

PROGRAMA EXPLORA

SEXTA Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología

16 al 22 de octubre del 2000

¡Juégate/a con la Ciencia!

El Programa EXPLORA@-CONICYT quiere agradecer a los científicos, académicos y profesionales del ámbito de la ciencia, la tecnología, la cultura y la educación, quienes durante todo el año, personal e institucionalmente, acompañan y colaboran en diversas formas las múltiples iniciativas desplegadas por EXPLORA@ para hacer posible que la aventura de la Ciencia y la Tecnología esté cada día más cerca de los niños y jóvenes de nuestro país.

Libro de Actividades

Edición General: Programa EXPLORA® - CONICYT
 Agradecemos especialmente la valiosa colaboración de:
 Jorge Babul, Programa de Bachillerato, Universidad de Chile
 Raúl Gouet, Depto. de Ingeniería Matemática, Universidad de Chile
 Bruce Cassels, Departamento de Química, Universidad de Chile
 Luis Gaete, Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile
 Ricardo Maccioni, Departamento de Biología, Universidad de Chile
 Mario Rosemblatt, Fundación Ciencia para la Vida
 Roberto Hojman, Comisión Chilena de Energía Nuclear.

Producción: Programa EXPLORA® - CONICYT
 Diseño y Diagramación: NUEVORDEN Publicidad Ltda.
 Impresión: Prosa

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 Morín 566, Providencia, Santiago
Teléfonos (56-2) 3654571-3654576
Fax (56-2) 6551386
e-mail: explora@conicyt.cl
Sitio Web: www.explora.cl

Patrocina:
Ministerio de Educación

Auspiciadores Nacionales:

- ARICA I REGIÓN**
FREDDY CASTRO S.
UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
GENERAL VELÁSQUEZ 1775
Fono/fax: 58-222600 58-232135
fcastro@uta.cl
- COPIAPO III REGIÓN**
JUAN DIAZ V.
UNIVERSIDAD DE ATACAMA
AVDA. CAFAYARU 485
Fono/fax: 52-206900 52-206901
ediaz@ciencias.udo.cl
- LA SERENA IV REGIÓN**
MANUEL RODRÍGUEZ
UNIVERSIDAD DE LA SERENA
AVDA. RAÚL BITRAN 574
Fono/fax: 51-204486 51-204310
mrc@dfls.cl
- VALPARAISO V REGIÓN**
MABEL KELLER M.
UNIV. CATÓLICA DE VALPARAISO
AVDA. BRASIL 2950
Fono/fax: 32-273531 32-273437
mkeller@ucv.cl
- JUAN FERNANDEZ V REGIÓN**
ERIC BRAVO
COLEGIO DRESDEN BASICO
ISLA ROBINSON CRUSOE
Fono/fax: 32-751034 32-751034
bravinave@latinmail.cl
- ISLA DE PASQUA V REGIÓN**
LILIAN GONZALEZ
LICEO LORENZO BAEZA VEGA
TE PITO THIENUA S/N°
Fono/fax: 32-100156 32-100130
- SAN FERNANDO**
VICENTE DIAZ
UNIV. TECNOLÓGICA METROPOLITANA
VALDIVIA 822
Fono/fax: 72-715940
vdiaz@omega.utem.cl
- TALCA VII REGIÓN**
CARLOS BECERRA
UNIVERSIDAD DE TALCA
AVDA. 2 NORTE 685
Fono/fax: 71-200200 71-228054
cbecerra@pehueneche.utalca.cl
- CONCEPCIÓN VIII REGIÓN**
ANITA VALDES J.
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
EDMUNDO LABRANAS 234
Fono/fax: 41-216722 41-216722
anivalde@udec.cl
- TEMUCO IX REGIÓN**
FELIPE GALLARDO
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
AV. FRANCISCO SALAZAR 01145
Fono/fax: 45-325428 45-252847
gallardo@ufro.cl
- VALDIVIA X REGIÓN**
LILIAN VILLANUEVA
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
YUNGAY 800
Fono/fax: 63-211124 63-212589
lvillanue@uach.cl
- OSORNO X REGIÓN**
JOSÉ BARRA A.
UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS
LORD COCHRANE 1046
Fono/fax: 64-205282 64-235377
- PUERTO MONTT X REGIÓN**
CAROLA RÍOS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA, CAMPUS
PELLUCO, UNIVERSIDAD AUSTRAL
LOS PINOS S/n°, PELLUCO
Fono/fax: 65-260990 65-277156
cris@uach.cl
- CHILE X REGIÓN**
JUAN BATTAGLIA A.
PISCICULTURA EXPERIMENTAL U. DE CHILE
CASILLA 294, CORREO CASTRO
Fono/fax: 65-635646 65-635646
uchpiscx@entelchile.net
- COYHATQUE XI REGIÓN**
ALEJANDRA LAFON
CENTRO LA TRAPANANDA
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
CARRERA 33
Fono/fax: 67-234467 67-239377
alafon@uach.cl
- PUNTA ARENAS XII REGIÓN**
MARGARITA GARRIDO E.
UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
AVDA. BULNES 01890
Fono/fax: 61-207074 61-219276
malvina@cauriken.fc.umag.cl
- TERRITORIO CHILENO ANTÁRTICO**
LUTS BARRIOS
ESCUELA F-50 LAS ESTRELLAS
ebarrios1@yahoo.com
- REGION METROPOLITANA**
PROGRAMA EXPLORA-CONICYT
BERNARDA MORIN 566
PROVIDENCIA SANTIAGO
Fono/fax: 02-3654576 02-3654572
explora@conicyt.cl

