

Tecnología y Educación: Buenos Aliados

En los países desarrollados un porcentaje importante de los programas de investigación en educación tienen incorporado el desarrollo de productos con base científica para el sistema escolar. En el caso de la FCFM existen varias iniciativas de este tipo.

Centro de Computación y Comunicación para la Construcción del Conocimiento (C5)

El centro perteneciente al Departamento de Ciencias de la Computación y dirigido por el académico Jaime Sánchez, realiza investigación en el uso e integración curricular de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), sus impactos, efectos en la cognición y en el aprendizaje. Durante años el C5 ha participado en el diseño y desarrollo de softwares educativos. Recientemente obtuvo un proyecto Fondef TIC EDU para la investigación e implementación de "Videojuegos para el desarrollo de habilidades en ciencia a través de celulares VIDHaC2", que llevarán a cabo con la empresa de desarrollo de aplicaciones para celulares AndinaTech. El proyecto, primero en su tipo en el país, busca crear videojuegos de rol para celulares, aplicados al aprendizaje de ciencias por parte de alumnos de educación básica. Cerca de mil niños participarán en el programa piloto.

Videojuegos educativos vía simulación de escenarios

El proyecto Fondef dirigido por el académico del Departamento de Ingeniería Matemática e investigador del Centro de Modelamiento Matemático, Pablo Dartnell, apoya a los profesores en la tarea de enseñar algunos contenidos en matemática que son difíciles de explicar. A través de videojuegos on-line, los estudiantes se exponen a situaciones y contextos en los que esos contenidos críticos tienen sentido, de modo que los profesores posteriormente en sus clases pueden ejemplificar adecuadamente las materias, facilitando la comprensión de sus estudiantes.

Tecnologías TIC para el aprendizaje de idiomas y edutainment en Internet

El proyecto Fondef liderado por el académico del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Néstor Becerra Yoma, creó un software que utiliza el reconocimiento de voz como base para el aprendizaje del idioma inglés. Desarrollado en el Laboratorio de Procesamiento y Transmisión de Voz del Departamento de Ingeniería Eléctrica, el proyecto incorpora tecnologías de reconocimiento y procesamiento de voz, lenguaje natural, síntesis de voz y de programación dinámica para que el alumno pueda ejercitar comprensión oral, escrita y pronunciación. De acuerdo con los resultados, esta metodología de enseñanza interactiva y participativa hace más efectivo y eficiente el aprendizaje. Actualmente el programa está disponible en Internet <http://www.cec.uchile.cl/~labptvoz/>

Web de juegos

Durante los dos últimos años el Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería desarrolló un sitio Web para enseñar conceptos básicos de Gestión de Operaciones a estudiantes de colegio. Mediante ejemplos, descripción de aplicaciones y juegos computacionales, problemas de alta complejidad del mundo de la ingeniería se desarrollan de manera simplificada, de modo que los estudiantes puedan jugar, pensar y entender la relevancia de temáticas como la distribución de bienes, problemas de transporte, entre otros. www.webcolegio.cl

Fichas Matemáticas

Desarrollado por un grupo de investigadores del Núcleo Milenio Información y Aleatoriedad de la FCFM, este programa desafía a los estudiantes de Educación Media a analizar diferentes problemas matemáticos a través de situaciones cotidianas. Al entrar a www.fichasmaticas.cl y con unos cuantos clicks, los escolares se enfrentan a curiosos hechos matemáticos de manera lúdica y educativa.

Geoclíma v 2.1

Software que se desarrolló en el Departamento de Geofísica de la FCFM para apoyar la enseñanza de la climatología en los colegios. Contó con el auspicio del programa Explora - Conicyt y de la Organización Meteorológica Mundial. La versión más reciente del programa, desarrollada en 2008 y publicada en el sitio www.dgf.uchile.cl/geoclíma/ se ofrece en español, inglés, alemán, francés y portugués.

La versatilidad del cobre ha motivado a investigadores de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile a realizar variados estudios sobre nuevos usos de este metal, que junto con ampliar las fronteras de conocimiento abren nuevas expectativas sobre la importancia del cobre en el desarrollo presente y futuro del país.

