Francia
Primer latinoamericano miembro honorario de la Asociación Internacional de Ingeniería en Hidro Medioambiente (IAHR)*

Algunos de los grandes aportes en el desarrollo de las ciencias

Entre los grandes hitos de la ingeniería chilena de especial impacto nacional e internacional, me atrevería a nombrar al Profesor Ramón Salas Edwards, ingeniero de la Universidad de Chile, quien estableció (Washington, USA, 1916) la definición del estado crítico para el escurrimiento de un líquido a superficie libre. Este descubrimiento es de una amplitud universal: basta indicar que se corresponde con el cuello sónico de la Aerodinámica. El segundo, Arturo Arias Suárez, ingeniero civil y Profesor de Nuestra Facultad, creó la Intensidad sísmica que lleva su nombre. Ella es un aporte fundamental en la Ingeniería Antisísmica, tan importante en Chile como en todo el mundo (MIT, USA, 1969). Y tercero, Don Francisco Javier Domínguez Solar (1890-1988), Profesor de esta Facultad y creador del Laboratorio de Hidráulica, quien desarrolló investigaciones fundamentales sobre los escurrimientos a superficie libre. Tanto es así que el libro de Hidráulica que escribió, aunque jamás se tradujo, fue reconocido como una obra excepcional por gentes tan ilustres y distantes como Antoine Craya en Francia y Hunter Rouse en USA, para mencionar sólo dos nombres.

Sobre el futuro, en rigor, es imposible escribir; el humorista norteamericano Mark Twain decía que la profecía era fácil: bastaba decir cualquier cosa. Pero existe un hecho demostrable que muchos no advierten explícitamente: lo que Occidente ha logrado crear, más allá de las civilizaciones extremadamente sofisticadas y antiguas de la India y de la China, es la Mecánica y el Análisis Infinitesimal, disciplinas que han permitido el avance tecnológico. Por lo tanto, es mi apuesta el confiar en que la Física y la Matemática así como las Ciencias de la Ingeniería que de ellas se derivan reciban todo el apoyo necesario para que puedan desarrollarse sostenidamente.





Sally Bendersky

Ingeniera Civil Química de la Universidad de Chile, Analista de Sistemas Calificada de CIISA Chile y Coach Ontológico de The Newfield Group, USA.

Ha sido Directora Ejecutiva del Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico INTEC-Chile, embajadora de Chile en Israel y Jefa de la División de Educación Superior de Mineduc. Actualmente trabaja como consultora independiente en Innovación y Educación Superior.

Electricidad, conectividad e integración

Me parece que el hito principal de la ingeniería en el siglo XX en el mundo ha sido el desarrollo de la electrificación. En esta materia, Chile introdujo el consumo de productos desarrollados en el extranjero. Más tarde se importó maquinaria industrial, se introdujo el tranvía como sistema de transporte público y el alumbrado eléctrico. La ingeniería chilena gestionó el proceso industrial, pero no se innovó gran cosa en el diseño de los productos mismos. Es por ello que pienso que el hito más relevante del siglo en la ingeniería chilena está en la creación de infraestructura para la generación, principalmente a través del desarrollo hidroeléctrico, la transmisión y la distribución de la electricidad. Es esto lo que permitió masificar su uso.

Tal como electricidad es la palabra del siglo XX, conectividad – integración es, para mí, la expresión del camino de desarrollo de la ingeniería en nuestro siglo. Es necesario avanzar hacia una configuración que permita movilizar personas, información, bienes y servicios con una velocidad, eficacia y eficiencia que permita realmente superar la barrera del tiempo y espacio. La ingeniería de la infraestructura, clave en el siglo pasado, junto con sofisticarse y perfeccionarse, dará paso a la ingeniería de la integración de soluciones para las necesidades humanas como las medioambientales, las energéticas, la neurociencia y la medicina. Me parece que en Chile se debería enfatizar el desarrollo intensivo de las telecomunicaciones masivas y de contenidos; el acceso físico oportuno de las personas desde y hacia cualquier lugar del territorio; la conectividad con el extranjero fortaleciendo la capacidad portuaria; el desarrollo vial y de transporte público.

Alfredo Piquer

Ingeniero Civil Matemático de la Universidad de Chile y PHD en Computer Science, Universidad de Waterloo, Canadá. Es presidente y socio fundador de Optimisa.

El desarrollo de ingeniería antisísmica

Con respecto a la ingeniería nacional, me parece que el gran hito de los últimos 100 años es el desarrollo de la ingeniería antisísmica. Es un problema de especial interés para Chile, y el comportamiento de nuestras construcciones en el último terremoto demuestra el alto nivel alcanzado.

En cuanto a la ingeniería internacional, me parece que la computación merece destacarse por su impacto en Chile, por el liderazgo que el país ha tomado en su uso en algunas áreas como gobierno electrónico y aplicaciones de pago, y por el potencial que ha abierto al desarrollo en Chile de negocios de servicios hacia el mundo.

Mirando hacia el futuro, creo que el énfasis debiera estar en todas las áreas en que Chile es exportador.





Ricardo Baeza-Yates

Ingeniero Civil Electricista de la Universidad de Chile. Ph. D. en Ciencias de la Computación, University of Waterloo.

Vicepresidente de Investigación para Europa y Latinoamérica, Yahoo! Research. Fue director del Centro de Investigación de la Web de la Universidad de Chile; y fundador del Grupo de Investigación de la Web de la Universitat Pompeu Fabra en España.

Chile: hacia la sociedad del conocimiento

Creo que en el ámbito de la computación, que es donde me desempeño, lo más importante que ha pasado en los últimos 100 años es la historia misma de esta disciplina, la que se puede reflejar en tres hitos: la invención del computador, de Internet y de la Web.

Sin duda el computador ha tenido un impacto en todos los ámbitos del desarrollo de Chile, el que, en conjunto con Internet y la Web, ha tenido efectos tanto en lo económico como en lo social, los que aún no terminan. Lamentablemente, Chile sólo ha logrado tener una participación ínfima en este tipo de tecnologías.

Por lo mismo, el gran desafío de Chile durante las próximas décadas es poder competir en el ámbito de las ideas. Se debiera desarrollar la llamada sociedad del conocimiento. Esto significa incentivar el ecosistema para crear empresas de software vía Web. Este ecosistema necesita desde una mayor cantidad de incubadoras de empresas y más capital de riesgo, hasta mejorar la formación y el número de profesionales en estas áreas. Para esto, es importante arriesgar, las ideas seguras ya no existen, algo que en Chile siempre ha sido difícil de hacer. Si una idea de cada mil resulta, el retorno vale la pena. Ésa es la experiencia de otros países de tamaño similar o menor, como Israel.

Roberto Camhi

Ingeniero Civil en Computación de la Universidad de Chile.

Socio Fundador y Gerente General de Mapcity.com. Se ha desempeñado en la dirección de empresas de tecnología, desarrollo y gestión de proyectos. Fue co-fundador de IBBS-MiHijo.net, empresa pionera en el uso y desarrollo de tecnologías de televigilancia a través de Internet.

La carretera Austral y las energías renovables

Al realizar una revisión de la ingeniería en el escenario nacional, creo que se podrían mencionar muchas obras relevantes y en muy distintos ámbitos, pero por lo que significa en términos de desarrollo país y conectividad nacional, creo que la carretera Austral, ocupa un sitio importante. Ésta permitió conectar, por medios terrestres, a gran parte del territorio que hasta entonces estaba prácticamente aislado, desde Puerto Montt hasta Villa O'Higgins, a través de la geografía más difícil del mundo. Una obra que tuvo una duración cercana a los 20 años con una importante inversión, lo que la convierte en un hito histórico del siglo pasado.

Mirando al futuro, creo que los esfuerzos de la ingeniería deben estar puestos en compatibilizar las crecientes necesidades energéticas, con una conciencia ecológica basada en el uso de energías renovables y limpias. La ingeniería mundial –y por supuesto, la chilena- tiene el gran desafío de hacer viables, en términos de costos y productividad, nuevas formas de generación energética, las que podrían adaptarse para su uso doméstico, generando el gran anhelo que tenemos todos, de preservar nuestro planeta y sus ecosistemas.





Mateo Budinich

Ingeniero Civil Eléctrico de la Universidad de Chile. Se ha desempeñado en diversos cargos en la industria de tecnologías de información y comunicaciones. Entre éstas, la Gerencia General de IBM de Chile y la dirección de Telefónica S.A. Actualmente es Managing Director de Insape.

Producir más y mejores ingenieros civiles

La ingeniería en su larga historia ha construido Chile, desde sus ciudades, el manejo del agua, la energía, sus caminos y puentes, sus comunicaciones y el desarrollo de sus recursos naturales. Somos un país con posibilidad de desarrollo porque hubo y hay buenos ingenieros.

Nuestra tierra nos ha bendecido exclusividades: cobre en abundancia, clima mediterráneo, bosques más eficientes, cielos lípidos, recursos marinos y una gente excepcional. Y también con una actividad sísmica descomunal, más del 40% de la energía sísmica desatada en el siglo pasado fue en Chile. Estas bendiciones definen dos logros: la madurez y solidez de nuestra construcción, puesta a prueba

exitosamente en el último sismo, pero heredera de una mejoría permanente y el desarrollo de nuestra industria minera, capaz hoy de producir el 30% del cobre mundial.

Nuestro único desafío es que Chile alcance el desarrollo económico y disminuya la desigualdad del ingreso significativamente. Hoy existen en el país, alrededor de 80 mil ingenieros, una cifra modesta y muy por debajo de los 150 mil que debiéramos tener para poder enfrentar un desarrollo económico sostenido. Por ellos, la primera tarea es producir más y mejores Ingenieros Civiles.

Nuestra estrategia de desarrollo económico, basada en los recursos naturales enfrentará en los próximos años un techo: por sí sola no es capaz de llegar a las cifras de PGB per cápita propia de un país desarrollado; nuestros recursos naturales no renovables se extinguirán; nuestra población se duplicará.

La segunda tarea, por lo tanto, será tener una estrategia de desarrollo exitosa, basada en el capital humano, en el valor agregado, en la propiedad intelectual y en el conocimiento que nos catapulte como país.

Leonardo Sepúlveda

Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad de Chile Country Coordinator Large Hydro South America de Andritz, empresa de sistema de generación hidráulica de energía eléctrica, Austria.

La masificación de los grandes inventos e ingenieros en administración del conocimiento.

Mi percepción es que en el siglo XIX y XX, los hitos de la ingeniería se encuentran en la masificación de los simples, pero brillantes descubrimientos e inventos de los científicos de la época como la electricidad, las comunicaciones análogas (radio, telégrafo, televisión, satélites, etc.) y el transporte en todas sus formas. Todos ellos requirieron una enorme infraestructura, maquinarias y desarrollos tecnológicos encargados a los ingenieros. En los últimos años la tendencia ha seguido a través de la masificación de la comunicación digital y las tecnologías de la información.

En el caso particular de Chile, como cualquier país emergente, la extensión de la infraestructura civil, las comunicaciones y el transporte aún tienen mucho camino que recorrer, por lo tanto, nos tendrán ocupados todavía por largo tiempo.

Pero los desafíos más grandes, los hitos a acometer, vendrían claramente por otro lado, por las restricciones ambientales y la viabilidad de la especie.

Pienso que el enfoque mono disciplinario de las carreras de ingeniería de ayer, e incluso de hoy, se va a complementar con otras ramas de la ingeniería que sean capaces de administrar varias disciplinas. "Ingenieros en administración de conocimiento" serían necesarios para abordar los problemas complejos y globales del mañana. Ingenierías con tendencia multidisciplinaria como la Ing. Materiales y de Energía serían más importantes de lo que son hoy. Además, la relevancia de la Química, Bioquímica y Genética sería mayor en cualquiera de las ingenierías que se dicten, como hoy lo son la Física y la Matemática. Para que ello funcione, los esfuerzos deberán ser globales y los ingenieros también.





Álvaro Fischer

Ingeniero Civil Matemático de la Universidad de Chile
Director Resiter y actual presidente de Fundación Chile.

Grandes obras de infraestructura

Posiblemente los hitos de la ingeniería nacional de los últimos 100 años estén relacionados con la construcción de la infraestructura del país. Propongo dos ejemplos que pertenecen a dos épocas distintas: el primero, la construcción de las centrales hidroeléctricas que acometió ENDESA en sus primeros 40 años de historia, y el segundo, el levantamiento de la red de antenas de celulares que cubrió todo el país y que instaló ENTEL en un tiempo récord a fines de los años '90. Por cierto, en los dos casos hay destacados alumnos de la FCFM involucrados y en ambos se debió combinar técnica ingenieril con gestión realizadora, una característica de los ingenieros de Beauchef.

Asimismo, la ingeniería deberá estar más orientada al diseño novedoso, que se ajuste a la demanda del público y de los clientes, más a la medida de problemas específicos que de soluciones genéricas y más cerca de las tecnologías de punta que a las ya conocidas. La velocidad de los cambios en los requerimientos de ingeniería así lo exigirá.

Ricardo Álvarez

Ingeniero Civil de Minas de la Universidad de Chile
Vicepresidente de Operaciones Centro Sur Codelco Chile.

CODELCO y la minería del futuro

A mi juicio un gran hito de la ingeniería se dio en la minería con la nacionalización del cobre en 1971. A partir de este proceso, los ingenieros chilenos fuimos capaces no sólo de administrar bien los grandes yacimientos de cobre existentes en el país, sino que también logramos mejorar la productividad y aumentar la producción transformando a CODELCO y al país en el primer productor mundial del metal rojo.

Este hito –además– ha tenido un efecto positivo para el país, ya que los ingenieros formados al alero de Codelco, permitieron el enorme desarrollo que presenta hoy la minería nacional. Gracias a este proceso –por ejemplo– Chile pudo “darse el lujo” de poner en marcha una faena diseñada, construida y explotada íntegramente por ingenieros chilenos como es el caso de Radomiro Tomic.

Estoy seguro de que ninguna otra actividad ha tenido un impacto más positivo para el bienestar de los chilenos y el desarrollo de la economía que la minería, sobre todo en la última década. Algo que no hubiera sido posible si no hubiésemos contado con los ingenieros chilenos capaces de enfrentar este enorme desafío.

Hacia el tricentenario, la minería es altamente demandante de tecnología, por lo tanto, los ingenieros tenemos enormes desafíos por delante.

El primer reto es hacer de esta actividad una industria sustentable y en este contexto es absolutamente prioritaria la seguridad de nuestros trabajadores. Los procesos de automatización y control a distancia harán que nuestro personal no necesite desplazarse a áreas industriales para cumplir sus labores. En el futuro veo a los trabajadores operando maquinaria ubicada a kilómetros de los puntos de extracción. Atrás quedarán los mineros trabajando bajo tierra y expuestos a riesgos. Esto hará que la seguridad de la minería quede a la par con otras actividades como el comercio, por ejemplo. Además, como estoy seguro de que seremos un país desarrollado, deberemos ofrecer las mejores condiciones laborales para que la gente quiera trabajar en minería.

En el futuro, también, seguiremos mejorando la relación de la minería con el medio ambiente. La incorporación de nuevas tecnologías harán posible reducir los impactos ambientales con procesos más limpios y que utilizan menos energía o energías renovables.



René Lagos

Ingeniero Civil en Estructuras de la Universidad de Chile.

Revisor y calculista de importantes construcciones nacionales como proyectos Costanera Center y edificio Telefónica.

La era digital, el diseño de estructuras sismoresistentes y la inversión en I + D

Si tuviera que elegir un hito de la ingeniería en los últimos 100 años sin duda sería el desarrollo de la Computación Digital, que obviamente no empezó en Chile pero aquí ha tenido un enorme desarrollo. Ha permitido a los científicos e ingenieros confeccionar y operar modelos matemáticos que simulan la realidad, haciendo posible predecir y controlar su funcionamiento. También ha permitido experimentar y validar teorías científicas que han impactado significativamente en la calidad de vida del hombre. Ha hecho posible el aumento exponencial de la velocidad en la creación de conocimiento y ha servido de sustento para el almacenamiento, difusión y administración de éste. La incorporación de estas tecnologías en nuestro país está teniendo un impacto explosivo en las posibilidades de desarrollo y creación de valor en las empresas que las adoptan, lo cual derivará finalmente en un aumento en la calidad de vida de las personas que allí trabajan.

El tricentenario se dará en un mundo globalizado en el que el conocimiento será la herramienta para insertarse en forma exitosa.

Nuestra experiencia en proyectos internacionales, ejecutados en países altamente desarrollados en el área de la construcción, nos indica que los ingenieros chilenos tienen una muy buena formación técnica y están en condiciones de responder a los grandes desafíos con el mejor



nivel técnico. No obstante, existen aspectos que deben ser mejorados en su formación, como por ejemplo el dominio del idioma inglés oral y escrito. Deben ser capaces de leer y preparar informes, hacer presentaciones, dominar la terminología técnica, administrativa, financiera y legal, etc.

A nivel de empresas consultoras de ingeniería, existe una gran diferencia entre las que se desenvuelven en el área industrial y minería de las que lo hacen en el área edificación y comercio. Entre las primeras se observa un importante número de empresas globalizadas con actividad internacional, en cambio entre las segundas, casi la totalidad de su actividad es esencialmente local y se observa una falta de conciencia de la necesidad de globalizarse.

Creo que sería de gran importancia que existieran incentivos tributarios para la exportación de servicios de ingeniería. La ingeniería chilena

tiene áreas de especialización exitosas, con grandes ventajas comparativas y reconocimiento internacional. Por ejemplo, en el diseño de estructuras sismoresistentes.

