

# EXPLORA

BOLETÍN  
MAYO 2006

# 28



**EXPLORA**  
Un Programa CONICYT  
Divulgación y Valoración de  
la Ciencia y la Tecnología

## La ciencia cerca de ti

GOBIERNO DE CHILE

**CONICYT** COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

[www.explora.cl](http://www.explora.cl)



# Editorial

Como equipo Explora les saludamos cariñosamente en este nuevo año escolar y les presentamos a la recién asumida Presidenta de Conicyt, Vivian Heyl Chiappini, a quien le damos la bienvenida y de quien sabemos tiene un especial interés en los aportes que desde Conicyt podemos hacer al ámbito educacional.

Deseamos invitarlos a introducirse en el mundo de los nuevos materiales, que será el principal tema que nos acompañará en las diversas acciones que realizaremos en 2006.

El tópico de los materiales en general es sumamente amplio y por ello contiene la riqueza de que podemos relevar diversas áreas del conocimiento para ir entendiendo cómo, desde el uso primitivo de los materiales que el ser humano tuvo a su disposición se fue avanzando a la "creación" de nuevos materiales modificando lo que ya había, hasta llegar a nuestros días en que el desafío es "construir" materiales definidos por necesidades específicas de la humanidad. Es por eso que bajo el lema del año "Nuevos Materiales: el Juego de los Átomos", queremos invitarlos a temas, áreas y disciplinas que nos sorprenderán hoy y todos los días.

La gran "novedad" en la constitución de estos nuevos materiales es que se comienza a intervenir desde el nivel atómico y molecular, lo que implica estudiar las complejas interacciones que se pueden dar a distinta escala de la materia ya sea nano, molecular o macromolecular, tanto en su estructura como en su dinámica. Así como en las dimensiones macroscópicas las propiedades mecánicas como la resistencia, son fundamentales, a nivel microscópico muchas propiedades cambian drásticamente; las propiedades electrónicas, los fenómenos ópticos y de superficie se hacen críticos.

Todo lo anterior hace que la aproximación a estos tópicos traiga indispensablemente una mirada inter y multidisciplinaria, única forma de alcanzar un resultado óptimo para lo que se quiere "crear".



Creemos que con este tema estamos abriendo posibilidades de participación para distintas fuentes de conocimiento como la historia, la arqueología, la física, la química, la informática, la biología, las matemáticas, la educación tecnológica y las ciencias de los materiales.

Los invitamos a mantenerse informados y a participar en las numerosas actividades que desde ya nuestros Coordinadores Regionales están organizando en todo el país.

**Haydée Domic Tomicic**  
Directora Programa EXPLORA - CONICYT

## Saludo de la nueva Presidenta de CONICYT

Estimados profesores, estudiantes y comunidad escolar en general. Quiero manifestarles que al asumir este importante desafío que me ha encomendado la Presidenta de la República Michelle Bachelet, me encuentro trabajando con un profundo compromiso con el país y con todos ustedes y a la vez con mucha energía para desarrollar, profundizar y consolidar el trabajo de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Conicyt.

Por intermedio de estas líneas quisiera hacerles un fuerte llamado a que sigan colaborando y participando en las actividades que el Programa de Conicyt, Explora, tiene preparadas para acercar el conocimiento científico y tecnológico a todos los ciudadanos y ciudadanas de nuestro país.

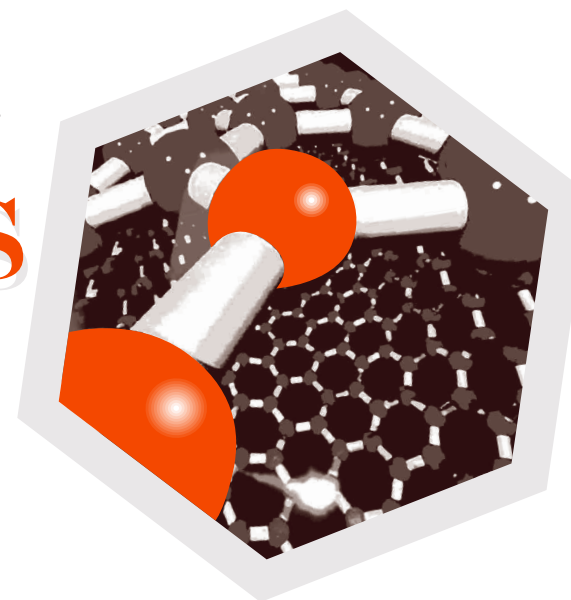
La Ciencia, Tecnología e Innovación constituyen un aporte fundamental al desarrollo económico, social, cultural y político de Chile. No podemos perder de vista que nuestra gran misión dice relación con el país como un todo.

Por lo mismo, Conicyt hoy, requiere de políticas públicas claras, una gestión eficiente con énfasis en resultados, trabajo en equipo y articulación de los diferentes actores involucrados - gobierno, universidades y empresas -. Así mismo, debe estar disponible para el mayor número de actores y servir de motor para la investigación y desarrollo en diferentes niveles y áreas.

Espero que todas las iniciativas que emprendamos durante el 2006 y los próximos años culminen exitosamente contando para ello con un fuerte y permanente apoyo de Conicyt. Mucho éxito en el año escolar 2006.

**Vivian Heyl Chiappini**  
Presidenta de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

# NUEVOS MATERIALES: el Juego de los Átomos



## ¿Por qué los Materiales?

El Doctor en Física de la Universidad de Santiago de Chile, Francisco Melo Hurtado, miembro del Comité Directivo del Programa EXPLORA, explica las razones para elegir a los nuevos materiales como el tema central de las actividades del Programa para el presente año.

¿Por qué se eligieron los nuevos materiales para trabajar este año?

El año pasado fue fácil, teníamos el "Año Mundial de la Física". Hoy es una pregunta menos obvia. No siempre hay un gran por qué. El tema del año depende del mensaje que queramos transmitir. Hay que elegir un tema que tenga la capacidad de convocar a la mayor parte de los científicos, estudiantes y público general. Y en ese sentido nuevos materiales incluye todo, hay innumerables actividades bajo la etiqueta de "los materiales"; desde la biología hasta la física, desde lo orgánico hasta lo inorgánico. Así, este tema cuenta con la ventaja de reunir y puede despertar gran interés puesto que vivimos en una sociedad tecnológica donde gran parte de la innovación e investigación es en torno a los materiales; éstos son parte de nuestra vida diaria. Es importante además que la temática y su puesta en escena puedan producir "asombro", ya que esta "emoción" despierta en el público una necesidad natural por saber más. Este año, los nuevos materiales prometen dejarnos con la boca abierta.

Los materiales tienen muchas aristas, ¿es difícil definir de qué se va a hablar?

Naturalmente, nos hemos preguntado cuáles son las grandes líneas y así surgen materias recurrentes como polímeros o plásticos, biomateriales, conductores y semiconductores, materiales magnéticos, nanomateriales y sus variados usos y desafíos. También tenemos otros materiales específicos que constituyen una riqueza natural de nuestro país como el cobre, la madera, el acero o el litio. Por cierto, nos interesa motivar actividades en torno a estos materiales y crear cierta conciencia en el público.

Para los estudiantes es muy importante conocer acerca de los materiales en general; no todo se puede hacer con elástico, cinta adhesiva

y unos clips, sino que debe existir una búsqueda, una elección de materialidad, y en esa búsqueda está el truco.

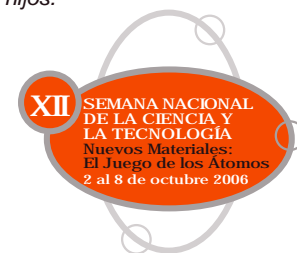
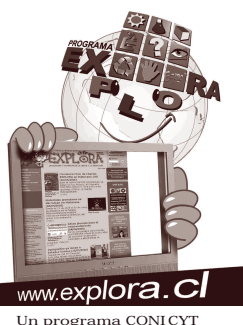
Para cualquier ciudadano es útil saber por qué una botella se fabrica de vidrio o de plástico y no de otro material y si el material es "limpio" desde el punto de vista ecológico. También deseamos distinguir si un "implante" es realmente "biocompatible" o solamente tolerado por el organismo, o conocer cuáles son las exigencias que imponen sobre los nuevos materiales el uso de la energía solar y nuclear o el almacenamiento del hidrógeno. Con variadas actividades, nos gustaría además que nuestros escolares y público no pierdan de vista que el desarrollo de una sociedad sustentable requiere del diseño de nuevos materiales y de decisiones informadas en cuanto a su uso.

