

IX Semana Nacional de la CIENCIA y la TECNOLOGÍA 2003

6 al 12 de Octubre

Una invitación a Explorar

Las Comunicaciones

...Hebras que enlazan Mundos...

El Programa EXPLORA - CONICYT agradece el valioso aporte de investigadores y académicos que compartieron sus experiencias, desde diferentes áreas del saber, en las actividades desarrolladas a lo largo de todo Chile durante la Novena Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología.

LIBRO DE ACTIVIDADES 2003:

Este Libro de Actividades es una publicación que respalda conceptualmente la temática de la Novena Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología del Programa EXPLORA - CONICYT.

Colaboraron en esta edición del Libro:

- Ricardo Baeza Yates, Doctor en Ciencias de la Computación, Director Centro de Investigación de la Web, CIW, Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile
- Joaquín Ipinza Regla, Licenciado en Medicina Veterinaria y Sociobiólogo, Director del Laboratorio de Zoología y Etología de la Universidad Mayor
- Alejandro Maass Sepúlveda, Doctor en Matemática, Académico Departamento de Ingeniería Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile
- Gloria Montenegro Rizzardini, Académica Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Lautaro Núñez Atencio, Doctor en Antropología, Premio Nacional de Historia 2002, Académico de la Universidad Católica del Norte
- Adrián Palacios Vargas, Ph. D. en Neurociencia, Universidad de Paris, Francia, Departamento de Fisiología, Instituto Ciencias Biológicas y Químicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso
- Mario Rosemblatt Silber, Ph. D., Wayne State University, Estados Unidos, Director Ejecutivo Fundación Ciencia para la Vida

Edición General y Producción: Programa EXPLORA - CONICYT
Diseño y Diagramación: Jorge Baeza Tolchinsky
Impresión: La Nación S.A.
Distribución: El Mercurio
Tiraje: 180 mil ejemplares

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, sin fines de lucro, citando la fuente y al Programa EXPLORA - CONICYT

PROGRAMA EXPLORA - CONICYT
Bernarda Morin 566, Providencia, Santiago
Teléfonos: (56-2) 3654571 - 3654576
Fax: (56-2) 6551386
Email: explora@conicyt.cl
Sitio Web: www.explora.cl



www.explora.cl

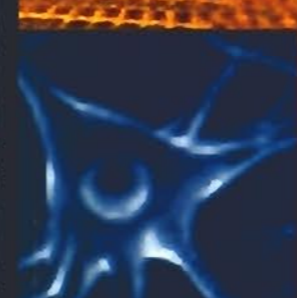


COORDINADORES IX SEMANA NACIONAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

- I Región ARICA / PARINACOTA**
Eliana Belmonte
Universidad de Tarapacá
Fono: 58 228829
mbelmont@uta.cl
IQUIQUE
Elio Soto
Universidad Arturo Prat
Fono: 57 394275
esoto@unap.cl
- II Región ANTOFAGASTA / EL LOA / TOCOPILLA**
Lily Zamora
Universidad Católica del Norte
Fono: 55 355030
lzamora@ucn.cl
- III Región COPIAPO / CHANARAL / HUASCO**
Orlando Zuleta
Universidad de Atacama
Fono: 52 206726
ozuleta@educatio.uda.cl
- IV Región ELQUI / CHDAPA / LIMARI**
Sergio González
Universidad Católica del Norte
Fono: 51 209786
sgonzale@ucn.cl
- V Región VALPARAÍSO / QUILLOTA / SAN ANTONIO / SAN FELIPE / PETORCA / LOS ANDES / ISLA DE PASCUA / ARCHIPIELAGO JUAN FERNANDEZ**
Mabel Keller
Universidad Católica de Valparaíso
Fono: 32 273530
mkeller@ucv.cl
- VI Región SAN FERNANDO / RANCAGUA**
Rafael del Canto
Colegio Sagrado Corazón
Fono: 72 218856
radelca@ctcinternet.cl
- VII Región TALCA / CURICO**
Guillermo López
Universidad Católica del Maule
Fono-Fax: 71 203349
glopez@hualo.ucm.cl
- VIII Región CONCEPCIÓN / ARAUCO / BÍO BÍO / ÑUBLE**
Anita Valdés
Universidad de Concepción
Fono-Fax: 41 207093
anivalde@udec.cl
- IX Región CAUTÍN / MALLECO**
Felipe Gallardo
Universidad de La Frontera
Fono: 45 325428
gallardo@ufro.cl
- X Región VALDIVIA / OSORNO / LLANQUIHUE / CHILOÉ**
Lilian Villanueva
Universidad Austral de Chile
Fono: 63 221124
lvillanu@uach.cl
- XI Región COYHAIQUE / AYSÉN**
Eduardo Aedo
Universidad Austral de Chile
Fono: 67 234467
eaedo@uach.cl
- XII Región PUNTA ARENAS / PORVENIR / PUERTO NATALES**
Margarita Garrido
Universidad de Magallanes
Fono: 61 207074
malvina@ooniken.fc.umag.cl
- TERRITORIO ANTÁRTICO CHILENO**
Roberto Tapia
Escuela F-50 Las Estrellas
Fono: 6948957
escuela_antartica@hotmail.com
- Región Metropolitana** Equipo EXPLORA
Programa EXPLORA-CONICYT
Fono: 3654576
explora@conicyt.cl

Libro de actividades

EXPLORA 2003



IX

Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología 2003

6 al 12 de Octubre

Una invitación a Explorar

Las Comunicaciones

...Hebras que enlazan Mundos...

www.explora.cl

Programa EXPLORA - CONICYT

GOBIERNO DE CHILE
CONICYT

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica



Ah, la comunicación... ¿En qué pensamos cuando escuchamos esta palabra? En diarios y noticiarios televisivos, muy probablemente. O, tal vez, en nuestra última y fallida conversación con nuestro pololo, profesora, amigo. Incluso, quizás, en tecnologías como Internet. Pero, seguramente, no en un pequeño ratón chileno, o en un árbol como el boldo, ¡para qué decir en arqueología, o en matemática!