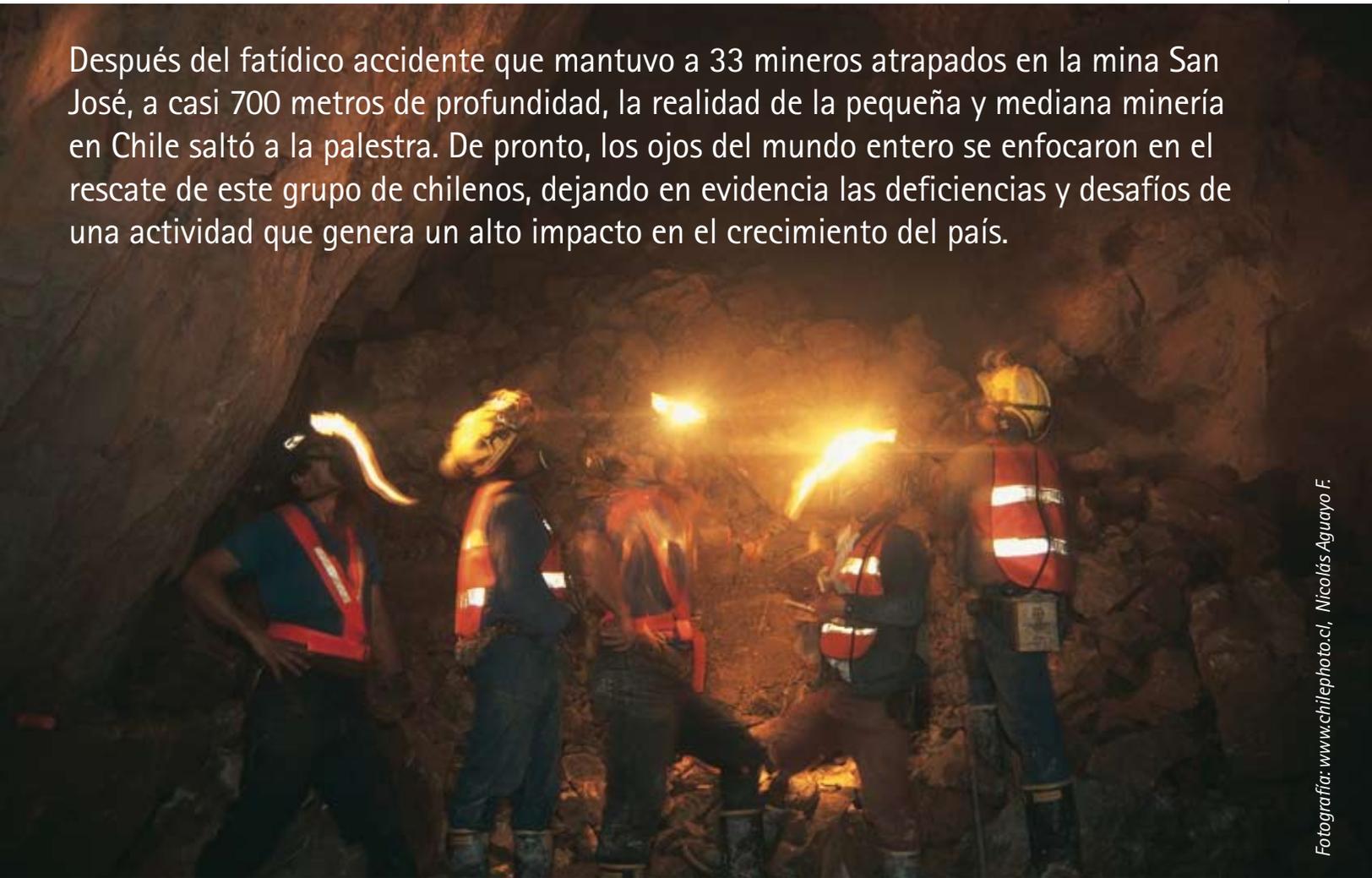
Otro aspecto importante que debe ser mejorado al interior de las empresas en general y de ingeniería en particular es la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D). Frecuentemente se observa gran frustración por los intentos fallidos de incorporar nuevas tecnologías, derivando en restricciones presupuestarias para la exploración de nuevas alternativas. Si bien el Estado tiene fondos destinados a apoyar la I+D en las empresas, los requisitos de externalizar la contratación de la investigación los hace difíciles de utilizar, porque la I+D siempre apunta a áreas de desarrollo estratégico que difícilmente las empresas están dispuestas a externalizar. 

Texto: Equipo Comunicaciones FCFM

Extracción subterránea al descubierto:

Lograr una minería sustentable

Después del fatídico accidente que mantuvo a 33 mineros atrapados en la mina San José, a casi 700 metros de profundidad, la realidad de la pequeña y mediana minería en Chile saltó a la palestra. De pronto, los ojos del mundo entero se enfocaron en el rescate de este grupo de chilenos, dejando en evidencia las deficiencias y desafíos de una actividad que genera un alto impacto en el crecimiento del país.



Fotografía: www.chilephoto.cl, Nicolás Aguayo F.

Según cifras del Ministerio de Minería, el cobre representa el 85% de nuestras exportaciones, su participación en el producto interno bruto es cercana al 15%, y al año 2009, son cerca de 180.000 personas empleadas en el sector.

No obstante, dentro de esta industria, existe una importante brecha entre la gran minería que representa el 93% de la producción y que posee un equivalente mundial a los países desarrollados, como Australia, Canadá y Sudáfrica, y los medianos y pequeños productores, que están lejos de los estándares internacionales.

En las mineras de extracción subterránea, como la mina San José, los riesgos están dados principalmente por las condiciones propias del lugar, lo que implica trabajar en espacios confinados, de baja iluminación, altas temperaturas y poco aire. También influye el uso de explosivos y maquinaria pesada, el peligro de incendios y la posibilidad de que existan infiltraciones de aguas subterráneas.

A esto también se suma el método que se utilice para la explotación subterránea. En general, existen tres tipos: las soportadas por pilares, por relleno y por hundimiento. Según un catastro realizado en 2008 a 40 faenas, el 55% de las minas subterráneas en Chile utilizan el método por pilares. El desafío de este tipo de explotación surge en el diseño y dimensión de los pilares, al definir cuánto se está dispuesto a recuperar, considerando que los pilares son por lo general de mineral.

Según afirma Javier Vallejos, Ingeniero Civil Estructural de la Universidad de Chile, Doctor of Philosophy en Queen's University, Canadá, especialista en Estabilidad de Diseño Minero y académico del Departamento de Ingeniería de Minas de la FCFM, actualmente en la mediana minería subterránea chilena, los métodos de diseño de explotación más utilizados provienen de la experiencia práctica de operaciones realizadas en Canadá y Australia. En este sentido, existe el riesgo de una subutilización de los recursos y de una seguridad desconocida, considerando que los métodos de diseño no reflejan íntegramente el ambiente geológico-minero chileno.

"A pesar de la gran práctica que existe en Chile -afirma Vallejos- en la mediana minería no hay evidencia científica de que los métodos de diseño propuestos hayan sido validados y,

Actualmente en la mediana minería subterránea chilena, los métodos de diseño de explotación más utilizados provienen de la experiencia práctica de operaciones realizadas en Canadá y Australia. En este sentido, existe el riesgo de una subutilización de los recursos y de una seguridad desconocida.

por tanto, sean aplicables a las condiciones de operación nacional". Según el ingeniero, toda obra subterránea de un macizo rocoso discontinuo está propensa a derrumbes, por esto, es indispensable realizar un estudio geotécnico que determine la cantidad y calidad de los elementos de refuerzo.

Existen muchos tipos de refuerzos, los que deben cumplir tres funciones principales. Primero, reforzar el macizo con el fin que no se produzcan deslizamientos, para ello se pueden utilizar pernos de anclaje o cables con lechada; segundo, sostener y mantener todos

los elementos de la roca en caso de que falle; y tercero, retener los fragmentos pequeños de la roca fracturada, para lo que se pueden usar mallas de acero o shotcrete, una película de cemento proyectado que otorga un soporte inmediato a la roca.

En resumen, de acuerdo con el doctor Vallejos, los derrumbes pueden evitarse de dos formas: a nivel global, con un diseño minerogeomecánico que sea compatible con la geotécnica del lugar, y localmente, con un sistema de soporte adecuado, factores que de no ser debidamente considerados podrían explicar lo acontecido en Copiapó.

IMPLICANCIAS DEL DERRUMBE EN LA MINA SAN JOSÉ

Para el Profesor Raúl Castro, Ingeniero Civil de Minas de la Universidad de Chile y Doctor of Philosophy in Mining Engineering de la Universidad de Queensland, Australia, este accidente demuestra que hay casos puntuales en la mediana minería que no tienen los estándares de seguridad que se requiere.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), responsable de la supervisión de la propiedad minera, exploración y geología, no contaba con la dotación adecuada para realizar la fiscalización necesaria. El derrumbe



Gentileza de Jack Ceitel's.



Profesor Raúl Castro.



Profesor Javier Vallejos.

en la mina San José dejó en evidencia que sólo tenían 18 fiscalizadores para casi 3.500 proyectos mineros que existen, es decir una proporción de 194 explotaciones mineras por inspector.

Para el Dr. Castro, el evento ocurrido en Copiapó debiera significar no sólo la completa reestructuración de este servicio sino de toda la actividad, a fin de replantear la forma en la que se está realizando la mediana minería en Chile. Se debe repensar el tipo de profesionales y las competencias que deben tener, la forma cómo se hacen los diseños, el entrenamiento que requieren los consultores mineros, y la necesidad de contar con personas competentes, aplicando estos cambios en todos los ámbitos: universidades, centros de investigación, institutos profesionales, etc.

Según el ingeniero Javier Vallejos, este hecho debiera exigir también una modernización del concepto de responsabilidad social empresarial, estableciendo mayores incentivos para mejorar las condiciones laborales que afectan a la mediana minería.

DESAFÍOS POR CUMPLIR

En un país donde el cobre es considerado "el sueldo de Chile", resulta fundamental cuidar la imagen como principal productor minero.

Así lo afirma Raúl Castro, al sostener que en un mundo globalizado, es natural que en situaciones como ésta la comunidad comience a cuestionar la industria. "La actividad minera hay que cuidarla entre todos –afirma– no podemos pensar que esta minería prospere por sí misma y provea recursos, sino que debemos definir cómo nosotros nos queremos ver ante el mundo: como una minería sustentable en el tiempo, que cuide la vida de sus trabajadores y el medio ambiente."

Para quienes se dedican a esta actividad, los desafíos son claros: más calidad, más profesionalización de instituciones fiscalizadoras, desarrollo sustentable, responsabilidad social, seguridad laboral, respeto por el medio ambiente, comunidades y producción limpia.

En este sentido, el accidente en la mina San José dio pie para el primer paso. Luego de lo acontecido, el Ministerio de Minería anunció la creación de una nueva institucionalidad a partir del Sernageomin y el aumento de los recursos para la fiscalización. De esta forma, a fines del próximo año, se pretende incrementar 2.5 veces su capacidad de inspección, lo que implica pasar de 18 a 45 agentes fiscalizadores.

Otra importante iniciativa, es la que están llevando a cabo Raúl Castro y Javier Vallejos en la Universidad de Chile. Se trata de un

proyecto para desarrollar herramientas de diseño de caserones, pilares y losas para la mediana minería subterránea, que considere la realidad geológica minera nacional, permitiendo mejorar la utilización de los recursos y aumentar la seguridad, inherentes al método de extracción.

Finalmente, la mediana minería subterránea debiera apuntar a desarrollar nuevas tecnologías y procedimientos. Para Raúl Castro, todos somos responsables, de una u otra manera, de que esta industria sea sustentable, desde el punto de vista social, económico, de recursos y medio ambiente. "Si no va a ser una minería responsable, afirma, el resto del mundo puede pensar que nuestro producto no es digno de comprar, y ahí podríamos terminar perdiendo una industria que es el motor económico del país. Eso no es cuidar lo que nosotros tenemos".

Texto: Francisca Zúñiga F.

Transantiago:

¿Un Recorrido sin Rumbo?

EL AYER, HOY Y MAÑANA

Transantiago fue inaugurado en febrero de 2007 y presentado por el gobierno de la época como un proyecto prioritario cuyo objetivo -mantenido hasta hoy-, era "el incentivo del transporte público como medio de transporte principal y la racionalización al uso del automóvil". Sin embargo, la inversión en Transantiago fue sólo un séptimo de lo que se había gastado antes en las autopistas y en el Metro, a pesar de las evidentes diferencias a favor del transporte público de superficie en términos de participación de mercado. Con esas cifras, más la imposición de autofinanciamiento, una tarifa baja como resultado de las promesas de campaña y contratos mal diseñados, el resultado fue el conocido: una flota de 4.500 buses, pero sólo tres mil en las calles, cuando antes había más de ocho mil.

El colapso fue total; un ministro pagó con su cargo, mientras René Cortázar era llamado de urgencia para rescatar al sistema (y al gobierno). El Sr. Cortázar implementó cambios inmediatamente: aumentó la infraestructura exclusiva para buses, mejoró los tiempos de subida mediante zonas pagas, inició una contienda con la empresa que iba a proveer la gestión de flota y, lo más importante, aumentó el número de buses a más de seis mil, lo que permitió aumentar las frecuencias, mejorar los recorridos y disminuir transbordos ineficientes. Pero como los cambios requirieron ajustar los contratos firmados -lo que se logró compensando a las empresas operadoras-, los costos del sistema aumentaron más de lo que implicaba sólo el aumento de flota.

Ante el desfinanciamiento del sistema, la discusión llegó al Parlamento mediante una ley de subsidio. Allí el gobierno dijo, por primera vez, que los subsidios al transporte público se justifican técnicamente, argumento que habíamos sostenido desde el principio, pero con poco éxito. Sin embargo, la ley planteaba fondos transitorios, apuntando al autofinanciamiento en el largo plazo, estando así lejos

de ser una herramienta de diseño. Tras mucha oposición, la ley fue aprobada sólo cuando se aseguraron recursos para regiones y ante la creación de un panel de expertos que fijara las tarifas para evitar su uso como herramienta político-electoral. Transantiago salió de la UTI, pero seguía lejos de ser lo que se había prometido; peor aún, no había un plan claro para después de la emergencia.

El nuevo gobierno asumió con este grupo de especialistas operando, por lo que la tarifa subió, pero sin más cambios aparentes en la calidad de servicio, generando un enorme descontento ciudadano. La reacción de las nuevas autoridades fue lenta y, tras seis meses, la solución fue una nueva ley de subsidio transitorio. Ésta, al parecer, será aprobada también aunque con mucho menos resistencia que la primera. Lamentablemente, esto no ocurre por un convencimiento técnico sino más bien, porque las dos principales coaliciones políticas negociaron recursos a cambio de disminuir los cuestionamientos al diseño original del plan. Ahora, el problema no es que el subsidiar el transporte público no esté justificado técnicamente, porque sí lo está. El problema es que los subsidios deben plantearse junto con el diseño del sistema, ya que el número y tamaño de los buses, la densidad de rutas y las inversiones en infraestructura, son diferentes cuando se diseña sin subsidio óptimo -como se hizo- a cuando sí son considerados.

Y, entonces, ¿hay un plan para el futuro de Transantiago? La realidad es que aún no. Hace unos días el Ministro presentó "15 fuertes medidas para mejorar el Transantiago", pero éstas son mejoras más bien marginales al sistema y una serie de declaraciones de buenas intenciones, pero poco concretas. Las autoridades sí hablan de que habrá una "reformulación global del sistema", lo que abre esperanzas de que se discutan cambios de fondo, pero la incertidumbre preocupa. Por ejemplo, no es claro si la política de autofinanciamiento del sistema -apoyada por la mayoría de los actores políticos- se mantendrá. O si habrá



un retroceso y se reintroducirá competencia en la calle como se ha escuchado. O si se dará una prioridad decisiva al transporte público mediante pistas sólo bus, vías segregadas y reprogramación de semáforos, lo que hoy parece lejano. O si la gestión de flota finalmente funcionará. Y en estas condiciones, es difícil imaginar el futuro de Transantiago.

Creo que ahora que estamos al tanto de las gracias y desgracias de un sistema en que las condiciones de operación son dictadas centralmente -pero la operación en la calle es privada-, debemos pensar en rediseños mayores que consideren explícitamente los subsidios y la infraestructura necesaria y otros atributos del nivel de servicio, más allá sólo de la frecuencia (como limpieza y comodidad). Y para esto, considero fundamental no eludir el análisis previo de si la estructura actual de propiedad es la adecuada o si serán necesarios enormes y permanentes ejércitos de fiscalizadores y periódicas y costosas revisiones de contratos para terminar de todos modos con resultados mediocres. 

Leonardo Basso, PhD.
Universidad de Chile

Departamento de Ingeniería Civil - Transporte

A más de tres años de la puesta en marcha del ambicioso Plan de Transporte Público de Santiago, investigadores y académicos de la División de Transporte del Departamento de Ingeniería Civil de la FCFM, opinan sobre la evolución, aciertos, errores y proyecciones de un sistema de transporte que ha puesto en jaque a las autoridades y ha generado el descontento de sus usuarios.

EVASIÓN Y FINANCIAMIENTO: CLAVES

Cuando iniciamos una nueva etapa de ajustes al atribulado sistema de transporte público de Santiago, las autoridades enfatizan sus esperanzas en un conjunto de medidas que a varios especialistas les renuevan sus preocupaciones.

Parte de estas inquietudes provienen de la débil explicación con respecto a cómo se traducen estas nuevas medidas en un proyecto real, analizable con mayor apoyo en elementos técnicos. Por ahora, podemos emitir comentarios sobre el cómo debería ser y sobre las oportunidades y dificultades que estas medidas ofrecen para avanzar en esa dirección.

Sobre lo que se ha corregido del sistema, quedan varios temas pendientes, entre los cuales, la evasión y el desfinanciamiento me parecen los medulares. Respecto de la evasión, que llega al 18% (algunos operadores señalan

zonas en donde alcanza un 40%), me parece que existe un consenso amplio con respecto a la necesidad de implementar políticas para reducirla drásticamente a niveles acordes a otras áreas de la economía y a la estadística comparativa internacional. A estos niveles los llamaré de evasión dura y responden a comportamientos delictuales sistemáticos, es decir, que también se registran en otros ámbitos económicos, y podemos situarla en un 5%. En este caso se sumaría un 13% de evasión al que llamamos blanda. Esta diferenciación no está claramente establecida y caracterizada en las políticas.

La pregunta que sigue naturalmente es cuál es el origen de la evasión blanda, cuáles son sus causas, y qué políticas serían efectivas para reducirla o eliminarla en forma permanente. Las políticas propuestas se orientan a imponer un sistema de mayor control, esperando que la aplicación de penas corrija el comportamiento. Sin perjuicio del resultado parcial que puedan lograr esas políticas, persisten dudas de si por esa vía se lograrán las metas esperadas. Esta incertidumbre se origina en que el acto de evasión blanda está muy condicionado y potencialmente explicado por la calidad del servicio.

Con respecto al financiamiento, tal como lo señalé en marzo de 2007, lo que se diseñó y modelaron los técnicos efectivamente ocurrió el 2010: 6.500 buses en las calles, sobrecarga en el Metro, superando los seis pasajeros por metro cuadrado en algunos tramos durante la hora punta; y tiempos de espera insatisfactorios. En 2007 se implementó una flota de 4.500 buses aproximadamente, como resultado de un ejercicio que pretendía imponer el criterio de autofinanciamiento al absurdo nivel de incorporar el financiamiento de toda la infraestructura nueva, incluyendo pasos a desnivel y la inversión en nuevas líneas de Metro.