¿Cómo ha recibido la comunidad científica esta invitación a trabajar?

Muy bien, porque Explora proporciona un ambiente acogedor, abierto a un debate que va más allá del puramente científico. Quienes colaboran con Explora desarrollan motivación adicional y eso para todos es muy importante. Encontrar un lugar donde abundan las palabras de apoyo y lo que hacemos sea reconocido y valorado, llama la atención y reconforta. Acá podemos sentarnos a conversar de materiales y muchos otros temas y sentir que estamos en otro plano, no en el competitivo ni en la lucha por los proyectos. En Explora siempre se tiene claridad en que el objetivo final es la educación de nuestros escolares, nuestros hijos.

### En esta edición...

02	Saludo y Editorial
03	El Juego de los Átomos... ¿Por qué los Materiales?
04 y 05	Hablan los que saben
06 y 07	Para tener en cuenta
08, 09 y 10	¿De qué están hechas las cosas?
11	Congresos Científicos Escolares
11	Campamentos
12	Capacitación
13	Coordinadores Regionales
14 y 15	Proyectos y Clubes Explora 2006
16	Agenda y ficha de suscripción





# Ocho que saben

Destacados científicos chilenos que trabajan a diario con los materiales nos acercan a sus áreas de investigación y nos abren las puertas de sus laboratorios para introducirnos en el tema que nos tendrá sumergidos durante todo este año.

Historia de los materiales, plásticos, metales, imanes, biomateriales y fracturas en los materiales son algunos de los tópicos que ocho académicos de distintas instituciones abordarán en estas líneas.

## Entrevistas

### El hombre y sus materiales



Carlos Aldunate del Solar, Director del Museo Chileno de Arte Precolombino.

Los homínidos se diferenciaban de las otras ramas de los primates por varios aspectos, entre ellos, la capacidad para crear lo que nosotros hoy llamamos artefactos o instrumentos. Estos serían los primeros atisbos de creaciones culturales y que tiene que ver justamente con la transformación de la materia.

El hombre cada vez ha ido creando más instrumentos, los que modifican y condicionan su cultura. De tal manera que hoy probablemente no podríamos vivir sin instrumentos. Hasta el aire se ha transformado en una cosa modificada

por el hombre con todo el tema de la contaminación.

En primer lugar se fueron creando cosas muy básicas y utilitarias, especialmente para comer, abrigarse, en fin para las necesidades básicas. Pero de a poco el hombre comenzó a modificar los materiales y de paso a cambiar su cultura.

Los materiales están enteramente ligados en el desarrollo del hombre, están metidos adentro, no es una cosa de afuera. El hombre ha ido construyendo su mundo a través de los materiales. Por esto es

que la historia del hombre puede ser perfectamente vista desde el punto de vista de la evolución de los materiales. Estamos compuestos de los mismos átomos, somos polvo de estrellas como dicen los astrónomos, y existe una capacidad para transformarnos a nosotros mismos.



### El poder de los metales

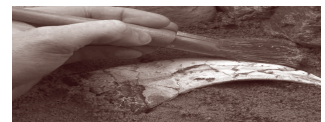


Dr. Oscar Bustos Castillo, Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Santiago de Chile, USACH.

Hoy, las investigaciones en metales están orientadas básicamente a realizar aleaciones que buscan mejorar sus propiedades mecánicas, físicas y químicas. Mejorar las propiedades significa dar más dureza y firmeza al material.

En Chile, la industria minera es la que impulsa el desarrollo y estudio de este tipo de materiales, a diferencia de otros países, donde es la automotriz.

Por ejemplo, para romper la roca en la minería con el fin de sacar mineral requiere una alta energía y cantidad de



materiales que resistan y que sean muy duros. A medida que pasa el tiempo la mina se hace más profunda y dura, por lo que se requiere que el acero con que se construyó la punta de la pala, sea cada vez más resistente, porque de lo contrario habría que irlo reemplazando día a día.

A nivel mundial los principales avances están en la industria automotriz. Años

atrás, los autos fácilmente pesaban 5 toneladas, lo que significaba un consumo de combustible muy alto, porque había que mover esa tremenda masa. Los siderúrgicos empezaron a tratar de que fueran más livianos. Desarrollaron aceros de mejor resistencia mecánica y sin necesidad de que sean tan gruesas las chapas, los chasis. Cuando alguien ve un automóvil chocado dice "como quedó el auto", pero eso está diseñado así, o sea el acero se fabricó para que cuando sufriera un choque él absorbiera toda la energía de ese impacto y no la persona. Antes todo lo recibía el chofer.

### Todo de plástico



Dr. Franco Rabagliati Canessa, Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile, USACH.

Antes de referirnos al plástico, deberíamos hablar de polímeros, esencia o materia prima de los plásticos. Para hacer pan necesitamos la harina; para hacer plástico necesitamos el polímero, porque es el que da las propiedades.

Los polímeros son cadenas muy largas y según como se formen esas cadenas van a ser las propiedades que tenga el plástico.

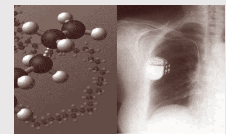
Los polímeros están formados por monómeros, una unidad química compuesta generalmente por carbono y

otros elementos. Si es polietileno, sólo carbono e hidrógeno, por ejemplo.

Los monómeros pueden ser obtenidos de la industria carbopetroquímica, incluso en el petróleo la parte gaseosa tiene componentes que son polimerizables.

El plástico es un material que encontramos por todas partes. Su uso y consumo ha aumentado en forma sustancial en este siglo, de partida por el tema del peso, el plástico es mucho más liviano que el metal

Un ejemplo más que claro es la industria automotriz que ha reemplazado mucho el metal por plástico. Los parachoques de los vehículos hoy los hacen de una pieza moldeada de polipropileno. Además, tiene una alta durabilidad, porque no se oxida como un metal.



### Una inspiración natural



Dr. José Luis Arias Bautista, Facultad de Ciencias Veterinarias y CIMAT, Universidad de Chile.

Los materiales bioinspirados son aquellos basados en los seres vivos. Hay un sinnúmero de problemas que ya los resolvió la biología hace millones de años. Lo que nosotros queremos hacer es redescubrirlos para aplicarlos en utilidades para el hombre.

Esta línea de investigación partió de la pregunta planteada en 1989 en Estados Unidos: ¿podemos aprender de la biología los procedimientos mediante los cuales los seres vivos fabrican cerámicas?

De manera de ver si esos procesos se pueden imitar y así poder aplicarlos para fabricar alguna cerámica de interés industrial.

En este campo podemos hablar también de la biocerámica. Por ejemplo, la ingeniería para hacer cerámica lo que hace es tomar polvo, juntarlo con agua y calentarlo a muchos grados de manera de cristalizarla. Los seres vivos hacen cerámica sin tener que calentar nada, las pueden fabricar bajo el agua, en condiciones absolutamente ambientales.

Las conchas de los moluscos, dientes, huesos, cáscaras de huevo son cerámicas que la biología hace de manera exactamente distinta y al revés de como las hace la ingeniería, esas son las cerámicas biológicas o Biocerámicas.



### Atracción total



Dr. José Luis Giordano, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca, sede Curicó.

Los materiales magnéticos, son metales que reconocemos como el Samario, Neodimio y el Praseodimio. En 1983 se desarrolló el mejor imán conocido en la actualidad: el Neodimio-Hierro-Boro. Por primera vez también se han podido fabricar potentísimos imanes en extremo pequeños.

La última generación de imanes es tan superior a las anteriores que se les ha denominado Superimanes, y consisten

en compuestos metálicos con tierras raras (elementos químicos como el Samario, Neodimio y el Praseodimio). En 1983 se desarrolló el mejor imán conocido en la actualidad: el Neodimio-Hierro-Boro. Por primera vez también se han podido fabricar potentísimos imanes en extremo pequeños.