PROGRAMA EXPLORA



LIBRO DE ACTIVIDADES

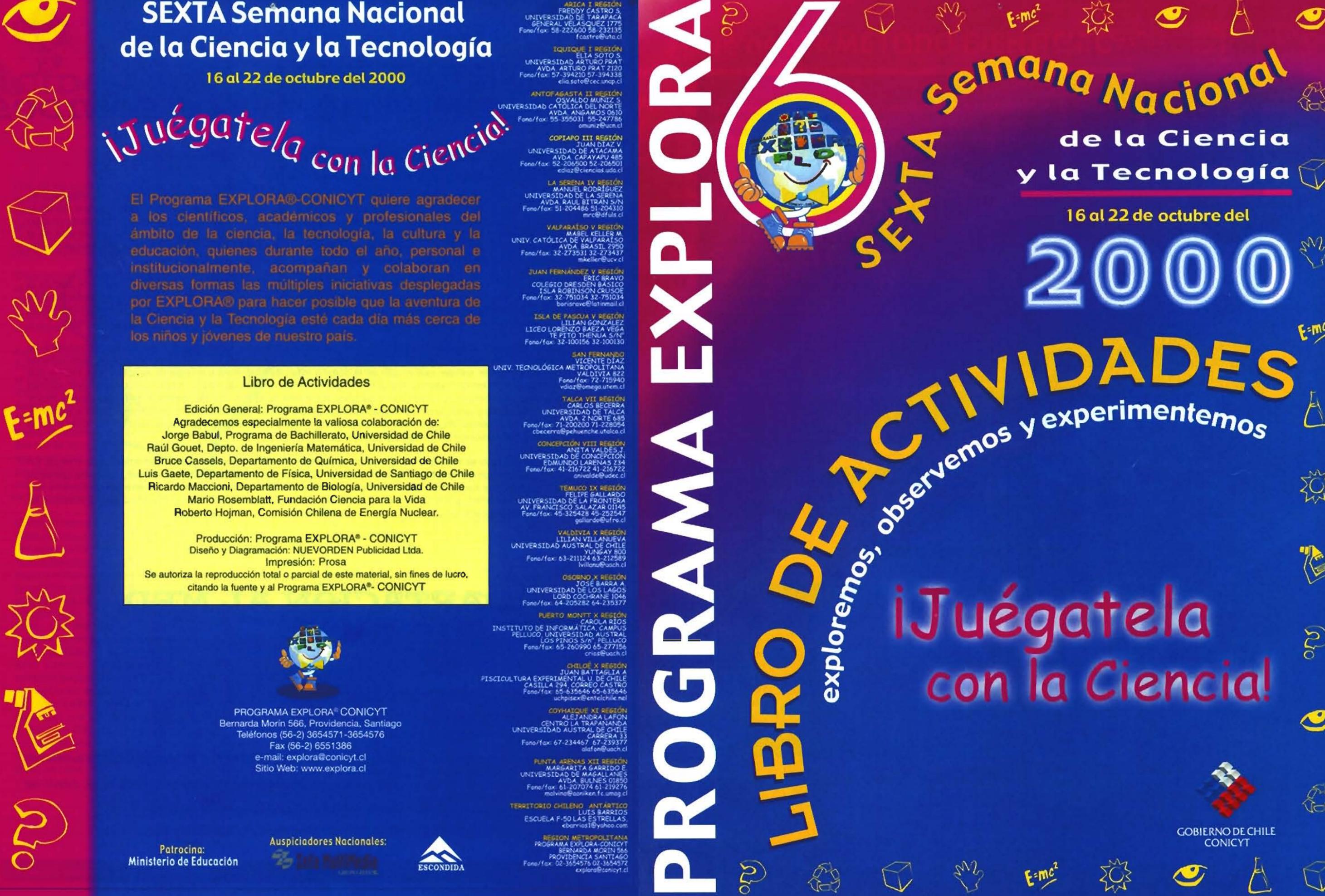
exploremos, observemos y experimentemos

SEXTA Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología

16 al 22 de octubre del
2000

¡Juégate/a con la Ciencia!

GOBIERNO DE CHILE
CONICYT



PRESENTACIÓN

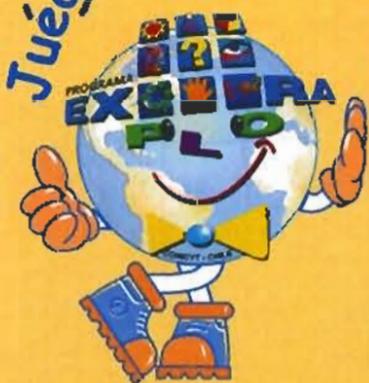
La publicación del Libro de Actividades ha acompañado cada año la celebración de la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología. En concordancia con el tema central de la VI Semana, «El Juego y la Ciencia», ofrecemos en esta publicación actividades atractivas y lúdicas de diversas disciplinas científicas para acercarnos a la Ciencia a través del Juego.

Para producir este material EXPLORA®-CONICYT contó con la colaboración de destacados científicos nacionales, quienes con un espíritu imaginativo, idearon experiencias para motivar a niños, jóvenes y adultos.

En sintonía con el lema motivacional de la Semana ¡Juégatala con la Ciencia!, este Libro de Actividades invita a jugar con la experimentación, observación y comprobación. De manera entretenida y a la vez seria, siguiendo en cada actividad orientaciones precisas, que nos permiten, al igual que un juego, llegar a la meta en forma exitosa con un resultado concreto: el descubrimiento de un fenómeno desconocido o comprender aquello que al principio era un enigma.

Este Libro de Actividades es una contribución del Programa EXPLORA®-CONICYT para despertar la curiosidad, desarrollar nuestras habilidades y experimentar con la Ciencia y la Tecnología.

Juégatala con la...