Este criterio sin sustento técnico, más varias otras fallas de implementación, condujeron al fracaso rotundo del proyecto –con gran impacto político– el que no se pudo corregir en el gobierno anterior a pesar de los esfuerzos y recursos inyectados. Hoy podemos comprobar lo que anunciamos antes de 2007, que el diseño original tenía graves problemas de calidad de servicio, los que aún persisten. La causa de esta magra calidad fue identificada y planteada con claridad: el diseño no consideró adecuadamente el costo de los usuarios, esto es, el valor real de su tiempo, no por ignorancia sino porque enfatizó los costos monetarios. Esta actitud que nos preocupó ayer, nos sigue preocupando hoy, con las políticas del gobierno actual cuyo discurso enfatiza el ajuste de caja.

El llamado grave problema de financiamiento de Transantiago tiene su explicación en que el sistema no fue sostenible políticamente con 4.500 buses y que el ajuste de tarifa requerido para aumentar la calidad del servicio a 6.500 buses – estimado en \$800 por pasajero adulto– genera un costo político insostenible para los gobiernos pasado y presente. En otras palabras, el costo social hundido en los resultados de la política de autofinanciamiento, se reflejaron en costos políticos cuya cuenta nadie quiere pagar.

Más vale, creo, reconocer que la mejor calidad en transporte público tiene un mayor costo, el que se financia en casi todos los países, con subsidios –a la tarifa adulto– que superan el 50% del costo del sistema y que se justifican incorporando en la balanza de beneficios y costos, los beneficios sociales generados por la menor congestión, polución y consumo energético, los menores tiempos de viaje para los usuarios y garantías de accesibilidad para todos, tanto en el corto como en el largo plazo. 

Francisco Martínez, PhD.
Universidad de Chile
Departamento de Ingeniería Civil – Transporte





El día de la inauguración, ingenieros de la FCFM, autoridades y representantes de Collahuasi conocieron el sistema fotovoltaico que alimenta la microrred.

FCFM inaugura la primera
microrred inteligente con ERNC:

Iluminar Chile con energías limpias

Un importante e innovador hito bicentenario en la generación energética sustentable se marcó en el pueblo de Huatacondo, ubicado en medio de la Pampa del Tamarugal, a 230 km al sureste de Iquique, en la región de Tarapacá. En este lugar se dio inicio a la primera microrred inteligente de generación eléctrica a base de Energías Renovables No Convencionales de Chile, proyecto denominado Energía Sustentable Cónдор, ESUSCON.

SISTEMA MADE IN BEAUCHEF

El proyecto, que comenzó a gestarse en 2008, es dirigido por el académico Rodrigo Palma Behnke del Departamento de Ingeniería Eléctrica, DIE, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile y está integrado por ingenieros del Centro de Energía de la FCFM y estudiantes de distintas carreras del plantel.

Desarrollar sistemas inteligentes híbridos, es decir, que ocupen distintas fuentes energéticas, son desafíos que han asumido países desarrollados como Canadá, Estados Unidos o Alemania. Sin embargo, en América Latina la historia es distinta. La experiencia ejecutada por la FCFM corresponde a la primera en la región.

La solución tecnológica realizada desde Ingeniería de la Universidad de Chile corresponde a un sistema mixto y aprovecha todas las fuentes energéticas que se generan en la misma localidad. Funciona gracias a energía solar fotovoltaica (23 kW), capturada por 84 placas; eólica (3kW), generada por una turbina; y la unidad diesel existente (150kW). Asimismo, el sistema cuenta con un banco de 100 baterías (170kWh) en el que se almacena energía en casos de abundancia de recurso energético y baja demanda, y que también sirve como fuente



de suministro en horas en que no se dispone del recurso, por ejemplo en las primeras horas antes de la salida del sol, la interacción de este banco con el sistema se logra a través de un inversor (35 kW).

Este proceso es inédito en Chile y reduce el consumo de combustible fósil en un 65%. Para ello, el sistema de coordinación hace uso de un pronóstico de la demanda energética y de generación de ERNC, que mediante un algoritmo de optimización define las consignas de operación del sistema de tal manera que sea la más económica posible (reducción de costos de operación).

La microrred abastece a los cerca de 80 habitantes de este pueblo con electricidad las 24 horas. Todo un hito para la localidad porque históricamente Huatacondo contaba, en promedio, sólo con

8 horas diarias de suministro energético. Éste será un cambio trascendental en la vida de esta comunidad, ya que ahora podrán realizar labores antes imposibles como congelar carne, ver televisión a cualquier hora del día y, lo más importante aún, contar con un suministro de agua potable continuo y eficiente.

TRABAJANDO CON LA COMUNIDAD

Durante el proceso de habilitación e instalación de este sistema, los habitantes de Huatacondo ejercieron un rol activo. Incluso, fueron ellos quienes le dieron el nombre ESUSCON al proyecto, por la cercanía y simbolismo que tienen para ellos los cóndores. La comunidad participó en diversas actividades con el fin de identificar sus necesidades y percepciones. Para

El mayor sistema fotovoltaico de Chile fue desarrollado por el Centro de Energía de la FCFM en alianza con la Minera Collahuasi en Huatacondo, pueblo ubicado en la I Región de nuestro país.

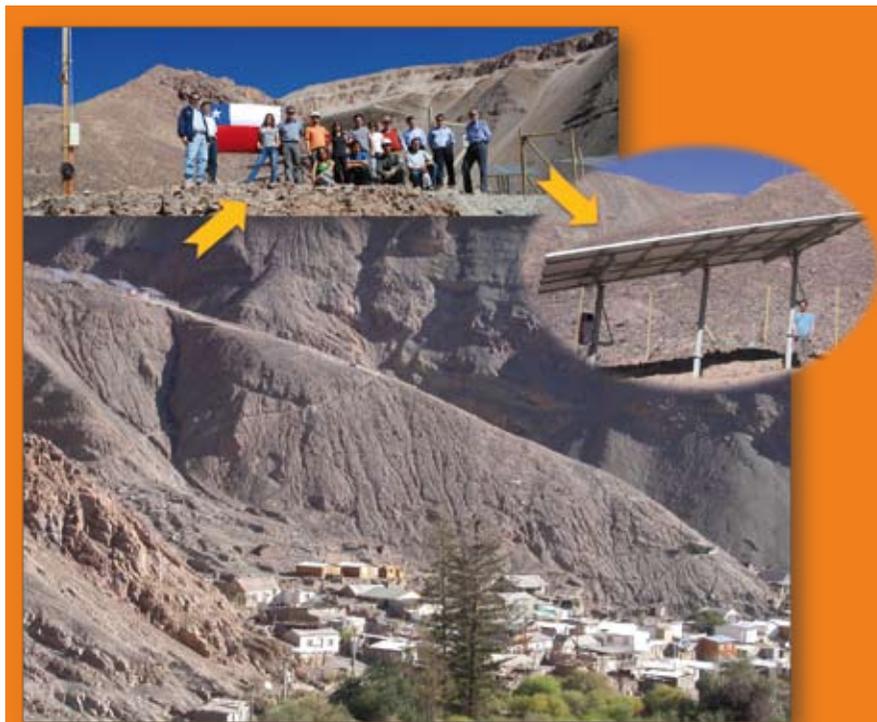
“El año 2008 pensaron en construir un auto solar *made in* Beauchef y hoy el sueño fue iluminar una localidad a través de energías no convencionales”, dijo el Decano Brieva.

ello, un equipo multidisciplinario realizó un completo análisis social, ambiental y territorial y realizaron diversas charlas sobre energías renovables y sus usos.

El objetivo final es que sean los pobladores quienes autogestionen el sistema en el futuro. Después de un proceso de marcha blanca, el huatacondino Juan Hidalgo fue elegido como encargado de velar por el funcionamiento del sistema. Si bien la microrred trabaja de forma automática, es necesario que la comunidad se preocupe por su correcto mantenimiento. Para ello, se requiere, por ejemplo, que los pobladores mantengan la limpieza de los paneles fotovoltaicos.

De igual forma se involucró a la comunidad en la implementación de un sistema de control de demanda, que indica cuánto suministro energético requieren diariamente los hogares y que permite participar activamente en el manejo del recurso. Las 32 casas habilitadas de Huatacondo cuentan con un dispositivo, parecido a un reloj, que les entrega un pronóstico de la disponibilidad de electricidad, permitiéndoles conocer los horarios más convenientes para hacer uso de sus electrodomésticos (ver fotografía).

Si bien la población de Huatacondo no supera los 100 habitantes, todos los años para la festividad de la Virgen del Asunción es visitada por más de 300 personas. Será ese minuto, la máxima prueba del sistema. “La microrred está diseñada para dar suministro en escenarios de alta demanda. De todas formas, la localidad cuenta con un equipo de apoyo, el generador diesel, que responderá ante cualquier eventualidad”, señala Guillermo Jiménez, ingeniero experto del Centro de Energía de la FCFM.



La elección de Huatacondo para desarrollar el proyecto se basó en los estudios realizados en la zona, los que demuestran la existencia de amplios recursos para la generación de energía. La altitud y latitud de su ubicación permiten disponer de una excelente radiación solar, predominantemente directa, ya que sólo aparecen algunas nubes durante el invierno altiplánico.

Las horas en que mejor se aprovecha la radiación solar son entre las 8:00 y las 18:00 horas. El viento, en tanto, posee las características adecuadas, teniendo una dirección oriente-poniente en la mañana y poniente-oriente en la tarde. A ello se suma la tercera alternativa – a implementar en una segunda etapa – que consiste en el uso de la biomasa producida por la existencia de desechos orgánicos de chacras y ganado.

EL GRAN PASO

Es 8 de septiembre, el día está completamente soleado y la comunidad huatacondina y beauchefiana junto a las autoridades de gobierno y de la Minera María Inés de Collahuasi se reunieron en el centro de la localidad para inaugurar el sistema fotovoltaico más grande de Chile.

Con gran entusiasmo la comunidad recibió a las autoridades y personas relacionadas con las instituciones patrocinantes. Asistieron el Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Francisco Brieva, el Presidente de la Compañía Minera Doña Inés

de Collahuasi, John Evans, el Gerente de Suministros Estratégicos y Energía de Collahuasi, Carlos Finat, el Vicepresidente Legal de Asuntos Corporativos de la minera, Juan Carlos Palma y el Gerente de Relaciones con la Comunidad, Luciano Malhue. También estuvieron presentes el alcalde de Pozo Almonte, Augusto Smith, y el Seremi de Energía de la Macro Zona Norte, Carlos Arenas.

Durante la ceremonia de inauguración y dirigiéndose a una alegre y emocionada comunidad, el Decano de la FCFM, Prof. Francisco Brieva, señaló la directa relación que existe entre lo ocurrido en Huatacondo con lo que pasó hace



Paneles fotovoltaicos.

dos años en Australia, en la competencia World Solar Challenge cuando se llevó a competir al primer auto solar chileno, Eolian. "Es el mismo grupo humano, la misma gente joven que apostó por otro sueño. El año 2008 pensaron en construir un auto solar *made in* Beauchef y hoy el sueño fue iluminar una localidad a través de energías no convencionales. Son esas ideas y creer que los sueños se pueden cumplir, lo que nos permite que estemos inaugurando este proyecto".

Asimismo, el alcalde de Pozo Almonte agradeció la iniciativa y motivó a las autoridades a continuar con proyectos de este tipo. "En el contexto de déficit energético del país, pensar que en un pueblo como Huatacondo se puede instalar un sistema con energías limpias da una luz de esperanza para todo Chile. Es muy importante que gente joven se involucre en estas actividades. Sin energía no hay progreso", enfatizó el alcalde Smith.

La implementación de este sistema será un significativo aporte a la historia del desarrollo tecnológico de Chile. "En la medida que sigan disminuyendo los costos de inversión y que aumente en nuestro país el número de profesionales expertos en el área, y exista más desarrollo tecnológico local, ESUSCON será una experiencia que puede ser replicable en cualquier parte. Con los beneficios ambientales y sociales que ello conlleva", concluyó Guillermo Jiménez. 

Texto: Daniela Schlesinger G. y Sofía Vargas P.

AGRADECIMIENTOS

A toda la comunidad de Huatacondo y sus autoridades.

Instituciones gestoras y desarrolladoras

- Centro de Energía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM.

Profesionales y Académicos de la Universidad de Chile que apoyaron directamente los desarrollos:

Eduardo Aranda, Cecilia Bastarrica, Carlos Benavides, Ernesto Bianchi, Jaime Cotos, Manuel Díaz, Daniel Espinoza, Mark Falvey, Carlos Gherardelli (OEPD), Francisco Gracia, Guillermo Jiménez, José Antonio Marín, Diego Medel, Nelson Morales, Jaime Muñoz, Rodrigo Palma Behnke, Lorenzo Reyes, Doris Sáez, Reiner Schmitz, Andrés Vargas, Claudio Vergara.

Alumnos participantes de la Universidad de Chile:

Mariel Álvarez, Carla Alvial, Sebastián Campos, Jorge Dharmawidjaja, Lilian García, Alejandra Molina, Natalia Garrido, Chantall Huerta, Piero Izquierdo, Pablo Jiménez, Jacqueline Llanos, Diego Ortiz, Bernardo Severino, Pablo Weber.

Equipo principal de gestión y desarrollo de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM:

Bernardita Fernández, Carlos Finat, Diego Lizana, Luciano Malhue, Juan Carlos Palma.

Equipo de administración y apoyo:

Carlos Garrido, Daniela Schlesinger, Paola Silva, Rigoberto Torres, Amalia Vargas, Luis Vásquez, Francisco Veloso.

Otras unidades e instituciones

- Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile.
- Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería.
- Centro de Modelamiento Matemático, Universidad de Chile.
- CGE, Compañía General de Electricidad a través de su filial ELIOSA, quien aportó con el reacondicionamiento de la red eléctrica de Huatacondo.

Dinámica de medios heterogéneos y desordenados:

Buscando señales certeras



En 1942, el físico checo radicado en Estados Unidos, Leslie Foldy, se encontraba en su oficina del piso 64 del neoyorquino edificio Empire State cuando escuchó el motor de un aeroplano acercándose. Cuando se asomó a la ventana para intentar descubrir a qué distancia se acercaba el aparato, no pudo ver más que niebla, pero inmediatamente sintió un fuerte choque contra la estructura del edificio y cómo fragmentos de un ventanal caían desde pisos más altos: un avión militar se había estrellado contra el piso 79 de la torre y, afortunadamente, el daño

no se había propagado a los pisos inferiores. Foldy, quien en medio de la Segunda Guerra Mundial se encontraba investigando el uso de ondas sonoras para detectar la presencia de submarinos, se dio cuenta entonces de la importancia que podía tener la investigación que estaba realizando.

Dos años más tarde, Leslie Foldy publicaba en la revista *Physical Review* el artículo *The Multiple Scattering of Waves* (Difusión múltiple de Ondas), un trabajo en el que planteó la necesidad de estudiar el fenómeno de interferencia de ondas

en medios desordenados y que hoy aparece como una de las bases de sustentación del Proyecto Anillo de Ciencia y Tecnología sobre "Dinámica de medios heterogéneos y desordenados" (H+D), desarrollado por un grupo de académicos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, integrado por: Nicolás Mujica, Rodrigo Soto, Felipe Barra, Fernando Lund, Marcel Clerc, Patricio Cordero, Claudio Falcón y María Luisa Cordero, a quienes se suma el académico de la Universidad del Bio-Bio, Dino Risso.



Ondas de Faraday en un canal con agua.



Solitón (onda que se propaga sin deformarse) hidrodinámico no propagativo en un canal con agua.

Someter un material desordenado a estímulos externos puede revelar tanto como la mirada de un microscopio. Ésta es la premisa del proyecto "Dinámica de Medios Heterogéneos y Desordenados", impulsado por un destacado grupo de investigadores del Departamento de Física de la Facultad.

Transcurridos ocho meses desde el inicio del proyecto, la actividad teórica y experimental de los investigadores es intensa. No sólo por la complejidad en sistemas donde los fenómenos y el mismo desorden cambian en fracción de segundos sino también porque las metas son altas: responder cuáles son los descriptores que determinan la caracterización y control de medios heterogéneos y desordenados, desarrollar herramientas numéricas, experimentales y teóricas; y consolidar un esfuerzo conjunto teórico-numérico-experimental para el estudio de la dinámica de medios desordenados y heterogéneos.

Para cumplir con estos objetivos, durante los tres años de duración del proyecto H+D, los investigadores del DFI desarrollarán su trabajo tanto en la dinámica de sistemas granulares y fluidos bifásicos como en propagación y transporte de ondas. Entre ellos destacan microfluidos bifásicos (cuya característica es fluir en canales de una millonésima parte de

un metro), materiales granulares y metales dislocados los cuales, al ser sometidos a diferentes estímulos externos como inyección de energía y vibraciones, responden de diversas maneras.

En el caso de los medios fluidos, los investigadores del DFI trabajan realizando mediciones en una configuración que permite generar desorden en forma dinámica de manera controlada y así estudiar la interacción entre el desorden y la propagación de ondas. "Cuando una superficie líquida es sometida a vibraciones, las ondas de Faraday son las primeras en aparecer. Esas curvaturas en el agua, conocidas como 'la primera inestabilidad', han sido extensamente estudiadas desde el siglo XIX", dice el Prof. Soto. Por su parte, el director del proyecto, Nicolás Mujica agrega que "lo que estamos haciendo es algo que no ha sido muy analizado que consiste en seguir forzando el sistema para saber qué pasa y lo que hemos comprobado es que aparece una onda más grande que interactúa con las más pequeñas". Un patrón que, según el académico del DFI, podría eventualmente ser aplicado en áreas como magnetismo u óptica, pues las ecuaciones involucradas son las mismas.

En el caso de los materiales granulares, el trabajo de los investigadores del DFI ha consistido en observar qué ocurre cuando miles de pequeñas esferas de acero y plástico dispuestas aleatoriamente son sometidas, por ejemplo, a vibraciones externas. "Vemos que los granos empiezan a moverse de manera desordenada. Esta imagen se parece bastante a la de un líquido o un gas porque, así como hay líquidos que pueden mezclarse y otros no, hay granos de esta muestra que tienden a segregarse o agruparse", describe el Prof. Mujica. Sin embargo, bajo algunas condiciones, la dinámica observada en medios granulares se asemeja mucho a la de los vidrios. "Lo más impresionante del vidrio es que tiene áreas líquidas intercaladas con áreas sólidas. El proceso de generación de estas zonas intercaladas que se destruyen y trancan entre ellas para lograr un acoplamiento es algo que todavía no se entiende totalmente. Sin embargo, el sistema granular que hemos desarrollado nos permitirá simular y manipular las condiciones en que se produce", acota el Prof. Mujica.