Los imanes, además de servir para hacer juegos, adornos, juntar alfileres, hacer trampas y fijar mensajes en las puertas de los refrigeradores, tienen innumerables e importantísimas aplicaciones. Se usan también para mover mecanismos, separar impurezas de alimentos, agitar y mezclar líquidos, sellar puertas, en parlantes, micrófonos, emisores y sensores de ultrasonido, brújulas, instrumentos de medición, detectores de clavos, motores de automóviles, electrodomésticos, aviones, cohetes, sondas espaciales, equipos de sonido y video, entre otras utilidades.

### Fortalezas y fragilidades



Dr. Miguel Lagos Infante, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

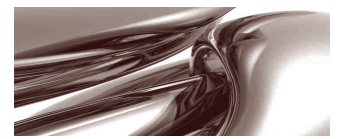
Cualquier cosa sólida sometida a un esfuerzo, puede soportar cierto rango de deformación plástica, pero finalmente se rompe. Entonces ¿Por qué se rompen las cosas?

En los años 20, Griffith, un investigador inglés, explicaba que todos los materiales en equilibrio tienen pequeñas grietas microscópicas que concentran la tensión, cuando estas grietas se propagan los materiales se rompen.

Lo que yo propongo es que teóricamente un material tiene que ser frágil o dúctil y

tiene que romperse, aunque no exista ninguna grieta. Los materiales siempre están hechos de un conjunto desordenado de elementos, ya sea cristales, átomos desordenados o grumos. Los tres casos funcionan de la misma manera. Los elementos forman una estructura similar a poliedros que se juntan unos con otros sin dejar agujeros entre sí. Entonces cuando se ejerce una presión sobre el material y éste se deforma plásticamente, los átomos, grumos o cristales resbalan unos sobre otros, deformándose entre ellos para no dejar espacios.

En el caso de los materiales formados por cristales o grumos, estos tienen cierta elasticidad y por lo tanto pueden tener una respuesta dúctil antes de romperse. En los átomos desordenados prácticamente no hay elasticidad y simplemente se rompen, por lo que son siempre frágiles.



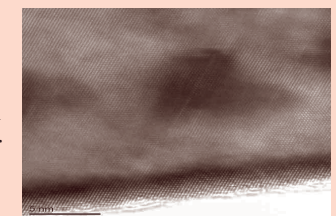
### Cobre reforzado



Dr. Rodrigo Palma Hillerns, Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile.

Mi trabajo es el desarrollo de aleaciones de cobre reforzadas con nanocerámicas que se utilizarán en procesos a altas temperaturas. Esta investigación responde a la necesidad de nuevos materiales conductores de electricidad y conductores térmicos, que disipen el calor para poder operar a altas temperaturas, sin que se pierda la resistencia del cobre ni su capacidad conductora.

Esto tiene una aplicación importante en electrodos para soldaduras por resistencia eléctrica, que se utilizan actualmente en la fabricación de electrodomésticos.



Una de las cosas más importantes es habernos dado cuenta que la nanocerámica tenía que ser creada e integrada dentro del proceso mismo de

fabricación, no agregándola, para evitar que se disolviera en el cobre al calentarlo. Esto se logró a través de la pulvimetalurgia, que es un procedimiento en que se mezclan polvos metálicos para formar una aleación mecánica, es decir, que en vez de obtenerla por fusión, se logra mecánicamente, en un molino de alta energía a relativamente baja temperatura. Mezclamos entonces polvos de cobre con polvos de titanio y grafito (carbono) para formar cobre con partículas muy pequeñas, del orden de 5 a 10 nanómetros, estas partículas son las que impiden que el material se deforme.

### Brevemente Nanomateriales



Dr. Patricio Haberle Tapia, Departamento de Física, Universidad Técnica Federico Santa María.

Los nanomateriales son el producto del arte de construir objetos con dimensiones en la escala de los nanómetros (1 nanómetro = 0,000 000 001 metro). En el fondo se trata de una arquitectura atómica con la que se pueden hacer desde átomos artificiales a complejas estructuras compuestas de varios átomos o moléculas. Ello puede así generar una estructura electrónica de acuerdo a un diseño. La variedad de productos y sectores de la economía donde estos nuevos materiales pueden ser aplicados es múltiple, desde

la industria de los cosméticos, las pinturas, los desinfectantes y hasta como medios de almacenamiento y procesamiento de información.

El progreso realizado en nuevas técnicas para manejar y analizar la materia a nivel microscópico, desarrollados en los últimos 30 años, permite vaticinar una explosión de nuevas aplicaciones de estos nuevos entes. Podremos así predecir para el presente siglo, una nueva revolución industrial basada en materiales avanzados.



# Para tener en cuenta

Exploramos aquí los significados de algunos conceptos necesarios para una mejor comprensión de los Nuevos Materiales.

A lo largo del año iremos ampliando este glosario, el que podrán consultar en la dirección electrónica: [www.explora.cl/otros/materiales/index.html](http://www.explora.cl/otros/materiales/index.html).

## Polímeros:

Del griego *poli* (mucho) y *meros* (partes). Son moléculas muy grandes, en forma de cadenas de las más diversas formas, compuestas por un monómero que se repite. Estas moléculas pueden incorporar miles o millones de monómeros distinguiéndose así por su alto peso molecular.

También existen polímeros en los que la unidad que se repite está formada por dos o más monómeros; son los denominados copolímeros.

Los polímeros se pueden clasificar en naturales, sintéticos y semisintéticos; o en orgánicos e inorgánicos. Los polímeros naturales son fundamentales en todos los procesos biológicos de los seres vivos, mientras que en nuestra sociedad industrializada dependemos fuertemente de los polímeros sintéticos.



## Polímeros naturales:

Son aquellos provenientes directamente del reino vegetal o animal, como la seda, lana, algodón, celulosa, almidón, proteínas, caucho natural (látex o hule), ácidos nucleicos, como el ADN, entre otros.

## Monómeros:

Del griego *mono* (uno) y *mero* (parte). Son pequeñas moléculas de bajo peso molecular. Cuando se unen, en forma lineal o ramificada, forman polímeros.

## Polímeros sintéticos:

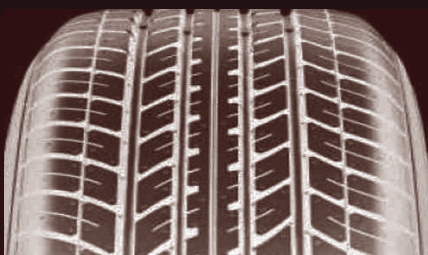
Son los transformados o "creados" por el hombre. Están aquí todos los plásticos, los más conocidos en la vida cotidiana son el nylon, el poliestireno, el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno. La gran variedad de propiedades físicas y químicas de estos compuestos permite aplicarlos en construcción, embalaje, industria automotriz, aeronáutica, electrónica, agricultura o medicina.

## Polietileno:

Polímero constituido de etileno. Lo encontramos en envases, tuberías, recubrimiento de cables. Es probablemente el que más usamos en nuestra vida cotidiana.

## Polímeros semisintéticos:

Se obtienen por transformación de polímeros naturales. Por ejemplo, la nitrocelulosa o el caucho vulcanizado.



## Nanotubos de Carbono:

Pequeñísimos tubos cuyas paredes tienen el espesor de uno o varios átomos, con gran resistencia mecánica, sirven para reforzar estructuralmente los materiales y colaboran en la formación de composites. Son una forma elemental de carbono, formados a partir de planos donde el carbono se dispone en redes hexagonales curvadas en forma de cilindros; son verdaderas láminas nanométricas de grafito enrolladas sobre sí mismas.

## Materiales compuestos:

Combinación de materiales en que normalmente hay un material que es la base y se le incorporan otros para hacer una mezcla desordenada, una estructura regular o intermedia. El hormigón es un claro ejemplo de ellos, incorporando arena, cemento, agua y piedras. Ejemplos naturales de estos materiales son las conchas de los moluscos, donde pequeños "ladrillos" de carbonato de calcio se pegan unos sobre otros por medio de un polímero natural, lo que le confiere una gran resistencia a la ruptura. Lo interesante de estos materiales es que sus propiedades físicas son distintas a las de sus constituyentes aislados.

## Materiales biocompatibles:

Materiales farmacológicamente inertes, diseñados para ser implantados o incorporados en un sistema vivo. Ejemplos de estos materiales lo constituyen la piel sintética y los materiales usados en los implantes óseos.