EXPLORA®
es un Programa CONICYT

	Página
CIENCIA ¿Qué es el «MÉTODO CIENTÍFICO»?	3
MATEMÁTICA LOS SAPITOS Y LOS NÚMEROS CUADRADOS	4-5
BIOLOGÍA PARA EXPERIMENTAR QUEBRANDO HUEVOS	6
QUÍMICA QUÍMICA EN LA COCINA	7
BIOLOGÍA ¿QUIERES PARTICIPAR DE UNA BATALLA DENTRO DEL ORGANISMO?	8-9
FÍSICA ESCUCHA EL MUNDO A TU ALREDEDOR...	10
ECOLOGÍA ¿CÓMO SE PROTEGEN LOS ANIMALES EN UN DÍA DE SOL?	11
BIOQUÍMICA ¿QUÉ SON LAS ENZIMAS?, ¿PARA QUÉ SIRVEN?	12
PARA SABER MÁS	13-15

¿Qué es el «MÉTODO CIENTÍFICO»?



Texto redactado con el aporte del Dr Jorge Babul, Programa de Bachillerato, Vicerrectoría Académica, Universidad de Chile

La ciencia no es sólo una recopilación de hechos útiles, es una actividad creativa e imaginativa, tiene satisfacciones similares a las de los artistas. Existe belleza en los resultados de la ciencia y otros también la pueden disfrutar de la misma manera que un cuadro o una sinfonía. A veces el término «método científico» induce a error ya que puede sugerir que es un conjunto de procedimientos formulados que, si se siguen al pie de la letra, llevarán automáticamente a los descubrimientos científicos. Esto no es así; los científicos trabajan de una manera intuitiva-predecible. La mayoría de la gente, al tomar una decisión en la vida diaria -por quién votar, qué comprar, dónde vivir, qué comer- aplica el método científico de manera intuitiva.

Una definición amplia de ciencia la considera como una actividad caracterizada por tres rasgos principales:

1. **Búsqueda de comprensión, intuir o sentir haber encontrado una explicación a algún aspecto de la realidad. La búsqueda del conocimiento es el fin principal de la ciencia.**
2. **Esta búsqueda se expresa en forma de leyes, las que nos permiten decir qué sucederá y averiguar por qué sucedió un fenómeno. Estas deben ser generales, es decir, aplicables a la mayor variedad de fenómenos. Queremos pocas leyes que cubran muchos casos.**
3. **Las leyes o principios deben ser probados experimentalmente. El requerimiento de estar dispuestos a someter nuestras explicaciones a pruebas experimentales, la posibilidad de reconocer que tendremos que cambiar de parecer si los hechos nos fuerzan, es una característica importante de la ciencia**

Lo que entendemos por ciencia involucra además dos aspectos fundamentales: El Conocimiento de la Ciencia y Los Métodos de la Ciencia. El primero tiene relación con una recopilación organizada de conocimiento que contiene información y que establece las relaciones y teorías sobre las cuales se basa el investigador mientras avanza en su trabajo, es decir, el CONTENIDO. El segundo aspecto tiene que ver con los PROCESOS que se siguen para hacer ciencia. Sin procesos la ciencia no crecería ni se autocorregiría y sin contenido no tendría nada que procesar. Hay quienes separan el proceso en varias etapas:

- 1- Preguntar
- 2- Explorar
- 3- Experimentar
- 4- Observar
- 5- Medir
- 6- Concluir
- 7- Comunicar

La ciencia comienza con la detección o reconocimiento de un problema o área de estudio. El próximo paso se concentra en qué estudiar para resolver el problema. ¿Con qué se comienza? ¿Qué se debe observar, qué hechos se deben determinar, qué datos debemos juntar? Al encontramos con un problema nos damos cuenta rápidamente que el número de hechos que podríamos considerar es enorme y que debemos comenzar escogiendo aquellos que creemos son los más importantes. Si no hacemos esto, no podemos comenzar.