Los beneficios que otorga el cobre gracias a sus propiedades de alta conductividad y de resistencia térmica y a la corrosión, se han traducido en la utilización intensiva de este metal en la fabricación de elementos como alambres, electrodos y circuitos integrados. Pero el interés por generar nuevos conocimientos que potencien aún más su uso se transformó en un desafío para varios investigadores de la FCFM que hoy desarrollan múltiples trabajos para innovar en sus actuales aplicaciones y nuevos usos, ampliando el campo de consumo y desarrollo de nuestra principal riqueza nacional.

MAYOR RESISTENCIA EN ESTRUCTURAS ANTISÍSMICAS

Con el propósito de aminorar los daños en una estructura producto de la actividad sísmica, en diversos centros alrededor del mundo se estudian dispositivos mecánicos que sirvan para disipar energía en lugares específicos y así disminuir los daños. Se han desarrollado aleaciones metálicas que tienen la particularidad de disipar energía y quedar sin deformaciones remanentes. La primera fue de oro y cadmio; luego se trabajó con nitinol (níquel y titanio) y finalmente con aleaciones de cobre.

En este contexto, la académica del Departamento de Ingeniería Civil, María Ofelia Moroni, explica que se ha comprobado que las aleaciones cobre aluminio berilio y cobre aluminio zinc, tienen un comportamiento súper elástico, lo que sirvió de motivación para que ella junto a los académicos Mauricio Sarrazín, Ricardo Herrera y Rubén Boroschek del mismo Departamento, comenzaran a estudiar este material con el propósito de utilizarlo en dispositivos de amortiguación de energía sísmica.

Se invitó a participar al académico del Departamento de Ingeniería Mecánica, Aquiles Sepúlveda, quien explica que "estas aleaciones base cobre con comportamiento superelástico

aceptan grandes porcentajes de deformación recuperable (elástica) y, en cada ciclo de carga/descarga, disipan una cantidad importante de energía. Ello se asocia a cambios microestructurales, a nivel del ordenamiento atómico, específicos de estos materiales".

En esta investigación, la labor del profesor Sepúlveda se centra en caracterizar el material, en términos de su microestructura y comportamiento mecánico, y en determinar los tratamientos termomecánicos que se deben aplicar a las aleaciones para obtener las propiedades necesarias. Con estos antecedentes, los investigadores de ingeniería civil fabrican con este material dispositivos disipadores de energía y los ponen a prueba en mesas vibratorias donde simulan terremotos.

"Estudiamos propiedades mecánicas y particularmente aspectos de interés para su aplicación como cuánto se puede deformar antes de que se rompa o mientras es súper elástico, cuál es el esfuerzo necesario para romperlo y cuánta energía absorbe", dice Sepúlveda.

A partir del estudio de estas propiedades, el grupo de investigadores ha fabricado dos tipos de componentes que han puesto a prueba en modelos a escala: "Las estructuras tienen diagonales que generalmente son de acero y lo que hicimos fue hacer las diagonales de acero, pero le incorporamos un alambre pequeño de cobre aluminio berilio que al probarlo en la mesa vibradora efectivamente disipó la energía en forma eficiente. La otra estructura tiene que ver con los marcos de acero donde se conectan las columnas con las vigas, para lo cual se usan soldaduras que se ha demostrado que cuando ocurren los sismos se rompen o se rompe la zona que está en torno a ellas, entonces la alternativa fue poner unas barras de cobre que conecten las vigas con la columna. Esto también lo hemos estudiado a nivel de modelo, observando que efectivamente disipa energía", explica María Ofelia Moroni.

Con estos dispositivos de cobre se disminuirían los movimientos del edificio y, por ejemplo, se evitaría la caída de estantes o la rotura de vidrios. "El disipador contribuye a que la estructura tenga un comportamiento mejor y que efectivamente los contenidos se salven. Es algo que sería útil en estructuras de hospitales y oficinas donde hay muchos computadores, e incluso podría aplicarse en la construcción de puentes", dice Moroni.