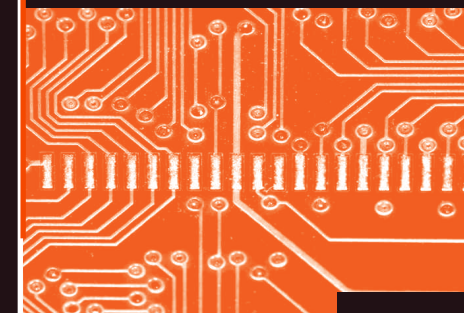
## Nanotecnología:

Es la ciencia de fabricar y controlar estructuras y máquinas a nivel molecular, capaz de construir nuevos materiales átomo a átomo. Su unidad de medida es el nanómetro que es la milmillonésima parte de un metro,  $10^{-9}$  metros. Es una de las áreas del conocimiento científico y tecnológico que promete mayores cambios y desarrollos en la fabricación de nuevos materiales.

## Superconductores:

Son materiales que presentan simultáneamente dos propiedades: una, la más conocida, conducir corriente eléctrica sin resistencia, es decir, sin pérdida de energía. La otra, es la repulsión del campo magnético (como por ejemplo, el campo terrestre). Pueden transportar gran cantidad de energía eléctrica, por ejemplo en equipos de resonancia magnética, aceleradores de partículas y en los modernos trenes que funcionan mediante levitación magnética ("MagLev").

Hasta el momento, la superconductividad se manifiesta a temperaturas extremadamente bajas.



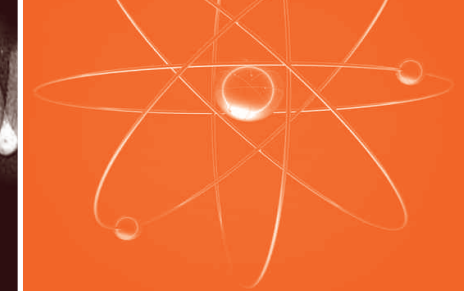
## Semiconductores:

Son materiales que mediante la adición de ciertas impurezas, dejan de ser aislantes y pueden conducir electricidad de forma diferente a la realizada por un conductor.

Los circuitos integrados y dispositivos como memorias, microprocesadores, laser y sensores de luz, se fabrican con semiconductores. Los más utilizados son el silicio y el arseniuro de galio. Estos permiten que un computador pueda realizar millones de instrucciones cada segundo y ejecutar rápidamente tareas complejas.

## Átomo:

Unidad fundamental de un elemento que puede intervenir en una combinación química.

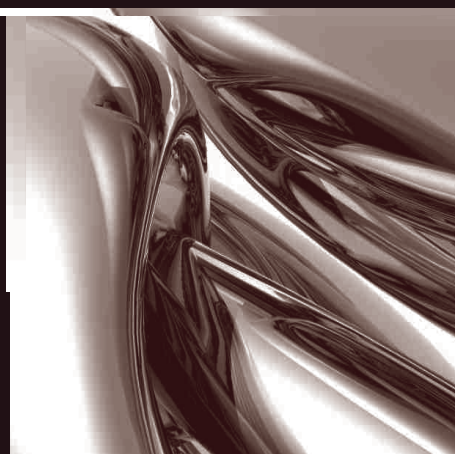


## Piezoeléctricidad:

Propiedad consistente en la aparición, en las caras opuestas de un cristal, de cargas eléctricas de diferente signo cuando es estirado o comprimido. Un claro ejemplo de esta propiedad está en los chisperos; al activarlos se gatilla una respuesta eléctrica, la que genera un alto voltaje, que se traduce en una chispa que enciende la cocina o el calefón.

## Superplasticidad:

Se suele definir fenomenológicamente como la capacidad de ciertas aleaciones de experimentar grandes deformaciones, manteniendo su homogeneidad, antes de producirse la fractura, cuando son sometidas a esfuerzos que sobrepasan el límite elástico, que es el esfuerzo sobre el cual el material experimenta deformaciones permanentes. Cuando no es sobrepasado, el material vuelve a su forma original al liberarlo del esfuerzo. Se habla de superplasticidad cuando las deformaciones unitarias son superiores a 500 %.



## Aleación:

Mezcla en que los átomos componentes de los distintos elementos químicos se combinan e intercambian entre ellos. Por ejemplo, el acero al carbono es una aleación donde los elementos están mezclados a nivel atómico, así los átomos de carbono están dispersos al interior de la aleación y rodeados por los átomos de hierro.

# ¿De qué están hechas las cosas?

Este reportaje fue elaborado con el aporte y asesoría del Dr. Gonzalo Gutiérrez Gallardo, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile y el Dr. Francisco Melo Hurtado, Comité Directivo de Programa EXPLORA y físico de la Universidad de Santiago de Chile, USACH.



el que se conjugan sinérgicamente la química, la física, las ciencias biológicas y las matemáticas, junto a otras disciplinas.

Sartenes que no se pegan, envases biodegradables, medios de transportes más ligeros y resistentes, pantallas planas, tornillos biocompatibles para cirugía de huesos, motores más livianos, estos son, por nombrar algunos, objetos o artefactos que mejoran nuestro entorno y que aparecen en nuestra vida diaria casi sin darnos cuenta. ¿Cómo es posible llegar a tanta maravilla?

Gracias a la Ciencia de los Materiales, una rama del conocimiento relativamente nueva que incluye un trabajo multi e interdisciplinario, en

## Un poco de historia

El ascenso del hombre ha estado ligado siempre al uso y desarrollo de los materiales. Por ejemplo, la historia de la humanidad está dividida en etapas, basándose en el tipo de material en que el ser humano adquirió su mayor destreza de manipulación. Es así como conocemos la Edad de Piedra, del Cobre, del Bronce, del Hierro, probablemente la del Silicio y ahora, como dicen algunos expertos, estamos insertos en la Edad del Plástico y los Biomateriales.

El uso de materiales se inicia en el Paleolítico Superior, cuando el *homo sapiens* comenzó a descubrir la utilización del pedernal, la madera y algunas fibras vegetales.

Justamente es en este período cuando se comienzan a hacer las primeras mezclas y elaboración de nuevos materiales; el hombre desarrolla, con astas y marfiles, utensilios para la caza, como puntas de lanza, cabezas de arpones, lanzas y arcos de varias piezas.

Así, sin darse cuenta el hombre fue descubriendo propiedades y creando artilugios, muchas veces producto del azar o la intuición.



Los nuevos materiales son uno de los ejemplos más notables de la relación entre el desarrollo científico y tecnológico, con la creatividad e innovación. Y lo más importante, mediante esta actividad encontramos respuesta a una de las preguntas más importantes que se ha hecho la humanidad por los siglos de los siglos: **¿de qué están hechas las cosas?**



Naturalmente, en épocas remotas el interés principal del hombre era satisfacer sus necesidades materiales inmediatas -hacer una buena punta de flecha o un cuchillo firme y no estaba en condición de hacer "investigación científica", sino que comenzó directamente por la aplicación. Así, los primeros metalúrgicos que fundieron mineral de cobre hace unos 7000 años tal vez eran incapaces de distinguir entre un óxido o un sulfuro, pero sí sabían buscar y utilizar muy bien las vetas del mineral que les proporcionaban cobre metálico. Posteriormente vino un desarrollo más sistemático, se aprendió a distinguir distintos elementos y a combinarlos entre sí para producir materiales con mejores propiedades, de acuerdo a las necesidades. Esto permitió obtener reglas empíricas de mezclas y métodos de producción, muchos de los cuales son usados hasta el día de hoy. Estas reglas empíricas, a su vez, sirvieron como base para desarrollar las teorías científicas en el campo de la física y de la química que constituyen los pilares fundamentales de la actual ciencia de los materiales.

Uno de los relatos más notables en este contexto de crear cosas nada más que con la suerte de encontrarse con ellas, es la historia de Charles Goodyear, al descubrir el proceso de vulcanización del caucho, a finales del siglo XIX.



En la cocina de su casa, el inquieto investigador llevaba años intentando hacer el caucho más duro. Su esposa, hastiada con el trabajo incesante de su marido, le hizo prometer que dejaría su investigación. Pero Goodyear no descansó y un día mientras combinaba caucho y azufre, fue sorprendido por la llegada inesperada de su mujer, y se deshizo rápidamente de lo que tenía en sus manos, lanzándolo al fuego. Después de esa escena encontró lo que buscaba y su hallazgo fue fundamental para construir neumáticos, impermeables, fundas aislantes de cables y otros muchos objetos, hoy en día, indispensables en la sociedad.