Por su parte, el Prof. Rodrigo Soto agrega que una de las dificultades en el estudio de los medios desordenados y heterogéneos es que —a diferencia de los materiales usuales donde basta un conjunto pequeño de indicadores para



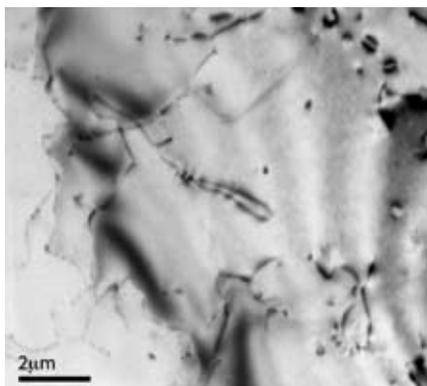
Onda de gravedad en un líquido turbulento, conocido como flujo de Taylor-Couette de superficie libre.

describir su comportamiento, como ocurre con la densidad y la temperatura— aún no se sabe cuáles son los parámetros más adecuados para caracterizarlos. "Este es un objetivo complejo pero muy relevante pues conociendo los descriptores adecuados, sería posible predecir su comportamiento y pensar en aplicaciones", precisa el académico de la FCFM.

TRABAJO RESPALDADO

La experiencia con materiales granulares no es nueva para los investigadores del DFI. Algunos de ellos han trabajado en esta área de la Física desde hace más de 10 años. De esta experiencia, los académicos involucrados en el proyecto H+D destacan los trabajos "Liquid-solid-like transition in quasi-one-dimensional driven granular media", publicado en 2008 por los académicos Marcel Clerc, Patricio Cordero, Nicolás Mujica, Dino Risso y los estudiantes Jocelyn Dunstan y Germán Varas en la Revista Nature Physics; al que se suma "van der Waals-Like Transition in Fluidized Granular Matter", publicado en 2002 por Mederic Argentina, Marcel Clerc y Rodrigo Soto. Una base de sustentación que, según destacan Rodrigo Soto y Nicolás Mujica, "permite consolidar lo que ya se hizo hace algunos años y poner los énfasis donde creemos que deben estar".

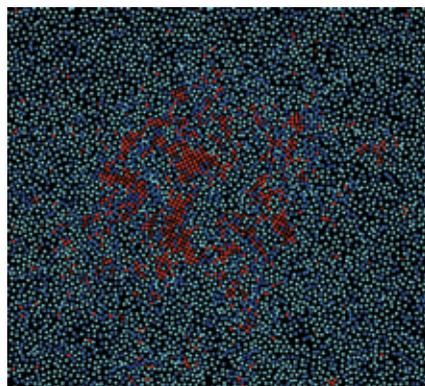
Esta afirmación también es válida en el caso de los metales sometidos a perturbaciones acústicas. En esta área las principales referencias apuntan a los trabajos realizados por los académicos del Departamento de Física, Fernando Lund y Felipe Barra, entre los que destaca la publicación "Wave propagation through a random array of pinned



Vista de una muestra de aluminio que presenta dislocaciones. Imagen obtenida por el Prof. Rodrigo Espinoza, del Departamento de Ciencia de los Materiales, FCFM.

dislocations: Velocity change and attenuation in a generalized Granato and Lücke theory", publicado por Physics Review en 2005. En este trabajo se establece que, mientras más defectos posea un material más blando será, predicción que se ve ratificada con las medidas realizadas hasta ahora por el equipo de investigadores del proyecto H+D. El análisis ha contemplado actividades que comienzan con la observación de barras de aluminio a través del microscopio electrónico de transmisión para constatar su estructura a nivel microscópico, continúan con la introducción de defectos e impurezas en el metal para analizar en qué medida cambiarán sus propiedades mecánicas y concluyen con la comparación del análisis microscópico con la medición acústica, que consiste en someter la misma barra de aluminio a ondas de ultrasonido para observar cómo éstas se propagan a través del metal dislocado.

"Lo que queremos demostrar es que las medidas acústicas nos permiten conocer las propiedades mecánicas del sistema de manera bien precisa", explica el Prof. Rodrigo Soto. Este análisis, conocido como método inverso, permitiría decir cómo es un material sin observarlo microscópicamente sino que midiendo una propiedad global como, por ejemplo, su elasticidad. "Puede darse el caso de que una empresa metalúrgica quiera saber cuántas dislocaciones hay dentro de un material para conocer su grado de resistencia", dice el Prof. Nicolás Mujica. "Entonces, en lugar de comprar un microscopio de millones de dólares para analizarlo en detalle, podría recurrir a medidas acústicas que son mucho más económicas", agrega el académico de la FCFM.



Sistema granular en que los colores rojo, verde y azul muestran la forma en que se ordenan las partículas.

CONFERENCIA Y ESCUELA DE VERANO

Como una forma de dar a conocer los resultados y el alcance del proyecto sobre Dinámica de Medios Heterogéneos y Desordenados, los académicos del DFI han programado la realización de una escuela de verano para estudiantes de postgrado y una conferencia dirigida a una audiencia de académicos. Bajo el título "Desorden y Heterogeneidad en Física", ambas actividades tendrán una semana de duración y serán realizadas en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. La primera se realizará entre los días 29 de noviembre y 3 de diciembre y en ella se realizarán cursos sobre transporte de ondas en medios desordenados y heterogeneidad dinámica, entre otros temas. En tanto, la segunda se desarrollará desde el 6 al 10 de diciembre próximo y la lista de expositores incluirá a más de 25 académicos de universidades chilenas y extranjeras (más información en: www.dfi.uchile.cl/nd).

Con esta afirmación, el Prof. Mujica destaca el vínculo de la dinámica de medios heterogéneos con la academia y la industria. "Es cierto que este tema reviste gran interés y curiosidad desde el punto de vista académico, pero tampoco hay que olvidar que Leslie Foldy comenzó a estudiarla como una necesidad concreta vinculada a la transmisión de información durante la Segunda Guerra Mundial", aclara.

Por ahora, el equipo de investigadores del proyecto de Dinámica de Medios Heterogéneos y Desordenados sigue sumando integrantes. Al grupo de 22 académicos y alumnos de pregrado y postgrado del DFI se agregarán nuevos investigadores de postdoctorado en marzo de 2011. La complejidad de la investigación así lo requiere aunque, ciertamente, este último punto no es algo que preocupe demasiado al Prof. Nicolás Mujica quien, ante la pregunta por los resultados esperados o no esperados hasta el momento, deja en claro la gran motivación que guía el quehacer científico: "si uno encontrara todo lo que espera, la verdad es que el trabajo sería bastante aburrido" .

Texto: Daniela Cid M.

Domo de telescopio robótico:

Hecho en Chile



Uno de los proyectos más ambiciosos de los astrónomos nacionales es contar con su propio telescopio robótico. Este enorme reto incluye la construcción del domo, el techo móvil que se abrirá y se cerrará para que el telescopio pueda apuntar al cielo.

El Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA) y el Núcleo Milenio de Estudios de Supernovas (MCSN) –ambos proyectos liderados por el Departamento de Astronomía (DAS) de la FCFM están desarrollando el primer telescopio robótico profesional chileno para la búsqueda de supernovas cercanas. Este telescopio estará situado en un lugar excepcional para la observación astronómica: El Observatorio Interamericano Cerro de Tololo, CTIO en la IV Región.

Uno de los mayores desafíos en la construcción del edificio que albergará a este importante instrumento, es la edificación de su cúpula, una bóveda en forma de media esfera que se abre y se cierra para que el telescopio pueda apuntar al cielo. Por primera vez, investigadores nacionales crearon un domo de 5 m de diámetro, lo que implica un importante desarrollo tecnológico.

Actualmente, los observatorios internacionales importan sus cúpulas y las traen al país como un mecano. "El transporte de los domos desde el exterior es caro, pero Chile tiene buenos ingenieros, así es que pensamos en aprovechar ese recurso", cuenta el astrónomo Francisco Förster (30 años), investigador de postdoctorado del DAS y pieza clave del proyecto.

Por esta razón, los astrónomos se pusieron en contacto con Roger Bustamante, académico del Departamento de Ingeniería Mecánica (DIMEC) de la FCFM, quien invitó a un destacado estudiante para desarrollar esta iniciativa: Marco Ruiz (25 años), quien cuando comenzó este proyecto –segundo semestre de 2009– era estudiante de último año de esa carrera.

La primera etapa de esta iniciativa fue diseñar el domo. "Nos tomó tres meses. Estudiamos todos los diseños que existen, y basándonos en eso, creamos uno nuevo", explica el Dr. Förster. Esta parte tuvo una doble complicación: el edificio ya estaba construido y el domo debía adaptarse a éste.

"En estos proyectos es esencial que la estructura resista y que se vea bonita. En general, esas dos áreas están separadas. Por un lado, está el diseño industrial y, por otro, la ingeniería. Creo que tengo ambas herramientas: tengo la habilidad para diseñar, para crear productos nuevos y puedo evaluar si algo va a funcionar o no", comenta Marco Ruiz. De hecho, este joven ingeniero tiene una empresa emergente de *longboard*, tablas largas de *skate* (hechas de fibra de vidrio) que alcanzan velocidades de 70 u 80 km por hora.

Con el diseño del domo en mano, había que empezar la ardua tarea de buscar las empresas que pudiesen materializar el proyecto. Istria se encargaría del esqueleto (la estructura de acero) y HE Fiber Glass S.A., del recubrimiento del esqueleto con Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (FRP).

El mayor desafío de HE Fiberglass S.A. fue desarrollar un molde, la matricería. Como la matriz es de madera, ésta debió ser muy bien pulida, sólo así conseguirían el objetivo: que la superficie del domo fuese lisa. Además, la forma de la matricería debía seguir fielmente el diseño de Ruiz para poder hacer calzar las distintas partes.

Pedro Eyzaguirre, Gerente Comercial de HE Fiberglass S.A. acota: "Somos una empresa con 40 años de experiencia en el mundo de la fibra de vidrio, pero muy concentrados en el negocio minero y de la celulosa. Ésta fue una excelente oportunidad de probar nuestra capacidad de fabricar piezas para otros mercados. Nos sentimos involucrados en un bonito proyecto, que abre opciones a muchas entidades científicas para acceder a la investigación del Universo en forma autónoma".

LO MEJOR DE LO MEJOR

El telescopio robótico del CATA reunirá la mejor tecnología del mundo: su montura y la cámara CCD son de Estados Unidos; los filtros, de Japón, el tubo óptico, italiano, y la óptica de éste, rusa. El corazón del telescopio, su *software*, es de manufactura checa. Mientras que la cúpula fue diseñada y construida en nuestro país con la ayuda de Ingenieros Mecánicos de la FCFM. El gran desafío es integrar todas las piezas para que el telescopio opere con total eficiencia: apunte bien, mantenga el foco en todas las posiciones del cielo, que el *software* elija correctamente bajo ciertos criterios y que trabaje autónomamente.

Desde 2007, investigadores nacionales emplean el 10% del tiempo de observación de cuatro telescopios Prompt que se encuentran en Cerro Tololo para la observación de supernovas. En promedio, cada

uno de estos equipos puede dedicar entre una a dos horas diarias a "cazar" supernovas (entre 4 y 8 horas en total). Gracias a estos telescopios, el grupo de búsqueda de supernovas cercanas chileno es el más productivo del Hemisferio Sur y el segundo en el mundo. Con un telescopio propio, el grupo de búsqueda de supernovas podrá sumar entre 8 y 11 horas diarias de observación. Mejor aún, como este telescopio tendrá casi dedicación exclusiva, permite el seguimiento de supernovas "interesantes" para los investigadores.

El tubo óptico del telescopio robótico mide 50 cm. La pupila del ojo humano mide, en promedio, 5 mm. Esto quiere decir que la "pupila" del telescopio es 100 veces más grande que la humana y, por ende, puede recolectar 10 mil veces más luz. Esto permitirá a los astrónomos registrar objetos un millón de veces más débiles que los visibles a simple vista.



Dr. Francisco Förster.



Ingeniero Marco Ruiz.

Vignola sería la firma responsable del sistema de cilindros hidráulicos -similar a la suspensión del auto y lo que le permite movimiento al domo- y el control automático, que abre y cierra la estructura. Finalmente, Elastoplastic estaría a cargo de los sellos para la lluvia y la nieve.

Este trabajo conjunto entre el mundo académico y el mundo privado fue una experiencia nueva para todos. "Son mundos muy distintos, con otras motivaciones y ritmos. Sin embargo, todas las empresas involucradas se interesaron y se la jugaron por el proyecto", comenta el Dr. Förster.

El desarrollo de este proyecto estuvo a cargo del académico del Departamento de Astronomía (DAS) de la Universidad de Chile, y Premio Nacional de Ciencias Exactas 1999, Dr. José Maza. "Hace cuatro décadas hice mis primeras observaciones astronómicas en Tololo, con un antiguo telescopio de 40 centímetros. Instalar ahí nuestro moderno telescopio es un reencuentro con mis raíces. Terminaré mi carrera científica en el mismo lugar que la empecé en 1968", comenta el Profesor Maza.

Sobre la relevancia del proyecto tanto Förster como Ruiz tienen su propia visión.

"En ciencias, casi todos los descubrimientos importantes los han realizado investigadores involucrados en el diseño o puesta en marcha de nuevos instrumentos. Contar con nuestro

¿QUÉ SON EL CATA Y EL MCSS?

El Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA) es uno de los programas nacionales de astronomía más grandes de nuestro país. Lo dirige la Dra. María Teresa Ruiz, astrónoma de la Universidad de Chile, y se sustenta gracias al Programa de Financiamiento BASAL de CONICYT.

CATA comenzó sus operaciones en 2008. Se basa en 10 áreas de trabajo: seis científicas (como planetas extrapolares y formación estelar), tres tecnológicas (desarrollo de equipamiento para ALMA, supercomputadores y un telescopio robótico para la búsqueda de supernovas) y una línea de Educación y Divulgación Pública.

En el CATA participan la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción.

También en 2008 surgió el Núcleo Milenio de Estudios de Supernovas (MCSS), que se dedica a investigar las supernovas, gigantescas explosiones estelares de gran utilidad para el estudio de uno de los temas más interesantes de la astronomía actual: la energía oscura.

El MCSS -financiado por la Iniciativa Científica Milenio- es encabezado por Mario Hamuy, Director del Departamento de Astronomía de la U. de Chile. En este centro participan investigadores de esta casa de estudios y de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

propio instrumento nos permitirá realizar ciencia original y potencialmente nuevos descubrimientos", comenta el Dr. Förster.

Mientras que Ruiz opina: "Esto es una manera de contribuir con la Universidad de Chile porque se trata de un proyecto con desarrollo tecnológico, de gran envergadura y que funciona

bien. Y el desarrollo tecnológico es una de las cosas que faltan en Chile, gente que se atreva a hacer cosas nuevas, a innovar".

El moderno telescopio ya se encuentra en la IV Región, y se estima que dentro del mes de octubre comenzará a "cazar" las tan esperadas supernovas. 🔴

Texto: Natalie Huerta B.

FCFM eligió a sus nuevas autoridades



El Rector de la Universidad de Chile, Víctor Pérez V., entrega al Decano Francisco Brieva la Medalla Andrés Bello en la ceremonia de inicio de su tercer período.

El Prof. Francisco Brieva fue reelecto como Decano para el período 2010-2014 con un respaldo del 82%. Los académicos eligieron también a los Directores de los 13 Departamentos de la FCFM, y a los nuevos integrantes del Consejo de Facultad.

Destacando la capacidad de la comunidad de Beauchef para alinearse detrás de ideas, el Prof. Francisco Brieva Rodríguez inició su tercer período como Decano de la FCFM. "Esta Facultad es muy grata, porque es un lugar lleno de personas y proyectos interesantes, en donde siempre están emergiendo ideas", señala el Prof. Brieva, quien dirigirá los lineamientos de la FCFM por los próximos cuatro años (2010-2014), tras obtener nuevamente el amplio respaldo de los académicos en la reciente elección (82,2%).

Son varios los hitos que el Decano Brieva resalta al repasar lo realizado durante su gestión en el período 2006-2010. Entre los principales, se encuentran la reforma a las mallas curriculares implementada en 2007, la acreditación de las carreras impartidas por la FCFM, el desarrollo de macro proyectos de investigación de frontera; y el plan de expansión de infraestructura, a través del proyecto Beauchef Poniente.

"A tres años de haber iniciado una reforma a nuestras mallas curriculares, podemos decir que estamos avanzando en una buena dirección: mayor retención de nuestros estudiantes, más satisfacción de su parte y nuevas formas de educar. Por otra parte, obtuvimos un resultado muy excepcional en el proceso de acreditación", indica.

La autoridad también destaca el desarrollo de nuevas formas de organización para la investigación de frontera. "En torno a la Facultad hay macro proyectos de investigación en distintos ámbitos, desde la astronomía hasta la minería, lo que muestra la diversidad de opciones, la capacidad de competición de estas propuestas y la calidad de las personas convocadas para estos proyectos; son sellos que nos distinguen", señala.

Por su parte, "Beauchef 851" es el ambicioso proyecto que se está ejecutando en la vereda poniente de Av. Beauchef, el cual incrementará en cerca de un 50% la actual infraestructura de la FCFM. "Hacia fines del 2012 tendremos materializado este proyecto que va a otorgar una nueva calidad de vida para el alumnado y nuevos espacios para la investigación y la academia", agrega.

Para el Prof. Brieva el desarrollo y materialización de estas iniciativas, se explican por el gran compromiso que adquieren todos los académicos, funcionarios y estudiantes con esta Facultad. "Ésta es una comunidad que es capaz de alinearse detrás de ideas. El compromiso con la Facultad de todos sus integrantes es nuestra gran fortaleza", asegura la autoridad.

SEGUIR CONTRIBUYENDO

El inicio de este nuevo proceso es para el Decano Francisco Brieva una oportunidad para seguir mejorando. "Enfrentamos nuevos y mayores desafíos. Nuevas y mejores oportunidades. Por ejemplo, en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Chile, la Facultad seguirá marcando este desarrollo y va a permanecer en ese liderazgo", sostiene.

El seguir contribuyendo al país es un motor permanente del quehacer de la FCFM, especialmente por la diversidad de áreas que se desarrollan en Beauchef. "En esta Facultad tenemos espacios importantes para aportar al desarrollo del país. La ciencia asociada a la astrofísica es una oportunidad extremadamente excepcional en la que debemos y estamos contribuyendo, en especial en el desarrollo de la instrumentación astronómica", asegura.