AUMENTANDO LA RESISTENCIA MECÁNICA

Numerosas aplicaciones requieren de materiales microestructurales estables, con alta resistencia mecánica y alta conductividad eléctrica y/o térmica, siendo el cobre el más promisorio de

Conseguir que el cobre aumente su resistencia mecánica, sin que disminuya sus cualidades de conductividad eléctrica y térmica, es uno de los temas de investigación.

todos. Algunas de estas aplicaciones tienen que ver con la fabricación de resortes, cables y alambres, por ejemplo, alambres de alta tensión de la línea de ferrocarriles, transformadores y generadores, electrodos para soldadura por resistencia, circuitos integrados e intercambiadores de calor, entre otras.

Pese a que el cobre es el material que presenta la mejor conductividad eléctrica y térmica, es de baja resistencia mecánica –es decir a los esfuerzos externos–, lo que ha motivado la realización de estudios que mejoren sus propiedades y, en particular, que aumenten su resistencia mecánica de modo de hacer más eficiente su uso.

Uno de estos trabajos es el que realiza el académico del Departamento de Ciencias de los Materiales, Eduardo Donoso. Los estudios del profesor Donoso tienen como propósito endurecer aleaciones diluidas de cobre (es decir, bajas concentraciones de otros elementos que se incorporan al cobre) mediante tratamientos termomecánicos, a fin de producir partículas que aumenten la resistencia mecánica sin disminuir en demasía la conductividad eléctrica y térmica de él.

En particular, estudia aleaciones binarias de cobre con: berilio, aluminio, titanio, manganeso, zinc y cobalto, entre otras, y también aleaciones de cobre con tres o cuatro elementos, pues cada una de ellas le va dando un carácter particular que mejora las propiedades del cobre. Para esto, Donoso utiliza técnicas de calorimetría diferencial de barrido, microscopía electrónica de transmisión y medidas de microdureza Vickers.

El valor de esta investigación radica en que son aleaciones pensadas para remplazar a otras que se usan en el mercado, con la diferencia de que éstas elevan las cualidades del cobre y, en algunos casos, serían más baratas. "Por ejemplo, si se está usando cobre berilio, se puede cambiar por cobre titanio o cobre aluminio, y el aluminio es más barato. Y también se podría sustituir el acero en la fabricación de algunos elementos, por ejemplo en componentes de automóviles. Es cosa que la industria se atreva y tendríamos mejor calidad", dice Donoso.

En la misma dirección de mejorar las propiedades del cobre, trabaja el académico del Departamento de Ingeniería Mecánica, Rodrigo Palma Hillers. El problema científico que busca resolver junto con los profesores Eduardo Donoso, Aquiles Sepúlveda y Alejandro Zúñiga, es cómo reforzar el cobre para hacer elevar su resistencia mecánica a altas temperaturas –quinientos u ochocientos grados– conservando su conductividad eléctrica y térmica, pues el cobre puro se ablanda al aumentar la temperatura.

Para evitar esto se debe endurecer el metal y lograr que mantenga ese estado a altas temperaturas. Y la estrategia consiste en generar partículas cerámicas nanométricas. "Gran parte del material es cobre casi puro pero tiene disperso partículas nanométricas de óxido de aluminio y carburo de titanio, que le dan la resistencia a altas temperaturas a los materiales metálicos en general y en particular al cobre. Pero el que esta dureza se mantenga depende de que estas partículas no se disuelvan en el cobre y para eso hay que encontrar elementos de poca solubilidad como el vanadio. De modo que estamos comparando la resistencia que obtiene el cobre con carburo de titanio versus cobre con carburo de vanadio", explica el profesor Palma.

Respecto de las aplicaciones de esta aleación, el académico dice que una posibilidad es el electrodo para soldadura por resistencia eléctrica:

"Dos láminas de acero las sobrepones en los bordes, y por arriba y por abajo lo presionas con una barra de cobre que hace pasar una corriente que al pasar por la unión entre las láminas de acero genera una resistencia, se calienta, se funde localmente y queda soldado. Esta barra de cobre se calienta a quinientos grados y si es cobre solo se deformará, pero si tiene estas nanopartículas no se desgastará tanto".