Nuestro actual entorno tecnológico está plagado de objetos dotados de propiedades físicas y químicas impensables hace unas pocas décadas. Pero éstas no se han descubierto como el caucho, sino que a través de la comprensión de cómo se unen los átomos, las moléculas, los cristales e incluso la materia viva.

Gran parte de los nuevos materiales que se desarrollan en la actualidad son el resultado de investigaciones en Física, Química, Ingeniería y también Biología. Así llegamos a descubrir materiales superconductores, materiales con memoria de forma, polímeros materiales bioinspirados... y mucho más.

## Todo pende de una tabla

Día a día el hombre ha ido desarrollando nuevos materiales, sobre todo, con el número de combinaciones químicas que se pueden realizar con el centenar de elementos de la tabla periódica, el punto de partida para los investigadores que trabajan en crear. Ocupan toda la materia del universo, los compuestos químicos, metales, aislantes, cerámicas, plásticos y materiales orgánicos e inorgánicos que han existido, y todos los que existirán en el futuro. La diferencia fundamental es que se tiene una necesidad y a partir de ella "se construye" el material.



Una legítima aspiración de alguien que trabaje en el área de materiales es ser capaz de predecir en forma confiable el comportamiento de éstos en una amplia escala de tamaños y tiempos. Consideremos un ejemplo concreto: supongamos que tenemos un poste metálico que soporta una antena. De este poste nos gustaría conocer, o poder calcular, propiedades macroscópicas generales, tales como su resistencia mecánica, su flexibilidad, los cambios que sufre debido a la temperatura y el tiempo que puede resistir una determinada fuerza externa. Pero además, también interesa conocer propiedades tales como la resistencia a la corrosión o su actividad química, que dependen directamente de cuáles y cómo están dispuestos los átomos y moléculas que componen el poste; es decir, propiedades a escala atómica. Así, para conocer las propiedades de un material en su conjunto, necesitamos estudiarlo en sus distintas escalas de tamaño y tiempo, empleando en cada una de ellas las teorías e instrumentos que sean adecuadas.

Mediante la Mecánica Cuántica se pudo explicar los espectros atómicos, la tabla periódica de los elementos, el enlace químico, el color de los cristales y muchas otras propiedades de los materiales. Es una teoría bastante abstracta y poco intuitiva, llena de sorpresas e implicaciones filosóficas no triviales, pero entrega resultados tan sorprendentes como precisos. En términos prácticos ha sido extremadamente fecunda, siendo la responsable de la gran mayoría de los adelantos en electrónica, óptica, comunicaciones y computación que vemos hoy día. Así como la Mecánica Clásica establece las leyes del movimiento de los cuerpos macroscópicos, la Mecánica Cuántica es la teoría que predice el comportamiento de la materia a nivel atómico y molecular.

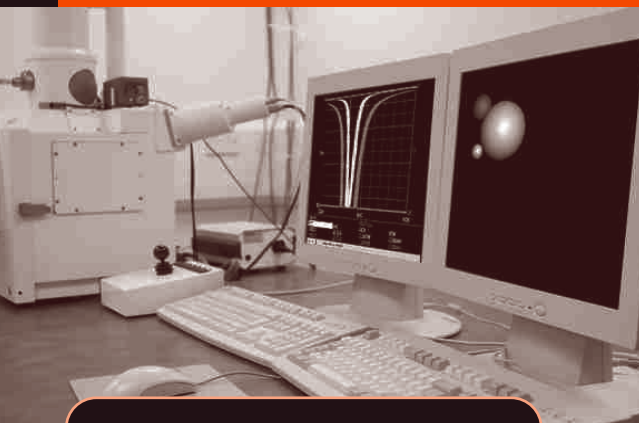


¿De qué están hechas las cosas?



Muchos de los diseñadores de nuevos materiales ocupan sistemas de simulación en computadores para combinar átomos, calcular su estructura molecular y deducir sus propiedades físicas y químicas. A partir de ahí, elaboran los prototipos reales de aquellos modelos que tienen más posibilidades de poseer las propiedades buscadas, con el consiguiente ahorro de tiempo y costes.

Así, la curiosidad, los avances científicos, las nuevas tecnologías y las diversas necesidades de la humanidad han ido potenciando la búsqueda y desarrollo de nuevos materiales en todas las áreas.



## Innovación en materiales

La innovación es un proceso en el que se utiliza el conocimiento para crear riqueza, y no simplemente un fenómeno de desarrollo de tecnología.

Por una parte este "conocimiento" debe ser entendido en su más amplia acepción, aún cuando en general las innovaciones suelen ser procesos que combinan, en forma creativa y única, ideas y tecnologías. La innovación entonces tiene múltiples manifestaciones que tienen que ver con la creatividad y la capacidad emprendedora.

Por otra parte, el "crear riqueza" no sólo significa riqueza económica, sino habría que entenderlo como mayor bienestar para las personas. En esta mirada las cosas pasan de tener un "precio" a tener "valor", el que puede ser económico, social, cultural, de desarrollo personal y tantos otros.

Por esto, se habla de que el mundo del desarrollo de nuevos materiales es un real ejemplo de Innovación.

Dato:

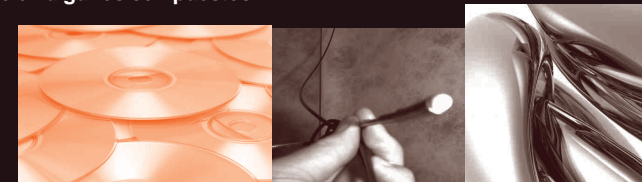
Es difícil dar una definición de lo que es un material, pero intuitivamente sabemos que entre ellos se encuentran, por ejemplo, el vidrio, la madera, y los textiles. Según la enciclopedia digital, Wikipedia, en ciencia o ingeniería, un material es una sustancia (elemento o, más comúnmente, compuesto químico) con alguna propiedad útil, sea mecánica, eléctrica, óptica, térmica o magnética. Según la Real Academia Española, Material viene del latín *materialis*, perteneciente o relativo a la materia, elemento que entra como ingrediente en algunos compuestos.

Las técnicas de simulación computacional más usadas para modelar un sistema a nivel atómico son la Dinámica Molecular (DM) y el Método de Montecarlo (MC). Estos métodos pueden considerarse como algoritmos para mover los átomos de acuerdo a las condiciones físicas del problema, simulando de ese modo lo que ocurre en el material real bajo esas condiciones. En ambos métodos se colocan los átomos en una posición inicial determinada y se juega con las condiciones físicas externas deseadas, por ejemplo número de átomos, temperatura y presión.

Naturalmente, aquí todavía queda mucho camino por recorrer, puesto que los computadores más potentes diseñados hasta ahora no tienen la capacidad suficiente para incorporar plenamente todos los detalles necesarios que den cuenta de la complejidad de una gran cantidad de átomos constituyentes de un material real.

Textos extraídos del artículo "Diseño de materiales a la medida: ¿sueño o realidad?", Dr. Gonzalo Gutiérrez G., ensayo completo en: [www.explora.cl/otros/materiales/gutierrez.html](http://www.explora.cl/otros/materiales/gutierrez.html)

Los conceptos físicos y los métodos de cálculo que permiten entender, y por tanto prever, lo que ocurre en un material en sus distintas escalas de tamaño bajo condiciones externas determinadas no están desarrollados todavía. Sin embargo, gracias a los avances en el plano experimental, en el plano teórico, y en el plano de la simulación computacional, hoy se comienza a ver como posible el sueño de diseñar y construir materiales hechos a la medida de necesidades específicas. Ciertamente, esto no es sólo privativo de ciencia de materiales, sino que está ocurriendo también en otras áreas, como biología, genética y química. En particular, una revolución similar se vive en la industria farmacéutica, donde por primera vez estamos a las puertas de poder diseñar y sintetizar remedios con fines específicos.



## Congresos Científicos Escolares EXPLORA en Regiones

Todas las regiones del país tendrán Congresos Científicos Escolares EXPLORA, sus ganadores participarán en el Congreso Nacional que se realizará en enero de 2007.