Y agrega que "tenemos una Facultad que ha mostrado sensibilidad por la Educación y ha desarrollado capacidades en este tema, por ejemplo, a través de la Escuela de Verano, el trabajo desarrollado por el CMM, el DIM y el Centro de Investigación Avanzada en Educación, entre otros".

También destaca los aportes desde los grandes sistemas de ingeniería. "Estas iniciativas convocan a mucha gente, muchas disciplinas tecnológicas y de las ciencias que practicamos; la idea es seguir potenciándolas", señala.

El principal motor del país, la minería, también se desarrolla en Beauchef. "En nuestra Facultad este tema convoca a distintas disciplinas, las que se canalizan a través del Centro de Tecnología para la Minería", indica. Y agrega que estas contribuciones seguirán acrecentándose con la reciente creación y aprobación del Doctorado en Ingeniería de Minas, el primero del país y que será dictado en las aulas de la FCFM: "Éste es un gran desafío, es estar en la punta del conocimiento", concluyó.

DIRECTORES DE DEPARTAMENTO

En el Depto. de Astronomía, fue reelecto Mario Hamuy; en el Depto. de Física, Rodrigo Arias; en el Depto. de Geofísica, Emilio Vera; en Geología, Brian Townley; en el Depto. de Ciencias de los Materiales, Eduardo Donoso; en el Depto. de Ciencias de la Computación, Nelson Baloian; en el Depto. de Ingeniería Mecánica, fue reelecto el Prof. Ramón Frederick; en Ingeniería Eléctrica, Nicolás Beltrán; en Ingeniería en Minas, se reeligió a Aldo Casali; en Ingeniería Matemática, Juan Dávila; en Ingeniería Industrial, fue reelegido Máximo Bosch; en Ingeniería Química y Biotecnología, Paulo Araya; y en Ingeniería Civil, James McPhee.

CONSEJO DE FACULTAD

Según se da cuenta en el reglamento oficial de la Universidad de Chile, el Consejo de Facultad está presidido por el Decano, y al Consejo le corresponde definir las políticas de desarrollo académico e institucional en el contexto de los lineamientos y estrategias emanados del Senado Universitario. Este Consejo además está integrado por los Directores de los Departamentos y Escuelas, y por los Directores de los Institutos y Centros, y por un grupo de académicos de libre elección, quienes durarán dos años en sus funciones.

Es así como fueron electos 10 docentes de la FCFM como nuevos representantes al Consejo: Néstor Becerra y Javier Ruiz del Solar (Eléctrica), Juan Carlos Elicer (Mecánica), Ziomara Gerdtsen y Tomás Vargas (Química y Biotecnología), Ricardo Herrera (Civil), Diego Morata y Martín Reich (Geología), Julián Ortiz (Minas), y Roberto Rondanelli (Geofísica).

Felipe Álvarez nuevo Vicedecano de la FCFM

Con sólo 38 años, el Ingeniero Civil Matemático de la Universidad de Chile, PhD de las Universidades de Chile y de Montpellier, y Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Matemática de la FCFM, Felipe Álvarez, fue invitado por el Decano Brieva a sumarse a su equipo.

"Me sentí muy honrado, en un primer momento sorprendido y luego cada vez más entusiasta con la invitación de Francisco Brieva. Es un tremendo privilegio tener la oportunidad de participar en la conducción de la Facultad, particularmente para alguien que, como yo, le debe tanto a Beauchef", dijo el Prof. Álvarez al asumir su nueva tarea.

El Profesor Álvarez confiesa que tuvo aprehensiones respecto de los costos que conlleva asumir un cargo de este tipo en un período de plena producción académica, sin embargo, dice: "me pareció mezquino priorizar mi propia agenda restándome de esta aventura".

Pasados algunos meses en su cargo ha podido calibrar la magnitud de los esfuerzos que se requieren para realizar su labor y hace un balance preliminar de su llegada: "A partir del generoso apoyo de nuestro anterior vicedecano,



"Me sentí muy honrado, en un primer momento sorprendido y luego cada vez más entusiasta con la invitación de Francisco Brieva. Es un tremendo privilegio tener la oportunidad de participar en la conducción de la Facultad"

Patricio Aceituno, y con la experiencia de estos primeros dos meses, he podido interiorizarme en profundidad sobre la extensión de las obligaciones de este cargo. La responsabilidad es grande, son muchos los desafíos y no ha habido tiempo que perder. Pero muy lejos de abrumarme ante la innegable complejidad de la Facultad, me siento cada vez más entusiasta. Creo que la razón fundamental para sentirme tan motivado es el poder contar con la gente de Beauchef, una comunidad de excepción cuyos académicos, profesionales, personal

Felipe Álvarez (38) Ingeniero Civil Matemático de la Universidad de Chile, PhD en Matemática Aplicada de la Universidad de Montpellier, Francia, y de la Universidad de Chile, es Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Matemática (DIM) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM). Investigador principal de varios proyectos Fondecyt, ha publicado cerca de 25 artículos en las mejores revistas internacionales en el campo de la Optimización y Sistemas Dinámicos, y ha guiado las tesis de tres estudiantes de Doctorado en Modelamiento Matemático. Además de su trabajo en investigación básica ha desarrollado sus intereses en problemas aplicados a la industria minera. Es así como entre el 2007 y 2010

fue Sub-Director del Laboratorio en Modelamiento Matemático para Geomecánica del CMM, conduciendo proyectos interdisciplinarios en minería subterránea para la División El Teniente de CODELCO.

Fue Director del Departamento de Ingeniería Matemática de la FCFM – U. de Chile entre el 2006 y 2008, y Director Científico del Instituto Milenio en Sistemas Complejos de Ingeniería entre el 2007 y 2010. Fue miembro del Comité de Concursos Académicos de la FCFM y del Comité de Becas de Postgrado de Conicyt, ambos desde 2008 hasta el presente. Anteriormente fue miembro y luego coordinador del Grupo de Estudio en Matemática de Fondecyt.

de colaboración y estudiantes conviven en el ambiente más meritocrático que conozco. Trabajando en conjunto con todos ellos, no sólo cualquier carga se vuelve más liviana, sino que las oportunidades que se abren son inmejorables para desarrollar los más ambiciosos proyectos".

Desde hace muchos años que Beauchef no contaba con un académico joven en un cargo de primera línea. Al respecto Felipe Álvarez señala: "Es cierto que en la administración universitaria, el tener a alguien de menos de 40 años en un cargo como éste no es algo habitual. Pero en una Facultad tan compleja como la nuestra que alberga una gran variedad de talentos que se mueven en muchas direcciones, el proceso de renovación es un elemento crítico cuya importancia sería un error subestimar".

"En Beauchef, algunos sentimos que el recambio debería darse a un ritmo más acelerado que el actual. En la última década pocos han estado disponibles para asumir responsabilidades en la conducción central de la Facultad, o bien en el caso de no estar conformes con las políticas impulsadas, no han estado disponibles para levantar y liderar un proyecto alternativo. Pero estoy convencido de que esta etapa va a ser superada en el corto plazo", señaló Álvarez.

"Mi apuesta es que mi generación sabrá ver que el verdadero motor está en la Facultad y sus unidades académicas, y que ocuparemos los espacios para que en conjunto desplacemos a todo el sistema a un estado superior de nuestro desarrollo. Hay riesgos que los de generaciones más jóvenes estamos dispuestos a correr, enfoques menos convencionales que podemos aplicar; si acertamos, las ganancias para la institución y para el país pueden ser mucho mayores con respecto a los más conservadores", señaló.

¿Cómo ve la Facultad en los próximos años?

Mirando hacia el futuro, es innegable que un enorme desafío para nuestro país es multiplicar por 3 la inversión que realizamos en investigación y desarrollo; estamos recién superando el 0.6% del PIB y deberíamos estar al menos en torno al 2% si nos comparamos con la media de los países de la OECD, por ejemplo. Esto requerirá que se instale una capacidad acorde a este esfuerzo, tanto en infraestructura como en lo que hoy se conoce como capital humano avanzado. Nosotros como Facultad seremos protagonistas y debemos prepararnos para liderar ese proceso.

Cuando esté terminado el proyecto Beauchef Poniente, actualmente en desarrollo, junto con otros proyectos paralelos de menor envergadura, estaremos en condiciones de ofrecer los mejores estándares en términos de planta física. La modernización en curso de nuestros sistemas de información, control y gestión académica permitirá liberar valiosos recursos humanos que podrán así orientarse hacia tareas más productivas. Esto significará una focalización de nuestros esfuerzos para ocupar toda la infraestructura de Beauchef, tanto física como tecnológica, con los más talentosos alumnos y académicos que podamos atraer.

Tendremos entonces que potenciar nuestra capacidad para mostrar lo que somos y así entusiasmar a los mejores talentos jóvenes interesados por la ingeniería y ciencias afines para que vengan a formarse con nosotros, tanto en pregrado como en postgrado. No podremos desperdiciar ninguna oportunidad para atraer a los mejores académicos para que se nos unan como investigadores y docentes.

Trabajando en conjunto no tengo ninguna duda de que algún día podremos descansar viendo cómo las nuevas generaciones nos superan. Cuando eso suceda, sabremos que tuvimos éxito. 📍

Texto: Equipo Comunicaciones FCFM



Discurso del Profesor Francisco Brieva Rodríguez al asumir su nuevo período como Decano de la FCFM

**Sr Rector de la Universidad de Chile,
don Víctor Pérez
autoridades universitarias,
directores de Departamentos y Centros,
estimados académicos,
funcionarios y estudiantes
amigos y amigos de la Facultad**

Ayer escuchaba, no sin cierto pavor, una duda legítima sobre lo nuevo que hoy podría decir a la comunidad de la Facultad al inicio de un inédito tercer período como su Decano; después de todo, observo que a menudo cuesta diferenciar – por supuesto que siempre en otros – la idea fresca y novedosa de aquél pensamiento, que pudiendo haber sido interesante, se empieza a convertir en una intolerable letanía.

Para no repetirme o ser acusado de repetitivo, resumiré lo mencionado hace cuatro años en una ceremonia similar. En ese entonces enfatice nuestra misión universitaria reflejada en la formación de recursos humanos y la generación de conocimientos. Como indicadores de éxito – estaba lejos de pensar que tendría que dar cuenta de mi propia verborrea – mencioné aquellos que pensaba prioritarios: estándares, ambiente y nuevas apuestas, grandes apuestas. Sobre estándares, nos pusimos como metas mínimas las relacionadas con la consolidación de un profundo cambio en la inspiración, conceptos y tecnologías docentes que debían impregnar las mallas curriculares de todas las carreras conducentes a títulos profesionales y licenciaturas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Además, sus correspondientes acreditaciones. Sobre ambiente, se trataba de avanzar hacia la creación de un ambiente físico e intelectual de oportunidades donde florecerían la creatividad e inteligencia de muchos. Las nuevas apuestas, las grandes apuestas, correspondían a nuestra percepción de las oportunidades que el país ofrecería en materia de desarrollo en Ciencia, Tecnología e Innovación. Para ello, teníamos que potenciar la voluntad de organizarnos colectivamente para enfrentar problemas desafiantes, de gran impacto tecnológico y económico para la industria, y proponer las mejores soluciones que nuestras capacidades permitían. En el ejercicio, ampliar la base académica de la Facultad, afinar la calidad de nuestros resultados e incorporar a nuestros alumnos a los procesos de investigación, transferencia e innovación continua. Ustedes, la comunidad de la Facultad, todo ello con creces lo cumplieron. No por casualidad, espero, el

diario de mayor influencia nacional se refería recientemente a la “poderosa” Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile cuando destacaba a las instituciones que presentan candidatos al Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas de este año. Claramente una referencia poco usual a un ente universitario.

Un logro menos convencional de la Facultad ha sido su capacidad de exportar Vicedecanos a las diferentes Vicerrectorías de la administración central de la Universidad: felicidades Patricio Aceituno en la Vicerrectoría de Asuntos Académicos, desde donde podrás monitorear la evolución del clima universitario que cual fenómeno natural se observa, se mide, se explica, incluso se pronostica, pero difícilmente se modifica. Pero, por sobre todo, un gran abrazo e infinitas gracias por todo lo que has hecho por la Facultad, tu entrega comprometida y total. Tus recientemente descubiertas habilidades como constructor y corredor de propiedades, tu pasión por las plantas y árboles de Beauchef, tu sensibilidad con todos los miembros de nuestra comunidad y sus inquietudes, te hacen otro más de esos personajes inolvidables que habitan este lugar. Tampoco puedo dejar sin comentar, aunque sea de un brochazo, tu curiosidad por los deportes extremos: menciono el benji, ese salto al vacío, en caída libre, con una cuerda elástica amarrada al cuerpo como única protección, práctica que sin duda ayudará en tus nuevas tareas. ¡Y recuerda siempre que lo importante es la calidad de la cuerda!

La generosidad de los académicos de esta Facultad me ha dado una oportunidad extraordinaria para terminar la parte más activa de mi vida académica. Es una generosidad amplia, solidaria, tan propia de los hombres y mujeres de Beauchef, que agradezco profundamente. También es un apoyo que me ayuda a ser más libre, a romper mis propias ataduras y librarme de los muchos convencionalismos que nos sofocan como sociedad y Universidad. Por ello, hoy no hablaré de cosas a hacer o problemas a resolver, no repetiré el ejercicio de formular

promesas que no se cumplen ni manifestar ideas que posiblemente no se entienden ni se creen, tampoco citaré a los grandes pensadores ni a nuestros padres intelectuales, no alabaré supuestas bondades institucionales ni destacaré las estadísticas que muestra el ranking mundial más conveniente a mis intereses y satisfaga el ansia pública. Muy por el contrario. Quiero invitarles a divagar sobre un futuro que ofrece oportunidades enormes, a entender la institución universitaria desde nuevas perspectivas y más amplios criterios, a recuperar la diversión en el ejercicio de pensar bien.

La Facultad, en su historia, desarrolló los elementos de rigor, porfía, audacia, junto a una comprensión inteligente de la realidad nacional y la evolución de su sociedad, que nos permitió tener las confianzas necesarias para enfrentar desafíos importantes. También comprendió tempranamente la necesidad de ser parte integrada a las academias más desarrolladas. Pensando en sus últimos 50 años, la Facultad pasó de los fragores sociales de los años sesenta y principios de los setenta, a desarrollar una capacidad de sobrevivencia académica y económica en el contexto de la intervención universitaria llevada a cabo por el gobierno militar. Esa resiliencia a la agresión constituye una semilla fecunda a partir de la cual florece la Facultad en democracia. No fue un accidente. Fue el accionar de un grupo serio de académicos que firmemente creyeron que la Facultad y la Universidad de Chile, a pesar de las restricciones ideológicas y amenazas imperantes, tenían una oportunidad y literal-

“La generosidad de los académicos de esta Facultad me ha dado una oportunidad extraordinaria para terminar la parte más activa de mi vida académica”.

"No obstante el claro reconocimiento nacional que se tiene como el centro de investigación de mayor vuelo en Ciencias y Tecnologías, junto a la formación de la élite profesional del país en ingeniería y geología, estamos aún a considerable distancia del nivel e impacto asociado a los centros universitarios de mayor influencia en el mundo en nuestras áreas de competencia".

mente lucharon por ello. No fue un fenómeno global a la institución y ello marca su dispar devenir en las últimas dos décadas. Una clara comprensión de necesidades, calidad, respeto y jerarquía en la academia permitió una rápida consolidación de la Facultad, alcanzando el nivel actualmente observado. Poca ideología, mucho trabajo, rigurosidad en los juicios, fueron los elementos clave del éxito.

No obstante, el claro reconocimiento nacional que se tiene como el centro de investigación de mayor vuelo en Ciencias y Tecnologías, junto a la formación de la élite profesional del país en ingeniería y geología, estamos aún a considerable distancia del nivel e impacto asociado a los centros universitarios de mayor influencia en el mundo en nuestras áreas de competencia. Desafortunadamente, también estamos a una distancia considerable del resto de la Universidad, en sentido contrario al anterior, pero ahora por nuestra comprensión y gestión del oficio académico. Son evidencias antagónicas que apuntan al centro de nuestras visiones y amenazan ese proyecto universitario especial en que esta Facultad se ha convertido.

La moda nacional de pensar la institución universitaria en función de problemas niega nuestra identidad y hace perder el norte. La

Universidad de Chile no es ajena al fenómeno y con ello yerra, inadvertidamente, su misión. Porque, simplemente, es diferente inventar las ideas, explorar lo desconocido, analizar opciones, consolidar los conceptos o experimentar la tesis, señalar los protocolos y sistematizar los procedimientos, independientes de la urgencia de la demanda o el interés específico, a aplicar un conocimiento establecido al problema que demanda la atención del medio. En otras palabras, los problemas se resuelven mientras que las ideas se cultivan. Así, en nuestras propias simplificaciones del accionar universitario es donde se incuba la mayor amenaza a nuestro propio quehacer.

En la otra dimensión, pienso que la apuesta sobre una Facultad en el mundo debe convertirse en el foco de nuestra atención. Sabemos hacer cosas y resolver problemas, es parte de la rutina, constituye nuestro estado de referencia. Por ello, sugiero que las tareas futuras tengan que ver con una Facultad donde el pensamiento es siempre iluminador, se distingue, no tiene fronteras, se renueva, muestra el camino y año tras año, florece. Ésas son las metas mayores a las cuales la Facultad, sin transar, debe apostar. Ésos son los sueños que pertenecen y reconocen las verdaderas universidades.

Porque es la calidad del pensar lo que permitirá, en definitiva, enfrentar los problemas mayores que nuestra sociedad enfrenta en sus diferentes ámbitos. Porque es la profundidad del saber lo que genera la sabiduría que nuestros pueblos demandan. Porque es nuestra verdadera responsabilidad como una Universidad que pretende ser el crisol donde se funden los talentos que garantizarán la diversidad en la sociedad. Porque es la forma de ser un par atractivo en las redes globales del conocimiento, que otros identifican y que nuestros egresados propagan por el mundo.

La tarea mayor está delineada. Para lograrlo convocaremos a todo el cuerpo académico a la construcción de estos nuevos caminos, a renovar el itinerario, a identificar los obstáculos y a superarlos. En especial invito a aquéllos más jóvenes, con más entusiasmo y talento aunque menor rodaje, para que construyan su propio futuro. Para algunos de nosotros, guerreros algo desgastados de la academia, nuestro papel será sugerir, traspasar experiencias, contar los mitos y las historias, en el convencimiento que nuestras limitaciones no deben permear un

futuro expectante. Con preocupación observo un discurso instalado hace años en la Universidad de Chile y que nos debilita institucionalmente: bajo el argumento, a veces conveniente, de la jerarquía académica, se tiende a generar una conducción académica rígida, con frecuencia poco imaginativa, con las concepciones y herramientas de un pasado legítimo pero mayormente inapropiado para administrar el futuro. ¿Dónde están, me pregunto, esos académicos del rango de los cuarenta años, con la fuerza, convicción, calidad en sus propuestas y argumentos, que se atreven a superar los desafíos de la vida académica y señalan las grandes apuestas que otros seguiremos? Sin ellos, el ejercicio es cuestionable: la comodidad de hoy será la decadencia de mañana.