Agrega que el valor de esos electrodos sería más alto y disminuiría la frecuencia con que se deben cambiar. "Ahorra tiempo de parada de una industria, porque si un electrodo de cobre actual dura un día y el nuestro dura tres, en parar la producción y cambiar el electrodo una vez al día dejas de ganar dinero, pero si se hace cada tres días hay un ahorro importante".

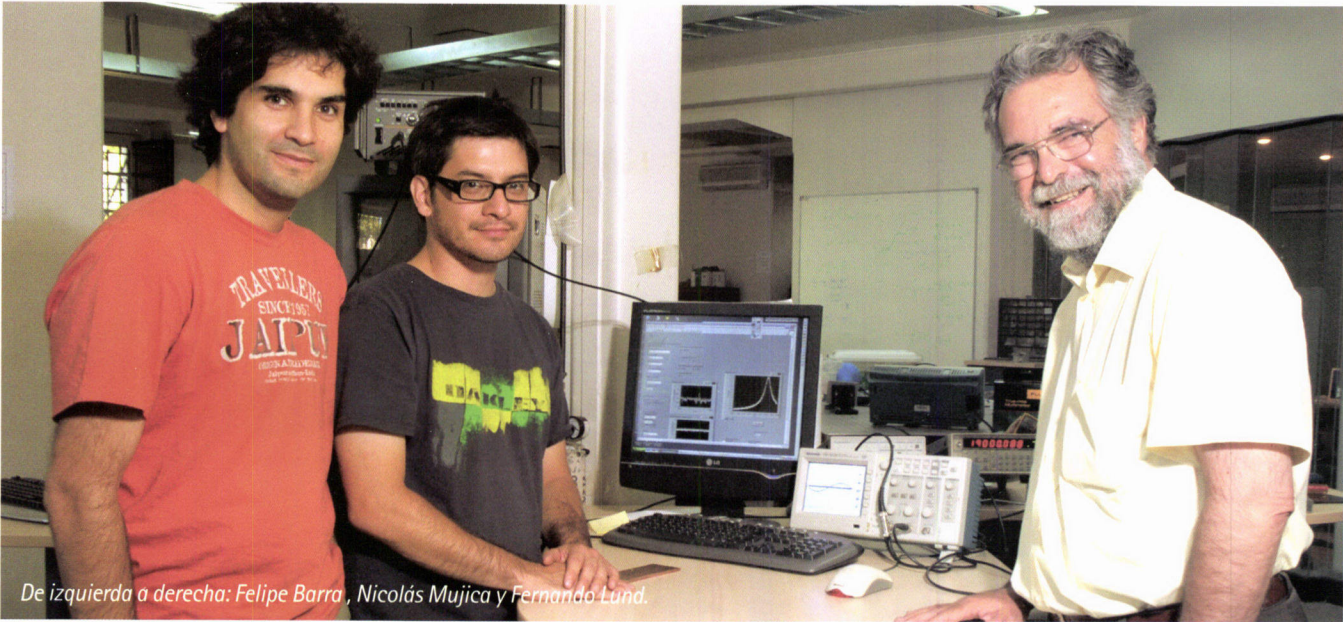
Otra aplicación está en la industria microelectrónica, en los frames de los circuitos integrados. "Mientras más potentes son estos dispositivos se genera más calor, pero cada vez son más pequeños por lo que tienen menos área donde disipar el calor", dice Palma y agrega: "Las aleaciones de cobre sirven para esto, pero se calientan, entonces hay que tener cuidado de que no pierda sus propiedades mecánicas. Con estas aleaciones buscamos que a pesar de que esté caliente siga resistiendo".

EL COBRE AL SERVICIO DE LA SALUD PÚBLICA DEL PAÍS

Una importante innovación en el uso del cobre significará la puesta en marcha del proyecto ganador del Programa de Innovación para el Cluster Minero de Corfo-Innova que explotará las propiedades antibacterianas del cobre.

Se trata de una iniciativa de Codelco y ProCobre a la que fue invitada la FCFM a través de la Fundación para la Transferencia Tecnológica (UNTEC) y en la que participan los profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica, Rodrigo Palma y Aquiles Sepúlveda.