Importantes cambios trae la convocatoria al VII Congreso Nacional Científico Escolar EXPLORA, "Encuentro de Jóvenes por la Ciencia en el Camino del Bicentenario". En esta versión participarán sólo los equipos ganadores de sus respectivos Congresos Regionales. Ellos tendrán la oportunidad de asistir al Nacional y los mejores podrán viajar a encuentros internacionales como la Feria INTEL-ISEF en Estados Unidos.

En los sitios web de las Coordinaciones Regionales EXPLORA, que pueden encontrar en la página 13 de este Boletín, están las bases y formularios para postular a los Congresos de sus zonas.

### Participación Metropolitana

Entre el 26 y el 28 de octubre de 2006, se llevará a cabo el Primer Congreso Regional Científico Escolar EXPLORA Región Metropolitana, que reunirá a los exponentes más destacados de la ciencia juvenil.

Bases y Formularios: [www.explora.cl](http://www.explora.cl)  
Informaciones en: (02)3654576 y (02) 3654573  
Fax: (02) 6551386  
Email: [congresorm@conicyt.cl](mailto:congresorm@conicyt.cl)  
Entrega de trabajos: Bernarda Morin 566, Providencia.

## De Iquique a Indianápolis

Ganadores del 6° Congreso EXPLORA tienen listas las maletas para viajar a Estados Unidos.

Este 6 de mayo Lissis Orellana, Patrick Vega y Víctor Arredondo partirán rumbo a Estados Unidos para representar a Chile en la Feria INTEL ISEF en Indianápolis, Estados Unidos.

Estos alumnos del Liceo A-11 Elena Duvauchelle Cabezón de Iquique se adjudicaron la posibilidad de representar a Chile en este evento científico mundial por haber sido uno de los premiados en el 6° Congreso Nacional Científico Escolar EXPLORA con su investigación **Cultivando el desierto con Agua de Mar**.

El Comité de Revisión Científica escogió este trabajo por unanimidad y por haber abordado un tema local que reúne condiciones de interés científico, novedad temática, gran proyección económica y que provoca la curiosidad de la comunidad.

"Queremos mostrarle al mundo lo rica y nutritiva que es la quinua, un producto que no es conocido, pero que tiene muchas ventajas. Es especial para los vegetarianos", dice Myrma Medel, profesora a cargo del proyecto y que acompañará a Norteamérica a los estudiantes.

Los jóvenes idearon su proyecto pensando en las riquezas de su ciudad, la que está rodeada por mar, pero con poca vegetación, debido a la escasez de agua potable. Por esta razón, los noveles científicos buscaron que el agua de mar sirviera como fuente de regadío para la quinua, producto que tiene gran capacidad para tolerar diversas condiciones ambientales, entre ellas, la salinidad.

"Las semillas se adaptaron muy bien al riego con agua de mar. Luego de 96 horas casi el 100 % logra germinar, sólo unas pocas crecen más lento", dice Patrick Vega.

Los estudiantes estarán en la feria hasta el 13 de mayo, período en el que mostrarán su trabajo a jóvenes e investigadores de todo el mundo.



## Campamentos

### Fomentando la creación y el emprendimiento

Fondo concursable del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología PBCT, administrado por EXPLORA, impulsará a estudiantes de pregrado a concretar proyectos innovadores.

El Tercer Concurso de Campamentos de Emprendimiento Tecnológico para la Divulgación y Valoración de la Ciencia y la Tecnología hace un llamado a los estudiantes de pregrado de todo Chile, de áreas científica y tecnológica, que hayan aprobado el sexto semestre de sus carreras en instituciones de educación superior, a presentar sus más innovadoras ideas.

Los futuros profesionales deben proponer y desarrollar un proyecto tecnológico creativo e innovador que solucione problemáticas de diversas áreas científicas, económicas o sociales y puedan administrar operativa y financieramente la propuesta bajo la atenta mirada de un tutor escogido por ellos y respaldado por su institución educacional.

Las iniciativas deben contemplar la participación directa de estudiantes de enseñanza media, promoviendo en ellos la comprensión y aplicación de conceptos, métodos y prácticas relacionadas con el emprendimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico, con una base científica sólida.



Bases y formularios en: [www.explora.cl](http://www.explora.cl)

Cierre convocatoria: Lunes 29 de mayo de 2006 a las 17:00 horas.

EXPOSICIONES ITINERANTES CAPACITACIÓN DE PROFESORES 2006

CIUDAD	MUESTRA	INICIO	TÉRMINO
🍎 Arica	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	11 de mayo	1 de junio
🍎 Concepción	Mundo Microscópico	2 de junio	22 de junio
🍎 Iquique	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	8 de junio	2 de julio
🍎 Temuco	Mundo Microscópico	29 de junio	21 de julio
🍎 Antofagasta	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	27 de julio	18 de agosto
🍎 Valdivia	Mundo Microscópico	27 de julio	18 de agosto
🍎 Copiapó	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	25 de agosto	20 de septiembre
🍎 Coyhaique	Mundo Microscópico	4 de septiembre	24 de septiembre
🍎 Serena	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	26 de septiembre	19 de octubre
🍎 Punta arenas	Mundo Microscópico	5 de octubre	28 de octubre
🍎 Valparaíso	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	25 de octubre	17 de noviembre
🍎 Rancagua	Juegos, Estrategias y Azares de la Vida	23 de noviembre	17 de diciembre
🍎 Talca	Mundo Microscópico	noviembre	diciembre



Corresponden a movimientos capacitación de profesores zona sur



Corresponden a movimientos capacitación de profesores zona norte



El Camino de las Ciencias, Artes y Tecnologías

# Ahora los profesores son los alumnos

En 11 regiones de Chile se están realizando cursos de perfeccionamiento para docentes del área de la ciencia y la tecnología.

Más de 500 docentes de todo el país están participando en el Programa Nacional de **Capacitación en Educación Interactiva de Ciencia y Tecnología** que está implementando el Museo Interactivo Mirador, MIM, en conjunto con el Programa EXPLORA CONICYT y el respaldo del Ministerio de Educación.

La primera parte de esta iniciativa ya se ejecutó en la Octava y Región Metropolitana y ahora es el turno de las restantes regiones.

El proyecto pretende entregar herramientas a los profesores para que en sus clases apliquen una metodología interactiva que favorezca en sus alumnos aprendizajes significativos de ciencia y tecnología, utilizando manos, corazón y cerebro en este proceso.

*"La forma de aprender ciencia es haciendo ciencia y por lo tanto estamos privilegiando el hacer, el sentir y el reflexionar como un todo para el logro de un aprendizaje que tenga significado en lo personal y en lo colectivo", dice Haydée Domic, Directora de EXPLORA.*

Para cada Región se desarrollan dos cursos. Uno dirigido a profesores de Enseñanza Básica, y otro para Enseñanza Media. Por cada establecimiento educacional participan, a lo menos, 2 profesores del equipo docente, uno de los cuales debe ejercer en el subsector de educación tecnológica, y el otro, su par, idealmente del subsector de ciencias.

Los relatores, en su mayoría académicos vinculados a universidades, han sido capacitados especialmente para dictar los talleres, cuyas áreas temáticas son: Educación, Física, Diseño y Uso de Materiales, Electricidad y Electromagnetismo y Epistemología.

*"Son muy buenos. Me va a servir bastante para aplicarlos con mis alumnos. Aprendí mucho, sobre todo, porque los relatores explican bien y adaptan la información y todo fue muy bien complementado con los proyectos que debemos presentar al final de las clases", dice Roberto González profesor de Matemática y Tecnología del liceo Polivalente Esmeralda de Colina, Región Metropolitana.*

Terminados los cursos los profesores, junto a otros colegas de la región interesados en la educación interactiva o que apliquen algún concepto de ella en sus clases,

podrán formar una red de intercambio de ideas y trabajo para así también estar preparados para una próxima convocatoria. Quienes quieran unirse a estos grupos pueden comunicarse con el Coordinador EXPLORA de su zona.

Adicionalmente, cada región recibirá también el apoyo de una exposición itinerante del CCAT, la que también estará disponible para estudiantes, profesores y público general. (Ver tabla).



Nancy Casanova Toledo recibe su diploma de manos de la Directora de Explora, Haydée Domic Tomicic.