Afortunadamente, somos privilegiados. La generosidad de Felipe Álvarez para asumir el Vicedecanato inicia un período nuevo para la Facultad. Gracias Felipe por tu decisión. Estoy seguro que tu talento marcará esa huella que muchos otros querrán seguir, para hacer siempre de Beauchef ese lugar especial que, por extraños designios, nos mantiene por largo tiempo siendo parte de sus piedras. Otros cambios implementaremos en el tiempo, con calma, con paciencia, siempre con las mejores apuestas.

Termino con la alegría de saber que cuento con el apoyo amplio de la Facultad. Hemos podido sintonizar adecuadamente esta comunidad de académicos, estudiantes y personal de colaboración, basados en el respeto, la confianza y la idea de un propósito común. Hemos desarrollado una unidad académica de la Universidad de Chile que brilla nacionalmente por sus logros. Es, entonces, el momento de empezar la gran apuesta, aquella sólo reservada para los mejores: convertirse en un proyecto académico de relevancia internacional, a ser ese lugar donde muchos quieren estar, a representar esa academia que atrae, encanta y perdura por la potencia de sus ideas y calidad de sus miembros. Gracias por tanta generosidad al seguir confiándome la conducción de la Facultad. Una vez más, y reconociendo una porfiada repetitividad al decirlo, trataré de hacerlo bien.

Muchas gracias.

Francisco Brieva
11 de agosto, 2010

Bienvenidos

FUTUROS ALUMNOS DE LA **FCFM**

VISITA

www.futuroalumno.ing.uchile.cl

VIDEOS DE PRESENTACION EN FULL SE ACTIVAN SOBRE LAS FOTOS



ADMISION

PROGRAMAS Y MALLAS

VIDA UNIVERSITARIA

TOUR VIRTUAL

Visitas Guiadas

Palabras
del Decano

FCFM

Contacto

Noticias

Página web para estudiantes de enseñanza media



fcfm

Ingeniería
y Ciencias

FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Liceo Abate Molina de Talca:

Apoyo a la reconstrucción al estilo Beauchef

Francisco Muena y Rodrigo Ramos tienen varias cosas en común: los dos cursan cuarto medio, viven en Talca y ambos tuvieron que postergar el inicio al año escolar porque la mitad de su liceo fue demolido por los daños ocasionados por el mega sismo del 27/F.

Y no sólo eso, estos dos talquinos también tienen en común querer vencer la adversidad, su entusiasmo refleja a una generación motivada por salir adelante, por lo mismo, no dudaron ni por un instante en participar de las Tutorías Universitarias, plan de apoyo propuesto por la FCFM que consiste en clases de Matemática y Física enfocadas hacia la preparación de la Prueba de Selección Universitaria; proyecto que espera igualar las condiciones con sus pares de regiones no afectadas por el terremoto.

El 27 de febrero cambió la vida de muchos chilenos y modificó la geografía urbana de varias ciudades. Muchas edificaciones fueron

demolidas, entre ellas varios establecimientos de Talca. El emblemático Liceo Abate Molina (LAM) vio afectada su infraestructura en un 60%, situación que evidentemente ha perturbado significativamente las clases sus alumnos. Es por esto que la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, siguiendo el llamado de la Universidad de Chile de apoyar a las regiones perjudicadas, desde junio de este año apadrina a 120 estudiantes de cuarto medio del establecimiento de la Región del Maule.

El LAM, construido el 8 de julio de 1827, es el cuarto Liceo fundado en el país e históricamente ha tenido buenos resultados académicos; supera el promedio SIMCE nacional, obteniendo en la última medición en el área de Lenguaje 304 puntos y en Matemática 315; y se encuentra dentro de los diez mejores colegios por cuyos egresados se entrega más Aporte Fiscal Indirecto, AFI, a las universidades chilenas. "Estos estudiantes históricamente han

tenido posibilidades de ingresar a los mejores planteles del país. No podíamos dejar que un terremoto les quitara las opciones que todos sus compañeros de generaciones anteriores han tenido", señala el Decano de la FCFM, Prof. Francisco Brieva.

La demolición de más de la mitad de la infraestructura del LAM marcó un mal comienzo de año para los liceanos, sin embargo, gracias al ímpetu y tesón de sus directivos y profesores comenzaron sus clases a fines de abril y han logrado, a través de la construcción de salas modulares, retomar algunas actividades. A pesar de esto, hay muchas que no podrán hacer por lo menos en los próximos años. "Perdimos tres pabellones de salas, la piscina, los camarines y por supuesto, parte de la historia del Liceo. Pero estamos convencidos de que éste será un episodio más que superará la comunidad liceana", señala César López, Director de establecimiento.



"Un terremoto no puede quitar la posibilidad de cumplir los sueños". Bajo esa premisa la FCFM realiza un plan de apoyo inédito en el país. Tutorías Universitarias, implementación de la herramienta docente U-Cursos y talleres de física son algunas de las acciones de apoyo que la FCFM realiza en el emblemático Liceo Abate Molina de Talca.

PROTAGONISTAS DE LA RECONSTRUCCIÓN

"Nosotros no somos buenos con el martillo, pero sí somos buenos formando gente. Somos buenos reconociendo los fundamentos de las ciencias", señala el Prof. Brieve. Fue así como surge a mediados de marzo la idea de realizar talleres de física y matemática para los alumnos de cuarto medio del Liceo, iniciativa a la que se han sumado profesores, funcionarios y estudiantes de la Facultad en el transcurso del año.

Junto a los liceanos quienes más entusiasmo han mostrado con la ejecución del proyecto han sido los estudiantes de la FCFM. Actualmente 18 beauchefianos de distintas especialidades de la Facultad, en su mayoría ex-alumnos del

Liceo Abate Molina, viajan a Talca y realizan clases los sábados en el establecimiento maulino. Además, gracias a la colaboración del Área de Desarrollo de Infotecnologías, ADI, de la Facultad, se implementó la herramienta U-Cursos de apoyo al aprendizaje a través de internet, transformando a LAM en el primer liceo municipal de Chile que cuenta con una plataforma de este tipo.

Para Natalia Zúñiga, alumna de Ingeniería Industrial y parte del equipo de tutores, el gran valor del proyecto va más allá del apoyo en los contenidos, está en la motivación que ellos reciben para lograr sus metas. "Nuestros estudiantes se dan cuenta de que quienes les hacemos clases estamos interesados en ellos y que compartimos experiencias comunes y eso es muy importante", señala. A lo que agrega:

"Nosotros no somos buenos con el martillo, pero sí somos buenos formando gente. Somos buenos reconociendo los fundamentos de las ciencias", señala el Prof. Brieve. Fue así como surge a mediados de marzo la idea de realizar talleres de Física y Matemática para los alumnos de cuarto medio del Liceo.

U. DE CHILE VISITA TALCA

Fueron más de 700 maulinos quienes, a pesar de la lluvia que azotaba a la región, participaron de la Feria Vocacional organizada por la FCFM junto con el importante apoyo de la Universidad de Chile.

Durante cuatro horas, escolares provenientes de todos los establecimientos educacionales de la región obtuvieron información sobre las distintas carreras de la Universidad, recibieron material oficial del DEMRE, participaron en charlas y se informaron de las becas de la Universidad de Chile gracias a la colaboración de María Eugenia Robinson, asistente social de la FCFM.

Sin lugar a dudas, una de las actividades que más valoraron los jóvenes estudiantes durante la jornada fue la orientación vocacional entregada por la psicóloga y encargada de Difusión Colegios de la FCFM, Pilar Valderrama, quien atendió a más de 100 escolares.

"La actividad fue un aporte integral porque ayudamos a los alumnos entregándoles las herramientas necesarias para poder tomar una decisión informada. Elegir tiene que ver con información. Tratamos de analizar en conjunto todos los factores que intervienen a la hora de decidir qué y dónde estudiar", señaló Pilar Valderrama.





“pensar que alguien se preocupa por ti, te da ánimo y fuerzas, les brinda algo que en un preuniversitario normal no podrían obtener”. Otro de los actores claves en el plan de apoyo ha sido el Preuniversitario José Carrasco Tapia, PreuJCT, iniciativa de estudiantes de la FCFM, quienes proporcionan los contenidos y, a través de su director Guillermo Muñoz, entregan las directrices sobre cómo preparar de mejor forma la PSU. “Nuestro preuniversitario nació hace 20 años como una iniciativa que busca aminorar las barreras de la desigualdad. Sumarnos a este proyecto va en esa misma línea”, señala Guillermo Muñoz, a lo que añade: las situaciones difíciles como las que viven estos estudiantes bajan la motivación y el rendimiento, por lo mismo se requiere de un doble esfuerzo.

Para dar respuesta a este doble desafío, el trabajo de los estudiantes es complementado con talleres de física a cargo de los académicos Hugo Arellano y Claudio Falcón quienes mensualmente realizan clases prácticas en el establecimiento. El enfoque de los talleres impartidos va más allá del currículum definido por el Ministerio de Educación y el contenido de la PSU, más bien busca que los estudiantes en 90 minutos aumenten de forma lúdica su interés por un área que para muchos puede parecer lejana, de manera que vivan un proceso integral de aprendizaje.

BUENOS RESULTADOS

Es por ello que el Área de Desarrollo Docente, ADD, de la FCFM ha prestado ayuda para que los jóvenes tutores ejecuten de la mejor forma posible las asignaturas. “Si bien no todos los estudiantes han tenido experiencia realizando clases, han mostrado un alto interés por aprender y han sido capaces de aplicar las técnicas que les hemos enseñado”, señala Rosa Uribe, coordinadora de ADD de la Facultad.

De esta forma y gracias a un trabajo coordinado entre el establecimiento y la FCFM y al alto interés de los liceanos, hasta la fecha se ha conseguido en los estudiantes una mejora en sus resultados de un 30%, es decir, pasaron de tener 23 respuestas buenas en un ensayo PSU a obtener 46, y bajaron la cantidad de malas de 19 a 12.

“Estos resultados confirman que un trabajo coordinado puede atenuar las consecuencias de un terremoto”, menciona el Prof. Hugo Arellano a cargo del Área de Física del proyecto. “La experiencia desarrollada ha confirmado una entrega abnegada por parte de los estudiantes de la FCFM y del Liceo. Sin lugar a dudas ha sido una experiencia enriquecedora para todos quienes nos hemos vinculado de una u otra forma en el proyecto”, concluye el académico.

Hasta el minuto Francisco Mueña y Rodrigo Ramos han tenido excelentes resultados en los controles y han asistido, sin excepción, a todas las clases realizadas por los beauchefianos. Ambos quieren venirse a la capital y estudiar ingeniería. Ellos reflejan a un grupo de motivados liceanos que después del terremoto decidieron levantarse y cumplir sus sueños. 

Texto: Sofía Vargas P.

SEMANA BEAUCHEF

En el marco del plan de apoyo propuesto por la FCFM, a los estudiantes del Liceo Abate Molina, durante los días 6 y 7 de octubre, 59 liceanos visitaron Beauchef.

Durante la jornada, los alumnos participaron de actividades como talleres prácticos en los laboratorios de la Facultad, observaron las estrellas gracias a los telescopios del Departamento de Astronomía de la FCFM y conocieron a destacados académicos de las distintas disciplinas de la Facultad.

Área de Desarrollo Docente:

Hacia el aprendizaje significativo



Como una manera de seguir siendo líderes en la formación de ingenieros, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile está constantemente monitoreando sus procesos, para así reforzar sus fortalezas y resolver las posibles debilidades que pudieran detectarse. En ese marco y siguiendo tendencias internacionales es que durante el año 2007 se dio inicio a un proceso de reforma que se tradujo en la implementación de un nuevo currículo

educacional que propicia un enfoque en los resultados de aprendizaje y en la innovación metodológica. En este contexto se creó una unidad para apoyar la docencia impartida por los profesores.

Esta unidad, denominada Área de Desarrollo Docente (ADD) y que depende de la Dirección de Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM, juega un rol importante en lograr una mayor y mejor retroalimentación entre el ejercicio

docente y los objetivos que persigue la Facultad, facilitando la implementación de nuevas metodologías de enseñanza con el fin de que el estudiante sea protagonista de ésta.

Hoy en día la docencia en Ingeniería se enriquece con metodologías más activas, donde, de acuerdo con lo expresado por la Asesora Metodológica del ADD, Ana Moraga, "ya no es tan importante que el estudiante se aprenda una serie de fórmulas, sino más bien se pone

"Ya no es tan importante que el estudiante se aprenda una serie de fórmulas, sino más bien se pone el foco en qué se hace con este aprendizaje, por lo tanto, que sea significativo, teniendo en cuenta la innovación, el autoaprendizaje, la interacción profesor-alumno y el aprender haciendo".



Equipo ADD:
Prof. Hector Augusto, Ana Moraga, Rosa Uribe, Paula Urrutía y Alexis Santander.

el foco en qué se hace con este aprendizaje, por lo tanto, que sea significativo, teniendo en cuenta la innovación, el autoaprendizaje, la interacción profesor- alumno y el aprender haciendo".

Para ello, el ADD realiza talleres durante todo el año en temas como Manejo de voz, Ética, Taller de habilidades expresivas, Estrategias metodológicas para un aprendizaje significativo o introducción a la docencia universitaria. Este último persigue que la clase sea una propuesta activa-participativa por parte del alumno y que lo aprendido tenga directa relación con el ejercicio profesional. Uno de los talleres de estrategias metodológicas es el de ABP o Aprendizaje basado en problemas, el cual plantea que el alumno, por medio de la resolución grupal de problemas reales, logra un rol más participativo en su aprendizaje, aplica conocimientos previos y desarrolla habilidades generales para desenvolverse cotidianamente, poniendo en ejercicio competencias genéricas, la capacidad de liderazgo, la creatividad y la interpretación rápida y efectiva de los hechos.

Según el Director de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile, Patricio Poblete, el aporte especializado del ADD "ha ayudado a mejorar la calidad de los nuevos programas con énfasis en los resultados esperados del aprendizaje, más que en la tradicional enumeración de contenidos". A su vez, Héctor Augusto, Coordinador de la ADD, comenta que los cambios que se vienen realizando han mejorado la tasa de retención de Plan Común y han generado cambios positivos en relación a lograr cumplir el perfil de egreso del ingeniero

FCFM, el cual tiene que ver con ser un profesional global, innovador y de excelencia.

Por su parte, Rosa Uribe, Asesora Metodológica de la unidad detalla que, sin dejar de lado lo cognitivo, los académicos que son partícipes de los talleres del ADD "se están replanteando la manera de enseñar, la forma de evaluar y el cómo el sujeto aprende".

OPINIONES DE LOS ACADÉMICOS

Uno de los docentes que ha participado en los Talleres del ADD es el académico del Departamento de Ingeniería Civil Eléctrica, Pablo Estévez, quien tuvo el apoyo del Área para definir los objetivos de las experiencias de laboratorio del curso EL 3001, Análisis y diseño de circuitos eléctricos. "Introduje la cátedra con nota y actividades con libros para hacer participar más a los alumnos y resolver las dudas durante el desarrollo de la clase. El resultado se tradujo en una mayor asistencia a clases, un mayor número de alumnos altamente motivados y un mayor número de eximidos, lo que se reflejó en las encuestas", explica Estévez.

Asimismo, el académico considera que en una escuela donde los profesores son ingenieros o científicos "es indispensable que exista un área que preste apoyo a todos los profesores y en particular, a quienes inician su carrera académica".

Por su parte, Nancy Hitschfeld, del Departamento de Ciencias de la Computación, ha trabajado con el sistema ABP en el curso de Geometría

computacional, obteniendo muy buenos resultados en lograr que los alumnos diseñen e implementen algoritmos de triangulación por polígonos de acuerdo a un caso en particular. "Uno de los aspectos más interesantes de esta experiencia es ver la intensa y productiva interacción que se produce entre los miembros de cada grupo. A pesar de que cada uno conversa en voz alta con sus compañeros, esto no genera molestias en los grupos restantes, pues cada uno de ellos está muy concentrado en buscar la resolución", explica Hitschfeld, quien además acota que dos grupos no se conformaron con sólo diseñar una solución sino que también la implementaron.

A su vez, la académica explicó que el aprendizaje obtenido por los alumnos "es muy superior al que se logra en una clase estándar, pues cada grupo debe esforzarse en resolver un problema concreto, y al hacer esto, surge una interacción natural entre los integrantes del grupo. La clase es mucho más activa, participativa y nadie se aburre. Por otro lado, ahora cuento con una nueva herramienta para enseñar que me permite evaluar más rápido si los alumnos entendieron los conceptos y están capacitados para aplicarlos a un problema concreto", concluyó.

A futuro, se piensa implementar nuevos talleres de perfeccionamiento para académicos y profesores auxiliares.

Las oficinas del ADD (add@ing.uchile.cl) se encuentran ubicadas en Blanco Encalada 2120, segundo piso. 📍

Texto: Michèle Rouliez R.

Grupo Organizado FCFM:

SnowBeauchef, la pasión por la montaña





Fomentar la participación de los alumnos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile en la práctica del esquí y el *snowboard*, y al mismo tiempo hacer de estos deportes algo más accesible para todos, es el objetivo que se impusieron cuatro amigos, amantes de la nieve quienes a fines de 2009, decidieron crear el grupo organizado SnowBeauchef que hoy tiene convenios con los Centros de Esquí El Colorado y Farellones, y a más de 230 amigos en Facebook.

El grupo de estudiantes conformado por Pablo del Río, Gerardo Gacitúa, Oscar Quevedo y Johan Blanc, es una de las 24 organizaciones estudiantiles que existen en la FCFM, las que son coordinadas por los mismos alumnos y financiadas con fondos propios o de la Facultad. "Decidimos crear un grupo organizado porque sabemos que estos deportes son caros pero muy atractivos, por eso ideamos una comunidad para que otros estudiantes puedan disfrutar de la nieve a mejores precios", explica Oscar Quevedo, alumno de Ingeniería Civil Eléctrica.

Como grupo organizado han conseguido interesantes descuentos en los tickets de El Colorado y Farellones.