Pues bien, ¡sorpresa! La comunicación también está ahí. No sólo los seres humanos nos comunicamos, con nosotros, entre nosotros, con nuestras creaciones (¿qué es sino la lectura de un libro, o la contemplación de una pintura?) y hasta con nuestro pasado. También se comunican los animales, los insectos y las plantas, en complejas interacciones que, a lo largo de millones de años, han ido moldeando la vida en nuestro planeta como la conocemos hoy. Además de nuestra composición molecular esencial (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo son los elementos principales presentes en la materia viva), a los seres vivos nos une la necesidad fundamental de interactuar entre nosotros, y con nuestro entorno, para tener éxito en la supervivencia.

Los caminos de la comunicación pueden crear rutas consolidadas y conocidas, o manifestarse a través de sutiles hebras. En este Libro de Actividades, destacadas mujeres y hombres de ciencia chilenos han colaborado con **EXPLORA** para ofrecer experiencias que nos invitan a recorrer estos senderos. Y a lo largo del país, serán las comunicaciones el eje central de la Novena Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología (6 al 12 de octubre), la cual se ha estructurado en torno al tema "**Comunicaciones, Hebras que enlazan Mundos**".

La ciencia, como todas las manifestaciones culturales humanas, también se desarrolla y fortalece a través de la comunicación. Su incorporación al acervo social requiere que todos nos hagamos parte de los avances científico-tecnológicos, creando espacios de interrelación entre quienes investigan y quienes nos beneficiamos de los resultados de su trabajo.

Este es el año de las comunicaciones en **EXPLORA**. Les invitamos a aprovechar todos los canales que aglutina el término para imbuirnos en una mirada distinta de nosotros mismos y del mundo que hemos creado.

Presentación	2
Esenciales para Unos, Invisibles para Otros	3
Conectándonos con las Bacterias ¡A Cazas Bacterias!	4 5
No tan Tranquilas como Parecen La Esencia de una Comunicación Defensiva	6 7
Un Puente de Vestigios hacia Nuestra Historia Espacio Sagrado: un Archivo al Aire Libre	8 9
El que Busca, ¿Siempre Encuentra?	10 11
Secuencias de Letras: Universos de Información	12 13
El Secreto está en la Química ¿Comida? Sigue la Huella	14 15

Degus y su Visión UV

Esenciales para Unos, Invisibles para Otros



Escribe: Adrián Palacios Vargas, Neurocientífico, Profesor del Departamento de Fisiología, Facultad de Ciencias, e Investigador del Centro de Neurociencia (CNV), Universidad de Valparaíso.

La percepción del espectro ultravioleta es propia de peces, reptiles y aves, quienes usan las radiaciones UV para **comunicarse entre ellos**, a través de la coloración de escamas, plumas y regiones relevantes del cuerpo; para la **selección** sexual y de alimentos, que en el UV forman patrones fáciles de discriminar; o para **orientación**, a través de la radiación UV polarizada, de las aves migratorias. Este tipo de visión se llama tetracromática, y está basada en la existencia de cuatro tipos de receptores de luz (conos) que captan los espectros rojo, azul, verde y UV.

Los seres humanos y algunos otros primates, tenemos una visión tricromática (con tres tipos de receptores, los conos azul, verde y rojo). La gran mayoría de los mamíferos son sólo dicromatas. Tal vez, resultado de la evolución: hace millones de años los primeros mamíferos, al adaptarse a la vida nocturna para sobrevivir, perdieron la capacidad de ver luz UV. Sin embargo, algunos la conservaron, como el *Octodon degus*, un roedor endémico de Chile, y una de las diez especies



mamíferas en el mundo (junto a otros roedores como el hámster y el conejillo de Indias) capaces de ver la luz ultravioleta.

¿Por qué? Un grupo de científicos ha encontrado una posible respuesta: los chilenos Adrián Palacios, Andrés Chávez (Universidad de Valparaíso) y Francisco Bozinovic (P. Universidad Católica), y el alemán Leo Peichl (Instituto Max Planck). En las zonas donde viven los degus la fuente más importante de emisión UV es la orina de estos roedores, quienes la usan extensamente para marcar sus rutas de circulación y lugares de encuentro social. Los investigadores postularon que la orina no sólo es una señal olfativa (que tienden a dispersarse con el aire) sino además visual, muy potente y precisa, para informar a los miembros de la comunidad el "mapa" del territorio. Una comunicación "en clave" que sólo ellos pueden captar, manteniéndola escondida a sus enemigos.

Los seres humanos también hemos creado formas de comunicación en códigos secretos, para que la información sólo llegue a quienes nos interesa. Para comenzar a investigar algunas comunicaciones invisibles, imanos a la ciencia!

Secreto Lácteo

Con **un poco de leche** y un **pincel pequeño**, escribir un mensaje sobre una **hoja de papel**. No usar mucha leche, o el papel se arrugará. Dejar secar el mensaje lácteo completamente. Para leerlo, calentar el papel bajo la **luz de una ampolleta de 100 watt**. La leche, al calentarse, se quema a una temperatura menor que el papel, y se vuelve café. El mensaje reaparece, entonces, de color café.