## Coordinadores Regionales

# Explora en todas las Regiones

Para todo Chile participe de las actividades preparadas por EXPLORA, nuestro Programa tendrá este año Coordinadores en cada una de las Regiones del país.

### I Región

Arica - Parinacota  
Eliana Belmonte S.  
e-mail: mbelmont@uta.cl  
Fono: 58 -205551 / Fax: 58 -224248  
www.explora.uta.cl/  
Iquique  
Elía Soto S.  
e-mail: elia.soto@unap.cl  
Fono: 57 -394483 / Fax: 57 -394365  
www.unap.cl/explora\_iqui/

### II Región

Antofagasta - Tocopilla - El Loa  
Lily Zamora D.  
e-mail: lizamora@ucn.cl  
Fono: 55 - 355030 / Fax: 55 - 355086  
www.explorasegunda.ucn.cl

### III Región

Chañaral - Copiapó - Huasco  
Mario Ibarra M.  
e-mail: mibarra@uda.cl  
Departamento de Física  
Fono: 52 - 206701 / Fax: 52 - 206688  
http://webmail.uda.cl/explora/

### IV Región

Elqui - Choapa - Limarí  
Sergio González A.  
e-mail: sgonzale@ucn.cl  
Fono: 51 -209786 / Fax: 51 -209750  
http://explora4.ucn.cl/

### V Región

Valparaíso - Quillota - San Antonio - San Felipe - Petorca - Los Andes  
Mabel Keller M.  
e-mail: mkeller@ucv.cl  
Fono: 32 -273531 / Fax: 32 -273437  
www.exploraquinta.ucv.cl

### VI Región

Cardenal Caro - Cachapoal - Colchagua  
Nelda Muñoz G.  
e-mail: nmunoz@utalca.cl  
Fono: 71 - 202325

### VII Región

Talca - Cauquenes - Linares - Curicó  
Nelda Muñoz G.  
e-mail: nmunoz@utalca.cl  
Fono: 71 - 202325

### VIII Región

Concepción - Arauco - Bio Bio - Ñuble  
Anita Valdés J.  
e-mail: anivalde@udec.cl  
Fono-Fax: 41 -216722  
www.udec.cl/explora/

### IX Región

Cautín - Malleco  
Felipe Gallardo A.  
e-mail: gallardo@ufro.cl  
Fono: 45 - 325428 / Fax: 45 - 325440  
www.ufro.cl/explora

### X Región

Valdivia - Osorno - Llanquihue - Chiloé - Palena  
Lilian Villanueva Ch.  
e-mail: lvillanu@uach.cl  
Fono-Fax: 63 - 221124  
www.explora10.cl

### XI Región

Coyhaique - Aysén - Capitán Prat - General Carrera  
Marisol Barría N.  
e-mail: marisobarria@uach.cl  
Fono: 67 - 244522 / 239377

### XII Región

Punta Arenas - Porvenir - Puerto Natales  
Margarita Garrido E.  
e-mail: malvina@aoniken.fc.umag.cl  
Fono: 61 -207074 / Fax: 61 -219276  
www.umag.cl/explora/

www.explora.cl

# Sembrando ciencia por todo Chile

## Proyectos y Clubes EXPLORA 2006

El Comité Científico de EXPLORA adjudicó, de acuerdo a su calidad, 16 Proyectos y 41 Clubes para ser ejecutados este año.

Para el X Concurso Nacional de Proyectos, fueron seleccionadas propuestas de la II, IV, V, VIII, IX, X y por primera vez de la XI Región.

En los 10 períodos que lleva esta iniciativa se han apoyado 190 Proyectos de los 790 que se han presentado, y cerca de 900 mil personas entre estudiantes, profesores, científicos y público general han sido parte de este esfuerzo conjunto.

En cuanto al VI Concurso Nacional de Clubes, EXPLORA adjudicó iniciativas desde la Primera a la Décima Región. La región con más adjudicados es la VIII, con 8 propuestas aprobadas.

En esta convocatoria resalta también que por primera vez la Región Metropolitana tenga cinco iniciativas aceptadas, mucho más que en anteriores llamados.

En las seis convocatorias de Clubes se han respaldado 234 propuestas de 450 que han postulado, alcanzando a unas 400 mil personas entre estudiantes, profesores, científicos y público general.

### Nuevas Convocatorias

Este año la convocatoria del Concurso de Proyectos se abre el 29 de mayo y cierra el 21 de agosto. En tanto la séptima versión de Clubes recibirá propuestas desde el 5 de junio hasta el 28 de agosto.

Para saber más: [www.explora.cl](http://www.explora.cl)

### Listado Adjudicados VI Concurso Nacional de Clubes EXPLORA, ejecución 2006

Título	Director Gral.	Inst. Ejecutora	Comuna/Región	Teléfono
Club Explora Ciat L2 Ciencia, Arte y Tecnología	Mirtha Andaur	Liceo N° 2 Matilde Brandau de Ross	Valparaíso, V R.	32 - 251339
Club de Astronomía del Pancho	Maria Inés Figueroa	Colegio Francisco de Miranda	Peñalolén, R.M.	2 - 2715272 2 - 2715599
Explorando y Descubriendo la Biodiversidad Oculta del Suelo y su Importancia en la Vida de las Plantas	Berta Alarcón	Escuela Curamo	Ancud, X R.	09 - 6908355
Los Protectores del Cuerpo Humano	Lidia Garretón	Escuela Adelaida La Fetra D-149	Huechuraba, R.M.	2 - 2440773
Fün - Pehuen	Sandra Andrade	Colegio San Miguel	Osorno, X R.	64 - 214651
Club de Ciencias Le Petit Prince	Olga Hernández	Liceo Abate Molina	Talca, VII R.	71 - 231363
Ensayos Biotecnológicos	Miguel Ángel Soto	Escuela San José	San Pedro de la Paz, VIII R.	41 - 390051
Club Explora El Mar es un Camino	Carlos Méndez	Liceo Pencopolitano B-40	Penco, VIII R.	41 - 451016
Club Geoastronomía	Cristián Arias	English College	Talagante, R.M.	2 - 8150622
Etnobotánica en la Región Metropolitana	José Luis Martínez	Liceo de Aplicación	Santiago, R.M.	2 - 6994872
Exploradores Huascoalinos	Paula López	Escuela E - 54 Anexo E.M.	Alto del Carmen, San Félix, III R.	51 - 1983011
Club Explora Almenar	Patricio Ross	Colegio Almenar del Maipo	Puente Alto, R.M.	2 - 8425540
Club Explora de Astronomía Cruz del Sur	Carlos Videla	Liceo Sindempart	Coquimbo, IV R.	51 - 268461
Club Explora Haruwen (Tierra): Pasado, Presente y Futuro	Gastón Gómez Carvajal	Liceo Sindempart	Coquimbo, IV R.	51 - 268461
Club Ecológico Chinchilla	Claudia Varas	Liceo Sindempart	Coquimbo, IV R.	51 - 268461
Leonardo da Vinci	Felipe Marín	Colegio Leonardo da Vinci	San Javier, VII R.	73 - 321877
Club Bio - Matemático	Myrna Medel	Liceo Elena Duvauchelle Cabezón	Iquique, I R.	57 - 413125
La Salud un Tesoro	Julia Rodríguez	Liceo Juan de Dios Puga	Yerbas Buenas, VII R.	73 - 390127
El Hombre y lo Nativo: Frente a Frente	María Flores	Colegio Amanecer	Coronel, VIII R.	41 - 755475
Pasancalla en el Cielo	Elba Robles	Colegio San Agustín de Atacama	Copiapó, III R.	52 - 225020
Pasancalla Explora la Fauna de Atacama	Angélica Veron	Colegio San Agustín de Atacama	Copiapó, III R.	52 - 225020
Germoplasma de Árboles Nativos	Carmen Gutiérrez	Escuela G-136 Profesor Manuel Castillo Velasco	San Carlos, VIII R.	42 - 273054
Las Mariposas Ilustradas	Heredia Peña	Liceo Agrícola Christa Mock	Valparaíso, V R.	33 - 262960
Abre tu Mundo	Héctor Jara	Escuela G-76 Viña La Cruz	Coltauco, VI R.	72 - 462322
Príncipes de la Naturaleza	Luis Gallardo	Colegio Príncipe de Asturias	Valdivia, X R.	63 - 239400
Amigos de la Ciencia	Leticia Williams	Colegio Concepción San Pedro	San Pedro de la Paz, VIII R.	41 - 794710
Buscadores de Nuevas Tecnologías Alternativas	Haroldo Tapia	Escuela Eduardo Campbell Saavedra E-592	Penco, VIII R.	41 - 452247
Conciencias Blancas Consecuencias Verdes	Jorge González	Colegio Nueva América	Viña del Mar, V R.	32 - 671636
Relmu	Cristina Villazón	Colegio Los Torreones	Valdivia, X Región	63 - 342000
Rincón del Clic	Doris Huentequero	Colegio de Aplicación	P. de Valdivia, IX R.	45 - 349430
Insectos en la Isla	Teresa Barria	Escuela Básica Dalcahue	Dalcahue, X R.	65 - 641372
Mar de Papel	Viviana Peña	Colegio Leonardo Murialdo	Valparaíso, V R.	32 - 213459
Cazadores del Tiempo II	Carla Iribarren	Liceo José Antonio Carvajal	Copiapó, III R.	52 - 212682
Los Alquimistas en Acción	Sandra Williams	Ins. de Humanidades Alfredo Silva Santiago	Concepcion, VIII R.	41 - 620660
Diverciencias	Norma Cruz	Colegio Inglés San José	Antofagasta, II R.	55 - 786030
Exploradores Geológicos Junior de Elqui	Concepción Cáceres	Liceo Jorge Alessandri Rodríguez	La Serena, IV R.	51 - 253807
Germinando Conocimientos	Antonieta Vallejos	Colegio Amanecer	Coronel, VIII R.	41 - 755475
Científicas del Futuro	Julia Molina	Liceo Corina Urbina Villanueva	San Felipe, V R.	34 - 510163
Peñi - Lemu Hermanos del Bosque	Rosa Jara	Instituto Inmaculada Concepción (IIC)	Valdivia, X R.	63 - 211181
Exploradores Costeros de la IV Región	Marco León	Liceo Industrial José Tomás de Urmeneta G.	Coquimbo, IV R.	51 - 321776
Exploradores Australes	Roberto Cádiz	Colegio Purísimo Corazón de María	Fresia, X R.	65 - 441281