Inculcar el amor por la naturaleza y la conciencia ambiental es otro de los objetivos que promueve SnowBeauchef, especialmente porque cada uno de sus integrantes ha practicado este deporte durante años y, en diferentes oportunidades, han ido a trabajar a centros de esquí en el extranjero donde se han contagiado con la necesidad de crear un espíritu ecológico entre quienes lo practican y aman la montaña. "Este deporte me apasiona y creo que nos ayuda a ser perseverantes, valientes, humildes y solidarios con el otro, y es por eso que queremos potenciar en la Facultad el espíritu de jóvenes líderes del mañana y la pasión por la naturaleza", comenta Johan Blanc, alumno de Plan Común.

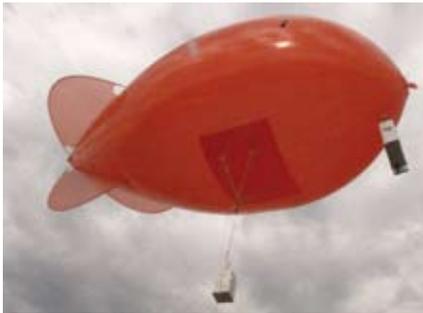


Además, si se reúnen más de 50 alumnos para subir un día determinado a la montaña, ambos centros de esquí facilitan buses, equipamiento y descuentos en las clases y almuerzo.

Para la temporada de invierno 2011, SnowBeauchef tiene programado realizar cuatro subidas masivas a El Colorado y Farellones. Quienes quieran participar y ser parte de esta agrupación, deben escribir a snowbeauchef@gmail.com 

Texto: Michèle Rouliez R.





Alumnos hacen historia al crear un Sensor Atmosférico Remoto

Medir y transmitir la información de las variables meteorológicas en altura haciendo uso de diferentes sensores, adosados a un globo cautivo (globo atado a un cordel) lleno de Helio, fue el objetivo final del Taller de Proyecto de Geofísica impartido durante el primer



semestre por los académicos Marcos Díaz (DIE) y Roberto Rondanelli (DGF).

Es la primera vez que alumnos de la FCFM confeccionan una radiosonda para monitorear datos de temperatura, humedad, viento y presión atmosférica mediante

una placa microcontroladora (Arduino) con sensores programados y calibrados de acuerdo con sus características técnicas. La experiencia la realizaron 15 alumnos del Taller de Proyecto de Geofísica que se imparte en el tercer semestre de Plan Común.

Estudiantes de Ingeniería Civil realizan práctica profesional en Paredones post Terremoto

Entre el 28 de julio y el 7 de agosto un grupo de estudiantes del Departamento de Ingeniería Civil se trasladaron a la VI región para realizar su práctica profesional, enfocada esta vez en contribuir a la reconstrucción de zonas afectadas por el terremoto de febrero pasado.

El responsable de la iniciativa es el Prof. Edgardo González, profesor del nuevo curso electivo Patología de las Obras de Construcción, y en ella participaron los estudiantes de quinto año de la división de estructuras Rodrigo Aillapan, Rafael Iglesias, Juan Pablo Oyarzún, Leandro Lastra, Marco Ulloa y Alejandro Marchant.



Durante dos semanas, los beachefianos analizaron y caracterizaron el estado estructural de las construcciones públicas como la Municipalidad, establecimientos educacionales y el Departamento de Educación Municipal. "El trabajo se ajustó a los requerimientos de la comunidad. Los estudiantes lograron aplicar ingeniería a cada actividad que realizaron por eso estamos muy satisfechos con lo alcanzado", señaló el Prof. González.





Proyecto final de Introducción a la Ingeniería I: Mover un brazo hidráulico, desafío para primer año

Creatividad, concentración, rapidez, precisión y trabajo en equipo son algunas de las exigencias que se plasmaron en la final de la competencia de proyectos del curso "Introducción a la Ingeniería I", realizada en julio en el Hall Sur del Edificio Escuela.

Durante dos meses, los estudiantes de primer año de ingeniería, tuvieron que ingeniárselas para diseñar, confeccionar y manipular, en el menor tiempo posible, un brazo hidráulico de plástico que, mediante la presión del agua contenida en cinco jeringas, lograrse mover, girar y ordenar, uno a uno,

cinco cubos de madera con una letra cada uno, para introducirlos en una canaleta y escribir la palabra INTRO.

Según explicó el Profesor Héctor Augusto, coordinador del curso, el objetivo de estos ramos es lograr que los estudiantes vivencien desde un principio desafíos en ingeniería y se diviertan aprendiendo. Y así lo reconoce una de las ganadoras del segundo lugar, Natalia Arias, quien comenta que "como los otros ramos son teóricos es con este ramo donde podemos encantarnos con la ingeniería".

Robocup 2010: beauchefianos mejoran sus marcas

Más de 3.000 robots de 24 países se reunieron durante el 19 y el 25 de junio en Singapur, isla del sudeste asiático, para participar en la Robocup, encuentro que busca potenciar el desarrollo de la inteligencia artificial en el mundo. La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, por octavo año consecutivo, representó a Chile y compitió con equipos de prestigiosos centros de investigación como el Massachusetts Institute of Technology y la Universidad Carnegie Mellon, de Estados Unidos.

Este año los mejores resultados fueron obtenidos por los representantes de la categoría Robocup@Home. El robot Bender, construido y diseñado por los beauchefianos Mauricio Correa (estudiante de doctorado), Jong Bor Lee (ingeniero eléctrico), y Pablo Hevia (estudiante de pregrado de Ingeniería Eléctrica) quedó posicionado dentro de los *top five* de la competencia.



En la categoría de fútbol robótico, Standard Platform League, el equipo Chita, compuesto por los ingenieros eléctricos de la FCFM Pablo Guerrero, Rodrigo Palma, José Miguel Yáñez y el estudiante del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Román Marchant, pasó a segunda fase, compitiendo en cinco partidos para luego obtener el 13vo lugar. Y el equipo RoadRunners, compuesto por Paul Vallejos y Rodrigo Schulz compitió por la categoría Humanoid League.



Comunidad InGenio:

Acercando la ciencia a colegios de Chile

Al alero del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI), se despliega el programa de proyección al medio externo, Comunidad InGenio. Su objetivo es elaborar recursos educativos y actividades de divulgación y valoración de la ciencia, mediante la comprometida participación de entusiastas académicos de la FCFM, quienes revelan a los estudiantes de enseñanza media, tanto sus investigaciones como las motivaciones que les dan vida a éstas.

Comunidad InGenio, el programa de proyección al medio externo del ISCI—centro de investigación albergado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile— nació en 2007 sin mayores pretensiones. Pero, sin siquiera sospechar el alcance que esto tendría, Comunidad InGenio creció y se transformó en un programa potente y de alto impacto para miles de alumnos y profesores de Chile.

Con el foco puesto en la transferencia de conocimientos desde la academia hacia la enseñanza media, el programa ha desarrollado herramientas educativas útiles y entretenidas y ha permitido acortar la brecha entre el mundo de la ciencia y la cotidianidad de la sala de clases.

Así, en el ámbito de la valoración, InGenio realiza talleres en colegios, los que son complementarios a las clases de matemática y en los cuáles se aprende jugando a resolver problemas de optimización, cómo armar una pizza o diseñar el sistema de transporte público de una ciudad. Además, los casos de estudio y juegos interactivos que aquí se desarrollan, son el resultado de investigaciones y aplicaciones que miembros del ISCI han llevado a cabo y que

posteriormente fueron adaptadas para que los estudiantes puedan asimilar los contenidos.

En materia de divulgación, InGenio desarrolla ciclos de charlas motivacionales en colegios, permitiendo que cientos de estudiantes tengan la experiencia, para muchos inédita, de conocer los descubrimientos o inventos de algunos científicos y las motivaciones que los llevaron a tomar el camino de la docencia y la investigación. Para este año se planificaron 11 charlas, 3 de ellas en regiones, las que están a cargo de los académicos de la FCFM: Francisco Martínez y Leonardo Basso, de Ingeniería Civil Guillermo Durán, Juan Velásquez (Puerto Montt), Daniel Espinoza (Puerto Aysén) y Fernando Ordóñez, de Ingeniería Industrial, Felipe Álvarez de Ingeniería Matemática y Rodrigo Palma, de Eléctrica (Valparaíso).

FRANCISCO MARTÍNEZ: “ES UNA GRAN RESPONSABILIDAD SOCIAL”

El ingeniero en transporte de la FCFM, Francisco Martínez, ha realizado dos charlas este año y varias con anterioridad. Utiliza la ciudad para mostrar cómo la ciencia puede explicar este

sistema complejo. Considera “increíblemente buena” esta iniciativa, ya que “permite acercar mundos que normalmente están muy distantes y ver el impacto que genera en los jóvenes imaginarse su futuro con una proyección”.

“Me motiva mucho hacer estas charlas y hacer clases en general; la juventud y la oportunidad de estar en contacto con personas cuyos cerebros están en pleno desarrollo y formación. Me parecen una oportunidad única conocer sus expectativas y transmitir un conjunto de valores, como el gusto por el conocimiento”, cuenta Martínez.

Sin embargo, no todo resulta tan fluido cuando hay jóvenes desinteresados al otro lado de la sala de clases. Esto parece normal, las personas no responden uniformemente a los estímulos. Pero distinto es cuando existen circunstancias sociales que marcan una diferencia en desmedro de otra. Un contraste muy fuerte entre un colegio y otro lo marcó en sus últimas charlas. “Es evidente que hay diferencias en la calidad y el entorno de los colegios. Aquel en que se vio fracasada la comunicación es un colegio evidentemente más pobre que el otro, en donde el nivel de concentración era más bajo. El otro



es de clase media y tenía una orientación a las ciencias. Las diferencias pueden ser impresionantes en estudiantes de distintos colegios", relata el académico.

"Me cuestiono profundamente el estado en el cual estamos construyendo nuestra sociedad hacia el desarrollo, porque evidentemente uno tiene que imaginarse que no todas las oportunidades son iguales, lo que pasa es que da pena constatarlo en los jóvenes que están estudiando en muchos colegios de Chile y que pertenecen a una capa que constituye una situación en donde las expectativas son bajas. Por eso tenemos una gran responsabilidad social", concluye.

EL EQUIPO INGENIO

Comunidad InGenio cuenta con un equipo profesional que trabaja con pasión y profesionalismo. La periodista de la Universidad de Chile, Evelyn Nahuelhual es la gestora y encargada y

"INGENIERÍA APLICADA: SOLUCIONANDO PROBLEMAS DEL MUNDO REAL", es el nombre del curso de la Escuela de Verano de la FCFM, creado por el ISCI e implementado por InGenio por primera vez el año 2009. Este programa recibió 46 alumnos de distintos de colegios de Chile y más de 400 postulantes.

del Programa. Sobre su génesis cuenta que le vio mucho potencial a las actividades y herramientas que empezaron a desarrollarse.

"Hubo muy buena recepción de las herramientas educativas que hicimos, tanto por parte de los profesores como de los estudiantes de enseñanza media. Aunque para éstos lo más atractivo era y sigue siendo la web de juegos www.juegosingenio.cl, que partió el 2007 y ha ido incorporando nuevos juegos", cuenta Evelyn.

"Crecimos también porque los investigadores del ISCI, viendo el impacto y potencialidades que tenían las actividades y herramientas,

decidieron sumarse a algunas de las iniciativas del programa. Por ejemplo, realizaron charlas donde les contaban a los alumnos de lo apasionante de esta labor. Así, todos nos fuimos entusiasmando", concluye.

Comunidad InGenio ha llegado a miles de jóvenes en todo Chile, a través de talleres, charlas, pendones itinerantes y de los juegos en la web. También ha capacitado a cientos de profesores y estudiantes de pedagogía en las herramientas de enseñanza del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería. 

Texto: Paula Noé S.

Primer Doctorado en Ingeniería de Minas que se impartirá en Chile:

Una gran ventana

hacia la educación del futuro



Con este Programa de Postgrado, el Departamento de Ingeniería de Minas de la FCFM completa la oferta académica para profesionales de la industria.

Era una deuda académica pendiente hacia el país que desde hace varios años el Departamento de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, venía dándole forma: un programa de Doctorado del más alto nivel en una de las áreas de mayor impacto en la economía nacional.

Es así como después de exhaustivas etapas de preparación, se inició el proceso de implementación del primer Doctorado en el área minera

que se impartirá en nuestro país, materializando un anhelo que rondaba por las aulas del Departamento de Ingeniería de Minas, con intensas jornadas de análisis, trabajo en equipo y que hoy se presenta a la comunidad universitaria con grandes expectativas.

La nueva propuesta surge considerando que la minería es la actividad económica más importante de Chile y en ella confluyen profesionales de diversas disciplinas que, con esfuerzo conjunto, han permitido posicionar al país como

un referente de la industria minera a nivel internacional. "Este desarrollo -fundamenta el profesor Julián Ortiz, Director Académico del Programa de Doctorado- nos lleva a identificar grandes desafíos, cuyas soluciones pueden tener un impacto muy significativo en el progreso de nuestro país". En este escenario, la nueva generación de sistemas mineros se ve enfrentada a situaciones complejas, tales como profundización de las reservas, menores leyes, minería masiva con mayores capacidades productivas, diseño y optimización de la transición rajo-



subterránea, desarrollo de sistemas mineros alternativos, entre otras. Además, añade que se suma la necesidad de desarrollar una minería "invisible", es decir, que saque provecho de los avances científicos y tecnológicos, "una minería que permita un desarrollo seguro, sustentable, mitigador, inteligente y amigable con las comunidades".

Frente a este panorama, nunca antes experimentado por la industria minera nacional, se hace necesaria la formación de expertos con el más alto nivel académico, capacitados en materias tecnológicas propias de la industria, y que asimismo sean capaces de llevar el conocimiento más allá de su frontera actual, liderando la investigación y el desarrollo necesarios para asegurar la sustentabilidad de la actividad. "Esta visión es compartida por la industria que, de manera creciente, requiere de especialistas con formación de nivel doctoral", precisa el profesor.

AMPLIA OFERTA ACADÉMICA

La creación del programa de Doctorado permite completar la oferta académica del Departamento de Ingeniería de Minas, la que actualmente alcanzaba el nivel de Magíster, "y contribuye a posicionar a nuestra Casa de Estudios a nivel internacional como un país minero, no sólo por sus recursos naturales, sino también por la calidad de sus investigadores", explica el académico.

Cabe recordar que la formación de profesionales de la minería comenzó en Chile a mediados del siglo XIX de la mano de Ignacio Domeyko en la Universidad de Chile, formando Ingenieros Civiles de Minas desde 1853 de manera ininterrumpida, muchos de los cuales han realizado importantes contribuciones científico-tecnológicas en esta actividad.

El Profesor Ortiz explica que actualmente, además de la larga tradición en la formación académica, se ha fortalecido un programa de educación continua mediante cursos cortos y diplomas de postítulo en diversas áreas, satisfaciendo las necesidades de actualización de conocimientos que se requieren.

Por otro lado, el creciente interés por el Magíster en Minería ha demostrado que egresados de la carrera y profesionales con experiencia están en la búsqueda de instancias en las que puedan perfeccionar o profundizar sus conocimientos.

"De igual modo, se ha consolidado un grupo de investigadores a través de un agresivo programa de formación de académicos jóvenes, que ha permitido generar líneas de investigación en diversas áreas de la minería, lo que es inusual en el resto del mundo y representa una ventaja para nuestra Universidad", indica.

Estos académicos participan en diversas iniciativas de investigación y desarrollo que demuestran un adecuado posicionamiento para enfrentar el desarrollo de un Programa de Doctorado, entre ellas: el Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC), a través del Programa de Financiamiento Basal para Centros de Excelencia Nacionales, y el Centro de Investigación de Operaciones para la Industria Minera, en conjunto con el Departamento de Ingeniería Industrial de esta misma Facultad.

LA FORMACIÓN

El Programa de Doctorado en Ingeniería de Minas está orientado a la formación de especialistas de alto nivel que posean un amplio dominio de la Ingeniería de Minas y que sean capaces de desarrollar conocimiento e investigación original aplicada al área.

Los tópicos fueron definidos por las fortalezas del cuerpo académico e incluyen todas las actividades del proceso extractivo del mineral, en particular, la evaluación de yacimientos, mecánica de rocas, diseño, planificación y tecnología minera, automatización y robótica para la minería, y geo-minero-metalurgia.

Los graduados del Programa estarán capacitados para liderar y realizar tareas de investigación y desarrollo en universidades, organismos y empresas del área minera; ejercer labores académicas y desempeñarse como consultores especialistas al servicio de empresas del ámbito de la minería, con altos niveles de excelencia y generando desarrollos y tecnología que potencien a la industria.

El Doctorado en Ingeniería de Minas tiene una duración estimada de 3 a 4 años y considera una estructura curricular que incluye:

- Cursos obligatorios (30 UD)*
- Cursos formativos (40 UD)
- Cursos electivos (30 UD) definidos dentro de las áreas de especialización.
- Un Examen de Calificación, según las modalidades definidas en el Reglamento
- Una Tesis que deberá ser un aporte original, creativo y relevante a la Ingeniería de Minas o a las Ciencias de la Ingeniería relacionadas, y su tema deberá ser aprobado por el Comité Académico del Programa y por la Escuela de Postgrado de la Facultad.

*UD (Unidad Docente, corresponde al trabajo académico realizado por el estudiante en una hora cronológica durante cada semana del respectivo período académico).

Se espera recibir a los primeros alumnos durante el primer semestre del año 2011.

Texto: Paula Alfaro V.

André Sougarret, Ingeniero de Minas de la U. de Chile: “El rescate en la mina San José ha sido el mayor reto de mi vida”

El 5 de agosto de 2010, la vida de un grupo de chilenos cambió de forma abrupta. Treinta y tres trabajadores de la Mina San José, ubicada al interior de Copiapó, quedaron atrapados a 700 metros de profundidad, poniendo en duda la seguridad de la minería chilena y dando origen a uno de los desafíos ingenieriles de rescate más importantes de los últimos años. Ese día también cambió la vida del beauchefiano, André Sougarret.

André Sougarret Larroquette, Ingeniero Civil de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, reconoce que las últimas semanas han sido las más intensas de toda su vida. “Las 24 horas del día sólo he pensado en el rescate y en ver a los mineros en la superficie”, reconoce.

Proveniente de una familia asociada a la minería, casado y padre de tres hijas, este beauchefiano de 46 años fue nombrado por el Ministro de Minería, Laurence Golborne, como Jefe del Operativo del Rescate después de que la cartera solicitara a Codelco traer a su mejor experto en minas subterráneas. Fue así como Sougarret, con una trayectoria de 18 años en la minera estatal, dejó sus labores habituales como Gerente de Minas de la División el Teniente para encargarse de rescatar a los 33 mineros atrapados.