Acidez Invisible

Exprimir **un limón** y, con **un pincel**, escribir un mensaje con el jugo. Dejar secar. Picar **un repollo morado** y hervirlo en agua hasta que ésta tome un color oscuro. Colar y dejar enfriar el líquido. Untar **un algodón** en él y humedecer la hoja con el mensaje. El agua de repollo morado es una indicadora de ácidos y bases. Como el jugo de limón es un ácido, interactúa con él y lo vuelve de un color diferente. Con este líquido también se pueden "leer" mensajes escritos con vinagre.

Yodo Revelador

Disolver **una cucharadita de almidón de maíz (maicena)** en **1/4 de taza de agua**. Calentar un poco, revolver y dejar enfriar. Escribir un mensaje con la mezcla sobre un papel y dejarlo secar. Para leerlo, mezclar **1/4 de taza de agua con 10 gotas de yodo**. Mojar **un algodón** en la mezcla y pasarlo por encima del papel. El yodo interactúa con el almidón, y lo vuelve morado. El papel tiene también un poco de almidón, por lo que toma una coloración más clara.

Comunicaciones Microscópicas:

Conectándonos con las Bacterias

Escribe: Mario Roseblatt S., Ph. D., Director Ejecutivo de Fundación Ciencia Para la Vida

Existen bacterias en todos los sitios. Aunque nos preocupan mucho las patógenas (que pueden causar enfermedades), en la Naturaleza hay un número mucho mayor de bacterias no patógenas, que cumplen papeles fundamentales en los fenómenos de la vida: participan en el ciclo del nitrógeno y del carbono, y en los metabolismos del azufre, del fósforo y del hierro. Las que viven en suelos y aguas son indispensables para el equilibrio biológico. Algunas se usan en las industrias alimenticia y química: intervienen en la síntesis de vitaminas y de antibióticos. Su estudio ha permitido una mejor comprensión de todas las áreas de la biología.

Las bacterias pueden comunicarse entre sí, liberando "moléculas señal" en su medio ambiente y midiendo la concentración de estas moléculas dentro de una población bacteriana. Ello les permite "sentir" el número de bacterias (densidad celular) a su alrededor. Este mecanismo se conoce como *Quorum Sensing* (QS). La habilidad de estos microorganismos para comunicarse unos con otros sugiere que sus comunidades funcionan como una orquesta, en la que, para lograr una sinfonía, debe haber coordinación de tareas. En un medio ambiente natural hay muchas bacterias diferentes viviendo juntas, las que usan varias clases de moléculas señal. Como emplean diferentes "lenguajes", no pueden necesariamente comunicarse con todas.

Algunas bacterias viven independientes de otros seres vivos. Otras son parásitas. Pueden vivir en simbiosis con su huésped, comunicándose y ayudándose mutuamente, o como comensales (sin beneficio). También pueden ser patógenas. ¿Cómo informa la bacteria su poder patógeno al huésped?

1. Al producir lesiones en los tejidos vecinos, usando enzimas que la bacteria excreta, o productos tóxicos provenientes del metabolismo bacteriano.

2. A través de la producción de toxinas que pueden actuar a distancia sobre órganos sensibles, o en el momento de la destrucción de la bacteria.

Nuestro sistema inmune actúa como un radar, recibiendo constantemente estas señales y procesándolas para preparar el ataque contra el invasor. Las "células dendríticas" son las primeras del sistema en detectar a un atacante. Ellas se encuentran ubicadas en todos los sitios de entrada de los patógenos (vías respiratorias, piel, aparato gastrointestinal, epitelio vaginal) y son verdaderamente extraordinarias, ya que capturan al patógeno (antígeno) y lo procesan transformándolo en pequeños péptidos que transportan a los ganglios.

Una vez en el ganglio, les transmiten a los linfocitos T (glóbulos blancos) la vital información -"¡Hey, acá tengo atrapado un invasor!"- para que comiencen las acciones de defensa. La comunicación entre la célula dendrítica y el linfocito

T se efectúa por dos mecanismos: por contacto directo, a través de la llamada sinapsis inmunológica, y mediante factores solubles, conocidos como citoquinas. Cuando el linfocito recibe esta información se

la transmite a otras células: a los llamados "asesinos naturales" que destruirán células infectadas (con un virus, por ejemplo), o a los linfocitos B, que secretarán anticuerpos contra el invasor.

Qué necesitamos

- Cuatro botellas plásticas de bebida desechables, transparentes, muy limpias, sin etiqueta y con la parte superior (donde está el gollete) cortada
- Un embudo de salida ancha, una taza y una cuchara
- Un balde grande (al menos, 5 litros de capacidad) y ocho baldes pequeños
- Cuatro hojas de diario
- Una taza de polvo de tiza (muy molida)
- Filme plástico transparente, cinta adhesiva y un plumón

Manos a la Ciencia

1. Llenar cuatro de los baldes pequeños con tierra o barro colectados de cuatro lugares diferentes (patio, jardín, bosque, orilla de río o lago, charco) y marcar en cada recipiente el origen de las muestras. Llenar los otros cuatro baldes con agua de cada lugar de donde obtuvieron las muestras, y marcar la fuente de cada recipiente. Si el lugar escogido es seco, como un jardín, usar agua destilada o agua potable hervida por 5 minutos.
2. En el balde grande, echar cinco a seis tazas de tierra o barro de una de las muestras. Sacar las ramitas, hojas y piedras que pueda haber. Agregar lentamente el agua colectada del mismo lugar de la muestra de tierra, el agua destilada o hervida, revolviendo hasta que la mezcla tome una consistencia líquida espesa (como la crema).
3. Cortar una hoja de diario en tiras finas y agregarla a la mezcla anterior. Medir una cucharada de polvo de tiza, y agregarla también a la mezcla.
4. Marcar en una de las botellas plásticas el lugar de origen de la mezcla que acaban de hacer. Con el embudo, echar poco a poco la mezcla dentro de la botella. Cada cierto tiempo, tomar la botella y golpear suavemente su base contra una superficie para eliminar posibles burbujas de aire y asentar la mezcla. Llenar el recipiente hasta 5 cm antes del borde. Cubrir la abertura con filme plástico transparente, asegurado con cinta adhesiva.
5. Repetir el procedimiento hasta llenar las otras tres botellas con las muestras. Lavar muy bien el balde grande cada vez que terminen una mezcla.
6. Poner las botellas en un lugar bien iluminado, pero que no reciba el sol directamente, y a temperatura ambiente, lejos de fuentes de calor. Por tres o cuatro semanas, observar diariamente las botellas y registrar los cambios de color que vayan observando en la tierra. Pueden dibujar y colorear cada botella al final de cada semana. ¿Qué colores encuentran? ¿Dónde aparecen? ¿Por qué?