"La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos aprobó 275 aleaciones de cobre para uso antimicrobiano. Y en pruebas de laboratorio se ha descubierto que en noventa minutos desaparecen completamente ciertas bacterias, mientras que en el acero inoxidable que lo ves limpio, permanecen todas", explica Rodrigo Palma.



De izquierda a derecha: Felipe Barra, Nicolás Mujica y Fernando Lund.

"Nos preguntamos por qué el cobre es blando y el acero es duro. Si logramos comprender esa diferencia, podríamos hacer un cobre a la medida".

La validación de estos resultados se está realizando en hospitales del mundo y en Chile se hará en la UCI del Hospital del Cobre en Calama. "El objetivo es eliminar la contaminación cruzada, que es un tema gravísimo en muchos hospitales. Para esto se recubrirán: barandas de las camas, porta sueros, mesas para comida de los pacientes, brazos de las sillas para visitas, palancas de regulación de la cama y lápices utilizados para introducir datos en las pantallas de computadores. Todos estos elementos son susceptibles de ser tocados por una persona que eventualmente tiene bacterias en sus manos y las deja en ese dispositivo que luego es tocado por otra persona y se contamina", dice Palma quien junto a Aquiles Sepúlveda trabajará en la selección de las aleaciones para estos dispositivos.

INICIATIVAS DESDE CIMAT

En el Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencias de los Materiales (CIMAT) de la FCFM también se investigan nuevos usos del cobre. El Director del CIMAT, Fernando Lund, junto a los académicos del Departamento de Física, Nicolás Mujica y Felipe Barra, estudian la física que está en el origen de la diferencia del cobre y el acero. "Nos preguntamos por qué el

cobre es blando y el acero es duro. Si logramos comprender esa diferencia, podríamos hacer un cobre a la medida que combine las propiedades de conducción térmica y conducción eléctrica, por ejemplo, con propiedades de dureza que lo transformen en un material estructural como es el acero. Si comprendemos bien esas propiedades entregaremos un nuevo uso del cobre que podría aplicarse en la construcción de puentes o edificios", explica Fernando Lund.

Luis Améstica, también del CIMAT, participó en un proyecto de desulfurización liderado por el profesor Ralph Yang de la Universidad de Michigan, Estados Unidos, y que fue financiado por el programa ICA-CIMAT. En el proyecto se aprovechó la capacidad de adsorción del cobre (proceso por el cual las moléculas son retenidas en la superficie de un material) para retener ácido sulfhídrico (H₂S), un contaminante nocivo e incluso letal, para el ser humano y el medio ambiente.

El primer año se aplicó cobre en la desulfurización del diesel y el segundo en la desulfurización del gas natural y gases con bajo contenido de azufre utilizados en la industria petroquímica. Completados los estudios básicos, esta idea fue patentada por el Dr. Yang con el auspicio

de la ICA (International Copper Association), apareciendo Améstica como co-autor. Según cuenta el investigador, en "forma paralela la ICA ha estado prospectando empresas que estén interesadas en la comercialización de esta idea y que completen la experimentación necesaria para esta investigación, existiendo actualmente una empresa interesada la que ya se está preparando para su implementación. Además, se testeará la aplicación de este adsorbente del ácido sulfhídrico en máscaras de uso personal, debido a que en la industria química los accidentes de escape de este ácido con pérdidas de vidas humanas no es algo inusual".

Por su parte Javier Enrione, encargado de la Unidad de Negocios del CIMAT, está coordinando la participación de este Centro en la preparación de un proyecto para la formación de un consorcio tecnológico empresarial conformado por nuestra Universidad, Copper Investment Technologies (filial de Codelco), ICA y la Fundación Chile. El trabajo que realicen estará orientado a desarrollar nuevas aplicaciones para el cobre. Una de las investigaciones que se proyectan consiste en el desarrollo de nuevos coatings (recubrimientos) para cobre que permitirán desarrollar intercambiadores de calor -como calefont y calentadores de agua- más eficientes, lo que beneficiará a una serie de industrias a través de un importante ahorro energético. 🔌

Texto: Ana Gabriela Martínez A.