### Listado de Adjudicados X Concurso Nacional de Proyectos, ejecución 2006

Título	Director Gral.	Inst. Ejecutora	Comuna/Región	Teléfono
Marcadores Genéticos: Importancia e Impacto en Producción Animal	Danilo Vargas	Universidad Mayor	Huechuraba, R.M.	2 - 3281384
Los Secretos de la Microbiología Vegetal y Por Qué se Enferman las Plantas	Gastón Apablaza	P. Universidad Católica de Chile	Macul, R.M.	2 - 6864118
Incentivar la Física Experimental para Enseñanza Media en Regiones	Ricardo Pesse	Universidad de Santiago de Chile	Est. Central, R.M.	2 - 7763322
Insectos Acuáticos de Chaitén: Asociaciones Características y Adaptaciones al Hábitat	Jose Luis Iriarte	Universidad Austral de Chile	Puerto Montt, X R.	65 - 277124
Explorando los Mundos de Nuestro Mundo: La Biodiversidad del Centro - Sur de Chile	Rocío Jaña	Fundación Senda Darwin	Santiago, R.M.	2 - 9787359
Investigaciones y Discusiones sobre el Pasado, Presente y Futuro de los Anfibios y Reptiles	Rigoberto Solís	Universidad de Chile	La Pintana, R.M.	2 - 9785527
Conversaciones Radiales de Ciencias entre Adultos y Escolares	José Villarroel	Universidad de Chile	La Pintana, R.M.	2 - 9785600
Conocimiento y Valoración del Territorio en Alumnos de la Araucanía: Un Camino para el Desarrollo Regional	José Luis Saavedra	Universidad Católica de Temuco	Temuco, IX R.	45 - 205543/491
Desarrollando Capacidades Científicas y Técnicas por Medio de la Acuicultura en los Alumnos de Colegios de la IX Región	Cristián Pichara	U. Católica de Temuco, Escuela de Acuicultura, Campus Norte	Temuco, IX R.	45 - 205516
Ciencia Entretenida: Aprendiendo Ciencias a través de las TIC	Gerardo Moëne	Universidad de La Frontera	Temuco, IX R.	45 - 325252
Los Por Qué de las Ciencias	Eugenio Oblitas	Universidad de Concepción	Concepción, VIII R.	41 - 203965
Experimentos Matemáticos: Las Matemáticas no sólo se Demuestran, también se Descubren	Carlos Pérez	Universidad de Concepción	Concepción, VIII R.	41 - 204526 41 - 522055
Descubriendo el Mundo Microscópico Marino de las Costas del Desierto de Atacama	Carlos Riquelme	Universidad de Antofagasta	Antofagasta, II R.	55 - 637881
El Uso del Ciclo de Indagación en un Estudio de Largo Plazo Promoviendo el Intercambio de Experiencias	Enrique Martínez	Centro de Estudios Avanzados en Zona Árida (Ceaza), U. de La Serena	La Serena, IV R.	51 - 204378
Conocimiento, Propagación y Reforestación, de la Flora Nativa Arbórea de la V Región	María José Hernández	Universidad de Viña del Mar	Viña Del Mar, V R.	32 - 462573
Modelo de Análisis y Evaluación del Río Claro, por Medio de la Exploración Científica, Transferible a los Diferentes Sistemas Acuáticos de la Región de Aysén	Carlos Merino	Universidad Austral de Chile	Coyhaique, XI R.	67 - 234467



# Agenda EXPLORA abril-agosto

Qué	Cuándo	Dónde
Convocatoria III Concurso de Campamentos de Emprendimiento Tecnológico.	4 de abril al 29 mayo	www.explora.cl
Convocatoria 1º Congreso Científico Escolar EXPLORA Región Metropolitana.	3 de mayo al 28 de agosto	www.explora.cl
Charla Polímeros y Plásticos en nuestros días, Dr. Franco Rabagliati.	2 de mayo, 18:45 horas	Centro Cultural Matucana 100, Espacio XL
Convocatoria XI Concurso Nacional de Proyectos de Divulgación y Valoración de la Ciencia y la Tecnología.	29 mayo al 21 de agosto	www.explora.cl
CCAT, Exposición Ponte a Prueba.	1 junio al 2 de julio	Museo MAC de Valdivia
Convocatoria VII Concurso Nacional de Clubes Explora y	5 junio al 28 de agosto	www.explora.cl
Charla Biomateriales Asombrosos ¿Podremos imitarlos?, Dr. José Luis Arias.	6 de junio, 18:45 horas	Centro Cultural Matucana 100, Espacio XL
CCAT, Expo Material Granular; del grano a la avalancha.	26 de julio al 19 de agosto	INACAP, Valparaíso
XII SEMANA NACIONAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Nuevos Materiales: El Juego de los Átomos.	2 al 8 de octubre	En todo el país www.explora.cl

## Ficha de suscripción

Para suscribirse a nuestro Boletín o cambiar sus datos, complete este cupón y envíelo por fax o e-mail. Le solicitamos además divulgar esta ficha entre sus colegas (el cupón puede ser fotocopiado).

Nombre .....

Profesión .....

Cargo .....

Institución .....

Dirección particular .....

Ciudad ..... Región .....

Teléfono ..... Fax .....

E-mail .....



ISSN 0717-3547  
Programa EXPLORA-CONICYT  
Bernarda Morin 566, Providencia  
Santiago, Chile  
Teléfonos: (56-2) 365-4573 | 365-4576  
Fax: (56-2) 655-1386  
E-mail: [explora@conicyt.cl](mailto:explora@conicyt.cl)

Boletín N° 28  
11.000 ejemplares

Imágenes: Archivo Explora | Archivo K-Diseño  
Foto Portada: Daniela Labbé  
Fotos Nanotubos: Cortesía del Dr. Rodrigo Segura, Laboratorio de Síntesis de Nanomateriales, Departamento de Física, Universidad Técnica Federico Santa María.

Se autoriza su reproducción para fines no comerciales.

[www.explora.cl](http://www.explora.cl)