Muchos tipos distintos de bacterias hacen de la tierra su hogar, y los diferentes colores nos indican que se ha formado una nueva comunidad, que interactúa para crecer, desarrollarse y vivir. El rojo y naranja significan presencia de bacterias fotosintéticas púrpura. ¿Verde en la superficie? Han crecido cianobacterias y algas. Ambas son bacterias fotosintéticas: de la luz obtienen energía para crecer. Manchas verde oliva en la parte media o inferior se deben a bacterias verdes sulfurosas. Las áreas negras son sulfuro de hierro, una sustancia química formada por algunas bacterias.

Este experimento fue desarrollado por la Sociedad Americana de Microbiología.



Comunicación en Plantas:

No tan Tranquilas como Parecen

Todos los seres vivos necesitamos estar en constante interacción con nuestro entorno para sobrevivir. El mundo que nos rodea nos provee de información y debemos estar preparados para captarla, descifrarla y actuar, encontrando alimento, protegiéndonos de amenazas, escogiendo el lugar más adecuado para formar nuestro hogar. Esta interacción con el medio es fundamental para que las especies se adapten al mismo y tengan éxito en la supervivencia.

Los organismos vegetales no son una excepción. A lo largo de millones de años, las plantas desarrollaron un proceso que, en una constante interacción con el ambiente, les permitió sobrevivir obteniendo su alimento de la energía solar (fotosíntesis), el suelo y el agua.

Esta adaptación especial resultó tan exitosa, que hoy las plantas están en la base de la cadena trófica ("ruta de alimentación") de muchos ecosistemas, resultan fundamentales para la vida en la Tierra y conforman uno de los seis reinos de todos los seres vivos del planeta: el reino *Plantae*.

Pero eso no es todo. Las plantas cuentan también con formas de comunicación específicas, que les otorgan importantes ventajas adaptativas. Para ello, usan un "lenguaje" especial: el químico. Algunas plantas secretan sustancias químicas volátiles que se dispersan rápidamente por su entorno, enviando mensajes concretos: "no vivas aquí", "no soy sabrosa", "ven, que encontrarás alimento".

Estos productos son llamados semio-químicos, porque actúan como señales de comunicación a distancia. Ellos provocan una acción determinada en ciertos sistemas biológicos, atrayendo agentes polinizadores o defendiendo a la planta de invasores patógenos (bacterias, virus, hongos) o de plagas de insectos.

También pueden actuar contra otras plantas nocivas para la especie que los emite, como malezas.

Un ejemplo, estudiado en Estados Unidos, es el de la planta del tabaco. Cuando está infectada por cucurucas, emite ciertos semio-químicos durante el día para atraer a los predadores de esos insectos. Y, durante la noche, secreta otras sustancias que repelen a los insectos, para que no pongan en ella sus huevos (de otro modo, esas larvas las comerían).

Algunos de los compuestos semio-químicos se encuentran en el llamado aceite esencial de las plantas. Tal es el caso del boldo (*Peumus boldus*), un árbol endémico de Chile (se encuentra sólo en nuestro territorio). Para los seres humanos, este aceite y otras sustancias producidas por el árbol tienen una acción digestiva y protectora del hígado. Por eso, una "agüita de boldo" es tan buena para después de las comidas...



Aceite de *Peumus boldus*: La Esencia de una Comunicación Defensiva



Actividad preparada por Gloria Montenegro, Claudia Ríos y Miguel Gómez, Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Qué necesitamos

- 10 a 15 hojas de boldo
- 20 ml (aproximadamente 8 cucharaditas de té) de alcohol etílico de 90°
- dos vasos de vidrio, idealmente transparente
- un embudo
- papel de filtro para café, toalla absorbente o una servilleta

Manos a la Ciencia

1. Recolectar las hojas de boldo. Escoger aquéllas que estén más expuestas al sol, ya que producen más aceite. Recomendamos recolectarlas justo antes de que el árbol florezca (lo que sucede en junio), ya que se obtendrá mayor cantidad de aceite.
2. Picar las hojas en pedazos muy pequeños (lo más pequeño que se pueda) y echarlas en el vaso, que debe estar muy limpio y seco.
3. Agregar el alcohol etílico y agitar circularmente la mezcla por dos minutos, sin parar.
4. Cubrir el embudo con el papel filtro y colocarlo dentro del otro vaso.
5. Vaciar la mezcla de alcohol y boldo sobre él. Una vez que haya caído todo el aceite, descartar las hojas.
6. Ahora, ¡paciencia! Se debe dejar que el alcohol se evapore completamente. Pueden ponerlo cerca de la cocina o en algún lugar caluroso. Dependiendo del calor que reciba el vaso, la evaporación puede tardar de uno a dos días.
7. Finalmente, verán que al fondo del vaso hay una sustancia espesa de color verde: ya tienen el aceite esencial del boldo.