El ingeniero de la FCFM tuvo que dejar su casa en la VI Región para dedicarse tiempo completo a la operación de sondaje. Un doble desafío, según cuenta, “porque cada paso del rescate ha resultado muy complejo y ya no sólo tenía que preocuparme de dirigir un equipo sino

que también de velar por la tranquilidad de los familiares y mantener a los medios informados”, menciona Sougarret, quien pasó del anonimato a ser la voz oficial de la misión y ha sido una fuente de información imprescindible para los medios de comunicación nacionales y extranjeros.

Su desempeño ha despertado la admiración de sus compañeros de trabajo y de los chilenos que cada día han seguido la noticia desde sus hogares. Incluso el propio Presidente de la República, Sebastián Piñera, lo ha señalado como un líder innato que destaca por su calidad humana.

Entre Caldera y el campamento Esperanza, André Sougarret se toma unos minutos para recordar su paso por Beauchef y reflexionar sobre el gran desafío que asumió hace dos meses. Reconoce que el trabajo en la Mina San José ha sido complejo. “Es una mina centenaria. No es fácil tomar las decisiones cuando se trata de una mina con estas características”, señala. “Si recuerdas, los primeros días hubo muchos problemas de seguridad, incluso se tuvo que detener las excavaciones. Había información parcial que no facilitaba determinar los cursos a seguir”.

La complicada operación dirigida por Sougarret ha tenido altos y bajos. “Definitivamente el momento de mayor alegría fue cuando el trabajo de extracción consiguió resultados y obtuvimos las buenas noticias desde la profundidad de la mina”, comenta. Fue en ese instante cuando el equipo de rescate se abrazó y gritó de fe-

licidad, imagen reproducida en los medios de comunicación de todo el mundo. “Encontrar a los mineros con vida fue una inmensa alegría. Sentimiento asociado también a un enorme desafío: conseguir sacarlos sanos y salvos”, agregó el jefe técnico del rescate.

El ingeniero reconoce que el gran grupo humano ha facilitado el desarrollo de la misión. “El equipo es muy completo, trabajan ingenieros y personal de varias empresas. Chile cuenta con profesionales muy capacitados y este rescate nos ha puesto a prueba a todos”, destaca.

El centro de operaciones de Sougarret, desde que comenzaron las excavaciones ha sido la Mina San José, lo que no ha sido fácil por el distanciamiento de su familia. “Mi esposa y mis hijas son siempre el principal soporte emocional. Su comprensión y apoyo han sido clave en esta tarea y por eso me comunico con ellas todos los días”, comentó.

Sougarret no ha descansado desde que comenzó la misión de rescate. El ingeniero señala que ha puesto a prueba toda su experiencia. “Este es el mayor reto profesional que he tenido en mi vida. Habíamos tenido labores de rescate pero jamás a tanta profundidad y con un número tan grande de personas atrapadas”, manifestó.

SELLO BEAUCHEF

Siguiendo los pasos de su hermano Jorge Sougarret, André ingresó a la carrera de Ingeniería Civil de Minas de la Universidad de Chile en 1982. “Tengo los mejores recuerdos de Beauchef.



Foto Sebastián Medina desde la Mina San José.

Este ingeniero es de esos beauchefianos que mencionan a "la Escuela de ingeniería" como su segunda casa y recuerdan siempre su paso por la FCFM. "La preocupación por los problemas país es uno de los sellos de la Facultad y de la Universidad".

Fueron años en los que tuvimos que trabajar mucho y allí tuve lecciones de vida que no he olvidado", menciona el profesional.

La exigente formación que tuvo en Beauchef, según Sougarret, fue clave en su proceso de aprendizaje. "Te acostumbras a un estilo. A dar lo máximo en todas las labores que se emprenden", señala.

Fue así como luego de titularse en la Universidad de Chile, Sougarret inició su trayectoria profesional en empresas como NCL Ltda. y en la Minera de Mantos Blancos de Anglo American. Sin embargo, y sin lugar a dudas, su cargo en la operación de rescate se debió a su amplia experiencia laboral en la división El Teniente, la mayor mina subterránea del mundo y donde el ingeniero ingresó a los pocos años de haber egresado de Beauchef.

Sougarret es recordado por académicos y por el personal de la Facultad como un hombre sencillo, inteligente y dispuesto siempre a colaborar con las iniciativas de la Universidad, participando en actividades de extensión como la tradicional "Cena Minera" del Departamento de Ingeniería de Minas.

Este ingeniero es de esos beauchefianos que mencionan a "la Escuela de ingeniería" como su segunda casa y recuerdan siempre su paso por la FCFM. "La preocupación por los problemas país es uno de los sellos de la Facultad y de la Universidad. Ser profesionales de excelencia va de la mano con aportar con el desarrollo del país", concluye. 

Texto: Sofía Vargas P.

Operación Riñihue:

Los héroes de ayer y hoy



A 50 años del devastador terremoto de Valdivia, aún sorprende la titánica labor que centenares de hombres llevaron a cabo en la reconocida Epopeya del Riñihue. Catalogada como una gran obra de ingeniería de emergencia, tuvo entre sus protagonistas a destacados beauchefianos que dieron todo por evitar un nuevo desastre.

Valdivia, domingo 22 de mayo de 1960, 15:11 hrs. La tierra comenzó a sacudirse violentamente. Las construcciones se desmoronaban, las calles se abrían y el movimiento ondulante de las aguas comenzaba a amenazar. Era el mayor terremoto registrado en la historia: magnitud 9.5 en la escala Richter.

A los pocos minutos, lo peor. Un *tsunami* destructor arrasó con parte de las ciudades costeras del sur de Chile. Más de dos mil personas muertas y dos millones de damnificados. Sin embargo, el cataclismo también había dejado otras huellas: derrumbes de cerros bloqueaban el desagüe natural del lago Riñihue. La inminencia de un devastador aluvión en los pueblos ribereños y en la ciudad de Valdivia, puso en alerta a las autoridades. En ese instante, se comenzó a gestar uno de los desafíos ingenieriles más reconocidos y recordados de nuestro país.

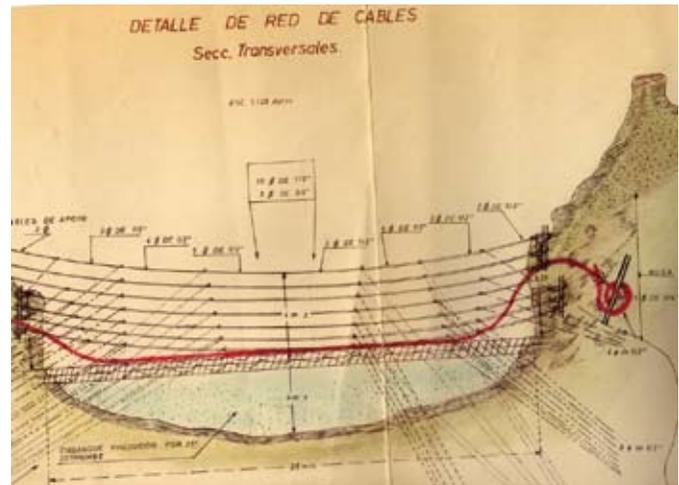
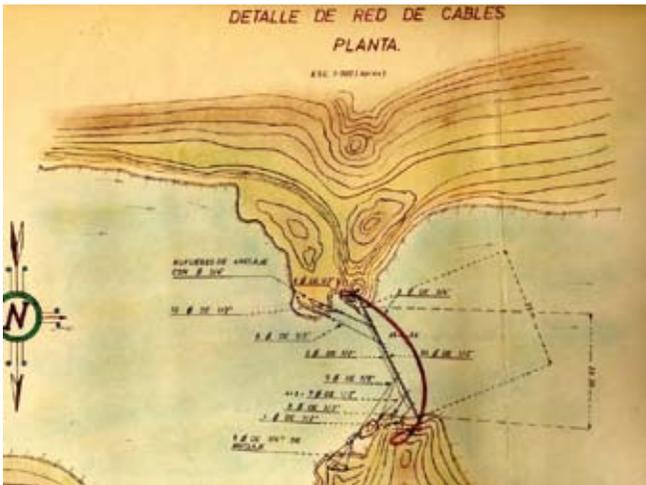
EL GRAN RETO

Más de 100 mil personas estaban en riesgo. El Presidente Jorge Alessandri, asesorado por el ingeniero civil hidráulico de la U. de Chile y vicepresidente de Corfo, Pierre Lehmann, encomendó el desafiante plan de emergencia al también ingeniero de Beauchef y gerente general de Endesa, Raúl Sáez. "Mi padre recordaba esos momentos como un fenómeno muy similar a lo que fue la creación del mundo, con épocas de cataclismos y cambios geográficos", señala Juan Carlos Sáez, hijo del destacado ingeniero.

Entre los convocados para llevar a cabo la titánica tarea, estuvieron diversos batallones del Ejército, bomberos, obreros y constructores de Endesa, Corfo y de la Dirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Obras Públicas.



Canal de Endesa.



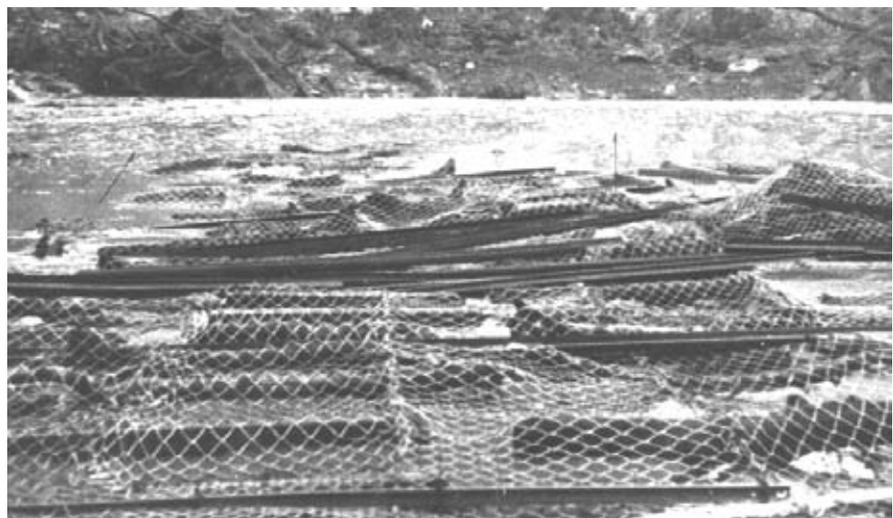
La Operación Riñihue tenía una misión clara: controlar el desborde de las aguas represadas por los deslizamientos de tierra de los cerros o "tacos", los que bloquearon completamente el desagüe natural del lago Riñihue por el río San Pedro. En promedio, diariamente el nivel de las aguas subía 50 cm. Cada metro de crecida, correspondía a 20 millones de m³.

DESAFIANDO A LA NATURALEZA

Para hacer frente a tan desafiante labor, más de 450 hombres formaron parte de los equipos de trabajo. Con 27 bulldozers y tractores, debían construir canales de evacuación en los tres tacos. El primero y más pequeño, tenía 300

m de largo y 16 de alto; el segundo, 700 m de largo y 22 m de alto; y el tercero y principal, una altura de 24 m y 1.5 km de longitud. Para llevarlos a cabo, debieron obstruir los desagües de los lagos Pirihueico, Calafquén y Panguipulli y bloquear parcialmente los ríos que desembocaban en el Riñihue.

Por su parte, el equipo de la Dirección de Obras Sanitarias del MOP, liderado por los ingenieros de Beauchef, Carlos Román y Jorge Orphanópoulos, estuvo a cargo de la construcción de un muro de contención en el río San Pedro, llamado Taco 4. Éste tenía 10 m de alto y 50 de largo. "Mi padre lideraba y supervisaba este trabajo, diseñado por el MOP y encargado a la empresa Devés del



Taco 4.

BEAUCHEFIANOS: LOS HOMBRES DEL RIÑIHUE

Raúl Sáez Sáez

Ingeniero Civil de la U. de Chile (1938), tuvo una destacada trayectoria profesional al ser partícipe activo del desarrollo tecnológico y modernización del país. Contribuyó directamente en la creación de empresas del sector eléctrico, químico y de telecomunicaciones. Fue ministro de Estado y ocupó altos cargos directivos en Endesa y Corfo. En 1992 se le otorgó el Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas. Muere ese mismo año.

De su formación en Beauchef, tenía los mejores recuerdos, señala su hijo, el también ingeniero de la FCFM, Juan Carlos Sáez. "Se sentía feliz de haber sido alumno y profesor en Beauchef. Era de las cuestiones que más orgullo le producía: haber tenido los profesores, los compañeros y luego los alumnos que conoció y contó entre sus mejores amigos en la vida. Mi padre no podía comprenderse como el profesional que fue, sin su paso por Beauchef".

Jorge Orphanópoulos Moraga

Ingeniero Civil Hidráulico de la U. de Chile (1945), era reconocido por ser un enamorado de su profesión. "La ingeniería consiste en entender la naturaleza de las cosas y nuestro padre comprendió la naturaleza de las aguas y de los ríos. Siempre decía que no se les podía torcer la nariz, había que comprender su comportamiento y saber encauzarlo", señala su hija, Damaris Orphanópoulos, quien siguió sus pasos al estudiar la misma especialidad en la FCFM.

"El estudio y el desempeño de su profesión lo llenaron de satisfacción, pues en la Escuela de Ingeniería de la U. de Chile, aprendió que a través de la ingeniería es posible hacer un servicio público".

Río y Torretti Ltda. Este muro controlaría las aguas en el momento en que se rompiera la barrera del lago Riñihue", señala Damaris Orphanópoulos, hija del beauchefiano.

Los trabajos, dificultados por las abundantes lluvias, no cesaban. La maquinaria pesada quedaba inhabilitada por el lodo, dando paso a las rudimentarias palas. El esfuerzo de los obreros, voluntarios e ingenieros, sacaba adelante la tarea. Debieron abrir los canales a mano, labrando una gradería en el barro líquido. En los tramos más peligrosos -suelo arenoso-, debieron enmaderar para asegurar

el correcto escurrimiento de las aguas. "Ellos pusieron al servicio de la gente, todos sus esfuerzos y el contingente disponible. Hicieron todo lo posible para salvar a Valdivia", indica Orphanópoulos.

Luego de 63 días -y el lago Riñihue con 20 m sobre su antiguo nivel- se concretó la misión: entre el 24 y 26 de julio se produjo la salida controlada de las aguas por los canales de evacuación, con un caudal de 7.450 m³/s, provocando una inundación paulatina de dos metros en Valdivia y sus alrededores. "Lo cierto es que la inundación no se evitó, pero



Jorge Orphanópoulos y Mario Bustos.

seguramente habría sido una catástrofe si estos equipos de trabajo no hubieran hecho cada uno lo suyo", señala Orphanópoulos.

Durante los dos meses de la operación los ingenieros se mantuvieron en terreno. "Estuvo prácticamente los dos meses en el lugar. Volvía a casa intermitentemente y cuando lo hacía, llegaba lleno de anécdotas e historias, y luego volvía a partir", recuerda Orphanópoulos.

Raúl Sáez, rememora su hijo, "siempre destacaba que la Operación Riñihue no era obra de un hombre, sino el resultado del trabajo de centenares de héroes anónimos, sobre todo, abnegados obreros y técnicos", señala.

Así, luego de arduos días de trabajo y desafiando a la naturaleza, la obra de ingeniería de emergencia más grande efectuada en Chile, logró evitar la tragedia en una operación que quedó en la historia como "La Epopeya del Riñihue".

Texto: Ana María Sáez C.

ROBERTO ROMÁN

Académico del Departamento de Ingeniería Mecánica.

Recomienda:

<http://www.nrel.gov/>

En mi área de expertise -energía solar- hay gran cantidad de información, recursos y programas en este sitio del National Renewable Energy Laboratories de USA.



<http://www.earthportal.org/>

Desde el punto de vista de la información ambiental, recomiendo ampliamente la "Encyclopedia of the Earth" o "Earth Portal". Allí hay varios libros en línea, de gran interés.



<http://radio.uchile.cl/>

Y, por supuesto, la Radio de la Universidad de Chile. Aquí se pueden escuchar nuevamente los programas que uno se perdió.



PATRICIO ACEITUNO

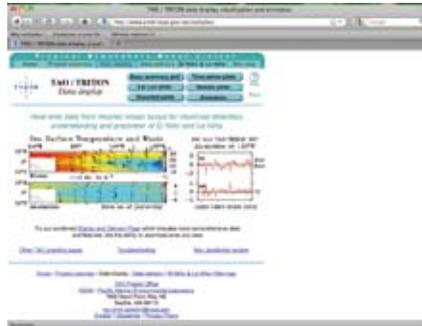
Académico del Departamento de Geofísica.

Ph.D. en Meteorología, Universidad de Wisconsin, Madison, EE.UU.

Recomienda:

<http://www.pmel.noaa.gov/tao/jsdisplay/>

En este sitio se pueden realizar seguimientos de diversas variables atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial, las que se vinculan con la ocurrencia de los eventos El Niño y La Niña.



http://www2.anales.uchile.cl/CDA/num_anteriores/

En relación con el bicentenario de nuestro país, siento curiosidad por conocer su desarrollo como república independiente, particularmente en lo que respecta a la ciencia y la industria. Por lo mismo recomiendo este sitio donde están publicados los Anales de la U. de Chile entre 1846 y 1862.

MICHAL KOWALCZYK

Académico del Departamento de Ingeniería Matemática.

Ph.D. Universidad de Tennessee, EE.UU.

Recomienda:

<http://www.ams.org/mathscinet/>

En esta base de datos de la American Mathematical Society, se pueden encontrar todas las publicaciones de matemática. Contiene resúmenes de los artículos, links a revistas, etc. Es muy útil para buscar artículos y citas relacionados con nuestro trabajo.



<http://integrals.wolfram.com/index.jsp>

Recomiendo este sitio, sobre todo, a los estudiantes de cálculo, sirve para calcular las integrales.

<http://mutant-sounds.blogspot.com/>

En este blog de música se pueden encontrar tesoros de todo tipo (punk, fusion, freak folk, cosmic rock, entre otros). A veces extraños, pero siempre sorprendentes e interesantes. Se pueden bajar con Rapidshare o Megaupload (libre de costo).



No pierdas el vínculo!

Ingeniería y Ciencias / Universidad de Chile



fcfm

Porque siempre pasan cosas interesantes en Beauchef...

Actualiza tus datos en: www.ingenieria.uchile.cl



fcfm

ingenieria.uchile.cl

Revista FCFM n°49 - ISSN 0716-3088 / Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Ingeniería
y Ciencias