El aceite esencial del boldo se encuentra en células modificadas de la epidermis de las hojas, llamadas tricomas glandulares. Las concentraciones de aceite fluctúan entre 1-2,6%. El aceite se compone de cineol (30%), ascaridol (45%), p-cimol, eugenol y pineno. El aceite que obtuvieron en este experimento puede ser utilizado como esencia, para perfumar ambientes.



Comunicarnos con Nuestro Pasado: Un Puente de Vestigios hacia Nuestra Historia

Desde los inicios de su desarrollo social y cultural, la Humanidad ha dejado en su camino evolutivo rastros de cómo fue ese acontecer. La arqueología es la ciencia que, como parte de la antropología (estudio del ser humano), investiga estos vestigios y propone teorías y técnicas que permitan, a partir de los objetos que han quedado en el terreno, establecer un puente de comunicación con culturas y pueblos antiguos y/o desaparecidos y, a través de ellos, con nuestro propio pasado.

Lautaro Núñez, arqueólogo y Premio Nacional de Historia 2002, expresa: "Tres hitos relevantes llaman la atención en Chile, por su trascendencia cultural o el carácter epopéyico de los hechos reconstituidos, a lo largo del país. El primero, uno de los más antiguos, ocurrió entre los 11.000 a 10.000 años antes del presente, cuando grupos de cazadores paleoindios, con modestas lanzas se enfrentan a la cacería de mastodontes, uno de los herbívoros más grandes de las Américas. El segundo hito es el complejo tratamiento de la momificación artificial de los antiguos pescadores del norte del país, que desde los 5.000 años antes del presente, lograron preservar sus cuerpos con un conocimiento anatómico que ha sorprendido a la comunidad científica internacional. El tercero, es la certeza total de que, mucho antes de los incas, el desierto más seco del mundo fue cruzado en todas sus direcciones por caravanas, con sus recuas de llamas cargadas, trasladando productos de una región a otra, entre cerros sagrados, donde hicieron grandes geoglifos o diseños rituales para recibir la protección de sus dioses".

La mayor riqueza arqueológica del país está en la zona norte. Si bien el clima desértico ha contribuido a la conservación de las huellas de tantos pueblos (ruinas, petroglifos, pinturas rupestres, cementerios, sitios ceremoniales, caminos indígenas...), el paso del tiempo vuelve cada vez más frágiles a estos eslabones de la historia humana. El turismo descontrolado, el vandalismo y la ignorancia también han contribuido a destruir remanentes únicos e irremplazables de lo que ha sido la historia de los diversos pueblos originarios de Chile.

La ciencia arqueológica entabla un diálogo con mundos, historias y gentes que ya no están, pero que han dejado sus huellas en lo que somos actualmente. Comprender esta relación, es el camino más potente para promover la conservación de estos delicados rastros en nuestro país: los patrimonios culturales que han dado origen a la memoria colectiva nacional, de lo que fuimos y queremos ser...

Para los arqueólogos es muy importante determinar el tiempo en que han sucedido los hechos del pasado. Por lo mismo excavan en los asentamientos, en las casas, en los basurales prehistóricos, con el fin de identificar los antiguos estilos de vida y la evolución de las culturas. Para comprender el trabajo de los arqueólogos se pueden aplicar los estudios sobre cronología y ritos funerarios en cualquier cementerio de la ciudad o pueblo que lo tenga. En la siguiente actividad se propone investigar las diferencias cronológicas en un espacio sagrado, a medida que una comunidad se desarrolla

Espacio Sagrado: Un Archivo al Aire Libre



Actividad preparada por Lautaro Núñez, Antropólogo, Premio Nacional de Historia 2002, Académico, Instituto de Investigaciones Arqueológicas, Universidad Católica del Norte



Qué Necesitamos

- lápiz de mina y goma
- una brújula
- papel cuadriculado
- libreta de notas
- una visita a un cementerio



Manos a la Ciencia

1. Esta actividad se realiza mejor en grupo; puedes hacerla con amigos, o con tu curso. Durante la visita al cementerio, confeccionen un croquis del plano (entrada, caminos, grupos de sepulturas) en papel cuadriculado. Ayúdense con una brújula para determinar las orientaciones cardinales.
2. Recorran el cementerio, definiendo la distribución de las tumbas. ¿Dónde están las más antiguas, dónde las más recientes? ¿Están agrupadas o dispersas? Marquen los sectores en el plano que realizaron.
3. Divídanse en grupos. Cada grupo describirá las características de las tumbas de una época específica: ubicación, orientación, materiales, leyenda, estilo. Preocúpense de abarcar todas las épocas, desde las más antiguas a las más recientes.
4. Reúnanse y comenten sus descubrimientos, comparándolos. Definan los períodos representados en el cementerio (I, II, III, IV, etc, del más antiguo al más reciente), caracterizando a cada uno por su tiempo, y por los tipos de tumbas. Establezcan similitudes y diferencias, e intenten explicarlas.
5. Luego, pueden acudir a un registro histórico local (archivo de diarios, parroquias, libros de historia, personas mayores que recuerden la historia de la comunidad) para comparar sus resultados. Recuerden: la ciencia arqueológica persigue relacionar los datos individuales para transformarlos en un acervo de conocimiento histórico-social, que nos revele los esfuerzos de todos por el desarrollo espiritual y material. Y, como otras ciencias, se valida en la comprobación y comunicación de los resultados obtenidos.

Para saber más: "Aprendamos Arqueología en Nuestra Tierra",
Lautaro Núñez A. Edición de Julio 2001, Programa EXPLORA - CONICYT.

El Que Busca, ¿Siempre Encuentra?



Escribe: Ricardo Baeza Yates, Director Centro de Investigación de la Web (www.ciw.cl), DCC, Universidad de Chile.

Internet es una de las herramientas de comunicación más poderosas creadas por el ser humano. Correo electrónico, transmisiones de audio y video, comunidades virtuales y una biblioteca enorme y en constante crecimiento, están ahí para que las aprovechemos. Sin embargo, aunque lo parezca, no siempre resulta fácil utilizar estos recursos. La enorme cantidad de información, por ejemplo, puede ser al mismo tiempo una ventaja y una causa de desesperación. ¿Cuántas veces hemos dado vueltas y vueltas por documentos electrónicos, sin encontrar lo que buscamos?

En la web existen muchas herramientas para ayudarnos a obtener lo que procuramos. Una son los buscadores. Algunos ejemplos: <http://www.google.com>, <http://www.alltheweb.com>, <http://www.todo.cl>, <http://www.altavista.com>, <http://www.search.msn.com>, <http://www.ask.com>

También existen directorios de sitios Web, tales como: <http://espanol.yahoo.com>, <http://www.dmoz.org>

La diferencia entre un buscador y un directorio es que el primero busca en forma automática páginas, mientras el segundo tiene clasificados en forma manual sitios Web completos. Para preguntas más específicas es mejor un buscador, para preguntas más generales, un directorio. En el caso de *Yahoo!*, cuando no se encuentra un sitio asociado a la consulta, se usa un buscador para encontrar páginas. ¿Cuál es ese buscador?

Más rápido y mejor: atajos para llegar a la meta

¿Qué necesitamos?

- Un computador conectado a Internet

Manos a la Ciencia

1. Consultar sobre un tema específico en varios buscadores (por ejemplo, Marcelo Salas).
2. Comparar los resultados. ¿Qué diferencias hay, y a qué se deben?

Para tener en cuenta:

- Al usar comillas, buscamos una frase, y eso permite precisar mejor la búsqueda. Si escribimos sólo *Marcelo Salas*, encontraremos todas las páginas que tienen las palabras *Marcelo* y *Salas*. En cambio, si buscamos "*Marcelo Salas*" sólo encontraremos las páginas que tienen esa frase. Sin embargo, muchos buscadores primero entregarán páginas que tienen las palabras juntas y encontrarán prácticamente lo mismo.
- Los tildes también hacen diferencia. Al buscar *Papa*, ¿encontraremos una página del Vaticano? No precisamente. Si se busca *papá*, el resultado puede ser diferente, dependiendo del buscador. Algunos buscadores, como el chileno *TodoCL*, ofrecen buscar con o sin tildes. Con tildes es más preciso, pero no se encontrarán las páginas donde la palabra está mal escrita.
- Para buscar en Google sólo información en castellano, se puede usar el botón que dice "Páginas en español". Si se buscan cosas en Chile, el que dice "Páginas de Chile", o el buscador *TodoCL*.
- Uno de los problemas para encontrar algo, es que muchas veces una palabra significa más de una cosa. Si queremos realmente información del Papa, podemos agregar otra palabra relacionada con ese tema, por ejemplo *Vaticano*.

Si queremos información del tubérculo, podemos agregar o eliminar palabras relacionadas con otros significados. ¿Qué sucede al buscar *papa* - "*Juan Pablo*" en páginas en español?

En algunos buscadores el orden de las palabras hace diferencia: se considera que las primeras son más importantes que las últimas. Por ejemplo, comparemos el resultado de buscar *Salas Marcelo* y *Marcelo Salas* en Google.

La mayoría de los buscadores ofrecen sus resultados en grupos de 10 enlaces. Teniendo en cuenta la enorme cantidad de páginas en la Web, más de cuatro mil millones, no es fácil que aquella que más nos sirve esté al principio. Por eso, es bueno mirar más de una página de resultados. Al revisar 50 resultados, se pueden encontrar sorpresas interesantes.

De cacería por la Web

Qué necesitamos

- Un computador conectado a Internet
- Un cuaderno y un lápiz

Manos a la Ciencia

Usando diferentes buscadores, encontrar páginas que contengan las respuestas de las preguntas a continuación. Registrar cuántas búsquedas fueron necesarias y cuánto tiempo se ocupó.

- 1- Nombrar un animal que viva en el Sur de Chile
- 2- ¿Quién es la persona más rica del mundo?
- 3- ¿Quién inventó al Viejo Pascuero como se conoce actualmente?
- 4- ¿En qué año se publicó por primera vez Condorito?
- 5- ¿Cuál es el animal más longevo?
- 6- Encontrar remedios para el hipo
- 7- ¿Cuáles son los nombres de los enanos de Blanca Nieves?
- 8- ¿Cuál es el hobby principal del autor de este ejercicio?
- 9- ¿Quién inventó la ampollita?
- 10- ¿Duermen los peces?
- 11- Nombrar dos flores silvestres que puedan ser encontradas en el desierto
- 12- ¿Cuántos países hay en el mundo?
- 13- ¿De dónde vienen las mariposas?
- 14- ¿A qué árbol pertenece la hoja que aparece en la bandera de Canadá?
- 15- ¿Qué árbol aparece en la bandera del Líbano?
- 16- ¿Es cierto que los gatos siempre caen de pie?
- 17- ¿Cuántas lunas tiene Júpiter?
- 18- ¿Cuántos pelos tiene una persona, aproximadamente, en su cabeza?
- 19- ¿Cuáles son los nombres de los Teletubbies?
- 20- ¿Quién inventó el "velcro"?
- 21- ¿De qué país proviene el café?
- 22- ¿Cuántas radios en Chile tienen un sitio Web?
- 23- ¿Existen libros completos en Internet?
- 24- ¿Cómo se llama el gato de Bill Clinton?

Secuencias de letras: Universos de información



Escribe: Alejandro Maass, Departamento de Ingeniería Matemática y Centro de Modelamiento Matemático, Universidad de Chile. Contribución: Núcleo Milenio Información y Aleatoriedad P01-005

Secuencias de letras fundamentales nos rodean. Una de las más relevantes es la codificación unidimensional del genoma de todo ser vivo, el que se representa con una secuencia formada por cuatro letras, A, C, G y T, llamadas bases nitrogenadas. Comprender su organización (esto es, distinguir genes y señales del genoma) y determinar la información contenida en cada gen (para conocer su función) es un desafío científico multidisciplinario de gran actualidad.

También encontramos secuencias en la transmisión de información codificada. En este caso, están formadas por *bits*, o "palabras" de 0's y 1's. Si queremos almacenar esa información en un disco magnético u óptico, encontraremos restricciones físicas que nos forzarán a guardar la secuencia de una manera especial. Por ejemplo, los bits en la superficie de un disco compacto se escriben como una gran secuencia donde entre dos 1's consecutivos deben existir al menos dos 0's, pero no más de diez 0's. Por supuesto, una sinfonía musical o una obra maestra de literatura no se hicieron pensando en esta codificación particular. Entonces, *¿cómo podemos transformar eficientemente información arbitraria en una secuencia de 0's y 1's que satisfaga estas restricciones? Y, ¿cuáles son los límites teóricos de esta transformación?*

Algunas de estas preguntas ya fueron resueltas por especialistas. De otro modo, no podríamos escuchar discos compactos. Sin embargo, estas y otras interrogantes que surgen cada día al estudiar genomas completos de microorganismos, plantas y el mismo genoma humano, nos abren un universo de nuevos cuestionamientos que enriquecen la teoría matemática que se ha propuesto responderlas: la llamada Dinámica Simbólica. Y, de paso, nos enfrentan a nuevos desafíos tecnológicos.

La Dinámica Simbólica parte en 1898, cuando Jacques Hadamard codificó el complejo objeto matemático llamado *flujo geodésico en una superficie de curvatura negativa*, en una secuencia de símbolos. Lo más importante de su trabajo es que obtuvo una descripción muy simple de todas las secuencias de símbolos que aparecían en su codificación, y pudo comprender cómo se comportaba su objeto de estudio. En la década de 1920 las ideas de Hadamard fueron retomadas por Morse y Hedlund, quienes, trabajando en temas fundamentales durante más de 20 años, fundaron las bases actuales de la teoría.

En palabras simples, la Dinámica Simbólica es el estudio de la organización y aleatoriedad de secuencias infinitas de símbolos. Las propiedades de estas secuencias, cuando codifican otro objeto matemático, deben poder responder a las preguntas que uno hace en el objeto inicial. La siguiente actividad nos acercará a la Dinámica Simbólica y a sus objetos de estudio.

Manos a la Matemática:

Expansión Decimal de un Número Real

1. Dividir el intervalo $[0,1)$ en diez partes iguales de izquierda a derecha. Se obtendrán 10 intervalos más pequeños: $[0,1/10)$, $[1/10,2/10)$, $[2/10,3/10)$, $[3/10,4/10)$, $[4/10,5/10)$, $[5/10,6/10)$, $[6/10,7/10)$, $[7/10,8/10)$, $[8/10,9/10)$, $[9/10,1)$. El paréntesis cuadrado indica que el número está en el intervalo; el paréntesis curvo, que el número no está incluido.
2. Tomar un número en el intervalo $[0,1)$, por ejemplo $2/3$. Vamos a construir la escritura decimal de este número. Como es un número mayor que 0 y menor que 1, esta escritura decimal es de la forma $0,.....$ En lo que sigue veremos cómo agregar decimales.
3. Multiplicar este número por 10. En nuestro ejemplo, obtenemos $20/3 = 6 + 2/3$.
4. Del resultado anterior, guardar sólo la parte que no es un número entero (se llama parte fraccionaria). En el ejemplo, la parte entera es 6 y la parte fraccionaria es $2/3$.
5. Determinar en cuál intervalo de los 10 que se construyeron en la etapa (1) está el resultado de (4). Si está en el primero, agregar un 0 a la escritura decimal; si está en el segundo, agregar un 1, y así. Si está en el último, agregar un 9. En el ejemplo, debemos agregar un 6.
6. Volver a la etapa (3) con el número que se obtuvo en (4) y repetir este procedimiento tantas veces como se desee. Así se obtendrán tantos decimales del número con el que se trabajó, como se quiera.

Con este procedimiento, es posible construir secuencias infinitas de símbolos en el alfabeto formado por las letras 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. El conjunto de todas las secuencias que se pueden obtener no tiene restricciones entre los símbolos, al contrario de lo que sucede en el caso del disco compacto descrito antes. Esto se puede demostrar de manera simple. Tomar una secuencia arbitraria finita en este alfabeto (por ejemplo, 34972), suponer que es la escritura decimal de un número real (es decir, $0,34972$) y calcular cuál es ese número real.

Más desafíos matemáticos:

- A. Demostrar, usando este procedimiento, que la descomposición decimal de un número racional (fracción) termina de manera periódica. Observar que, en nuestro ejemplo, la descomposición decimal es $0,66666666.....$ Hay otras secuencias que terminan periódicas, como $0,1246767676767.....$ (¿qué número es?)
- B. Dar dos números donde este procedimiento **no** termina en una secuencia periódica.
- C. ¿Cuántas secuencias distintas de largo n (n puede ser cualquier número entero positivo $1,2,3,4,...$) se pueden obtener por este procedimiento?
- D. Atrévase con el computador: Diseñen un programa que calcule estos decimales. El programa debe recibir como dato el número inicial y dar, en cada etapa, un decimal distinto.

El Secreto Está en la Química

Caminan por la Tierra hace unos cien millones de años (99,8 millones antes que nosotros). Están en casi todas partes: desiertos, selvas, montañas y, por supuesto, en nuestras casas. Juntas, pesan más que toda la Humanidad. Biológicamente hablando, forman una sociedad perfecta: conviven de todas las edades, desde huevos hasta adultas, se dividen el trabajo para llevar adelante a la colonia y cuidan a sus crías. Algunas son "granjeras", otras "agricultoras", otras "guerreras" y hasta hay "esclavizadoras". ¡Y casi todas son hembras!

Hablamos, por supuesto, de las hormigas. Insectos exitosos desde la perspectiva de la evolución, las diferentes especies construyen sus nidos bajo tierra, en árboles, entre hojas unidas. Incluso, algunas (como las legionarias africanas) son nómades, y forman nidos temporales enganchándose unas con otras. Su alimentación también es variada: las hay carnívoras y herbívoras; unas consumen hongos cultivados por ellas mismas y otras prefieren las excreciones azucaradas de ciertos pulgones, a los que cuidan como dedicadas pastoras.

Uno de los aspectos más sorprendentes de las hormigas, y que les permite actuar coordinadamente ante una enorme variedad de sucesos y necesidades, es su forma de comunicación.

Ella consiste fundamentalmente en mensajes químicos. Las glándulas exocrinas (que secretan sustancias hacia el exterior) de estos insectos producen diferentes feromonas, muchas de las cuales "comunican" información muy específica: de reclutamiento (para buscar alimento), de alarma (para defensa y protección), sexuales (para el apareamiento), marcadores de territorio y de miembros de una misma colonia (para el reconocimiento). Incluso, existe una "feromona funeraria" que secreta una hormiga cuando muere, y les indica a sus hermanas que deben llevarla al lugar de los desperdicios. Las feromonas no son como mensajes escritos, ya que desaparecen por evaporación. Si una hormiga quiere transmitir un mensaje por más tiempo (por ejemplo, el camino a un alimento), debe repetirlo, secretando constantemente la sustancia correspondiente.

La fascinación que ejercen las hormigas es tal, que muchos científicos (los mirmecólogos) dedican su vida a estudiarlas. Es el caso del Dr. Joaquín Ipinza Regla, quien ha llevado a cabo importantes estudios de las especies chilenas. Uno de ellos determinó que las pequeñas hormigas domésticas, de color café, pueden transportar bacterias capaces de enfermar al ser humano, como la *Escherichia coli* o el *Staphylococcus aureus*. El Dr. Ipinza es autor del siguiente experimento, que nos acerca a la importancia de las feromonas en la vida de estos asombrosos insectos.

La Feromona de la Alimentación: ¿Comida? sigue la Huella

Actividad preparada por Joaquín Ipinza Regla, Licenciado en Medicina Veterinaria y Sociobiólogo, Director del Laboratorio de Zoología y Etología, Universidad Mayor

¿Qué necesitamos

- 20 a 30 hormigas
- una caja de cartón de 40x40 cm, con paredes altas
- tierra, piedras, gravilla
- dos tubos plásticos transparentes de 20 cm de largo, aprox.
- papel estraza, o un par de filtros de papel para café
- filme plástico transparente
- cinta adhesiva
- tijeras o cuchillo cartonero
- dos recipientes plásticos pequeños (por ejemplo, vasos)
- mezcla de manzana rallada y miel, para llenar uno de los recipientes

Manos a la Ciencia

1. Forra por dentro los tubos plásticos transparentes, con papel estraza o papel de filtro para café.
2. Monta el "hormiguero". En uno de los lados de la caja haz dos agujeros colindantes, del mismo diámetro que los tubos. Luego haz un agujero de igual tamaño en cada uno de los vasos plásticos.
3. Llena la caja con la tierra, piedras y gravilla, hasta el nivel de los agujeros. Pon la mezcla de manzana y miel en uno de los recipientes pequeños, hasta el mismo nivel.
4. Inserta los extremos de los tubos en los agujeros, de modo que cada uno comunique a la caja con uno de los vasos. Los tubos correspondientes deben quedar en contacto con la tierra y con la mezcla de manzana y miel.
5. Tapa los recipientes pequeños con filme plástico transparente (si es necesario, asegúralo con cinta adhesiva).
6. Pon las hormigas sobre la superficie de tierra. Tapa la caja con filme plástico transparente, asegurando con cinta adhesiva. Con una aguja fina, haz pequeños agujeros en el plástico, que permitan a las hormigas respirar pero no salir. ¡Cuida que ninguna se escape!
7. Observa el comportamiento de las hormigas. ¿Cuánto tiempo tardan en descubrir el alimento? Una vez que descubren la ruta, espera varios minutos hasta que las hormigas la reconozcan y la utilicen constantemente.
8. Luego de un tiempo, saca con cuidado los tubos. Si hay hormigas en ellos, vuévelas a la caja. Retira el papel del interior del tubo que conectaba la caja con el recipiente vacío, y ponle uno nuevo. Vuelve a poner los tubos, pero invirtiendo su orden, de modo que el tubo que antes comunicaba con la manzana, ahora conecte la caja con el recipiente vacío, y vice versa. ¿Qué observas?

Las hormigas reconocen las feromonas con las que habían marcado su ruta de alimentación, y cuando se cambian los tubos, tenderán a seguir por ella aunque no encuentren nada en un principio. Demorarán un tiempo antes de encontrar nuevamente la ruta correcta.