Para explicar el método científico es conveniente basarse en lo posible en la experiencia y en el sentido común. El atractivo de este último es que nos ayuda a comunicarnos mejor: el explicar algo que puede ser nuevo y extraño en términos de lo que es familiar. Los hechos no son independientes del observador, de sus teorías y preconcepciones, son lo que todos los observadores están de acuerdo que son. Así, los hechos relacionados con ciencia deben tener más de un observador. Pero cuidado, no debe ser sólo un observador, sino uno con información e interés.

El científico, como cualquier persona que realiza una actividad que le apasiona, experimenta la investigación como un juego. Hay un primer momento imaginativo, que es cuando surge una idea o se crea algo, que hace que la actividad se viva como juego, luego viene el trabajo, que puede retomar su lado lúdico cuando se alcanza la meta: el descubrimiento de un fenómeno desconocido, el funcionamiento de una nueva máquina o entender algo que al principio era un enigma; esto tiene la misma cualidad de una obra de arte en términos de equilibrio y armonía, de simpleza y ajuste, es el momento de la ciencia que se asocia a la belleza.

LOS SAPITOS Y LOS NÚMEROS CUADRADOS

Actividad lúdica propuesta por el Dr. Raúl Gouet, Departamento de Ingeniería Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

E Profesor Sapiaín tiene un criadero de sapitos de la variedad «numericum batracius», que se reproducen a gran velocidad, de manera que puede disponer de una cantidad ilimitada de ellos. Además, ha podido observar que son extraordinariamente inteligentes y capaces de reconocer, por ejemplo, si un número entero es par o impar o si es o no divisible por 3 o por 4. Usando técnicas muy sofisticadas de sapología comparada, el profesor Sapiaín ha descubierto, pero aún no ha publicado su hallazgo, que cualquiera de sus sapos sabe si un entero n es divisible por otro entero m , no importa cuántas cifras tengan dichos números. Sin embargo, para su asombro, también ha descubierto que los sapitos son incapaces de comprender el sencillo concepto de «número cuadrado», es decir, aquel que se escribe de la forma $n \cdot n$, como por ejemplo $9=3 \cdot 3$, $16=4 \cdot 4$, $25=5 \cdot 5$, etc.

Molesto y preocupado con este asunto, el Profesor Sapiaín escribe un e-mail a su colega matemático Profesor Mátetic, experto en sistemas complejos, autómatas celulares y otras avanzadas teorías, contándole el problema de la incapacidad de los sapos para reconocer cuadrados. El profesor Mátetic replica

que no le extraña que esto ocurra puesto que los sapos, por su forma, son más sensibles a las redondeces que a los cuadrados y le advierte que quizás, colectivamente, tal como ocurre con las hormigas, los sapos son capaces de reconocer cuadrados. Es decir, si ponemos a trabajar a un equipo de sapitos, ellos podrían decirnos cuáles números enteros son cuadrados y cuáles no.

El profesor Sapiaín continúa muy entusiasta leyendo el mail ya que si esto resulta verdad, entonces se podría refutar la teoría de otro sapólogo, el Profesor Sapunar, enemigo del profesor Sapiaín, según la cual, más vale un sapo en la mano que cien saltando. Más abajo en su mensaje, el profesor Mátetic le propone a su colega Sapiaín, un experimento que, según él, debería confirmar su teoría sobre el comportamiento colectivo de los sapos. La descripción del experimento es la siguiente, tomada textualmente de una copia del e-mail que me hizo llegar gentilmente el profesor Sapiaín.



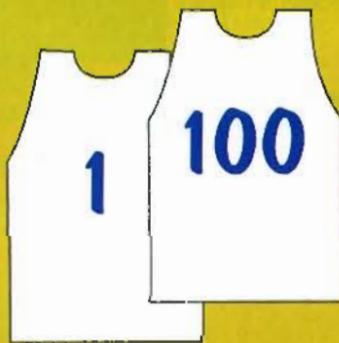
*Nota: nombre científico ficticio

Materiales

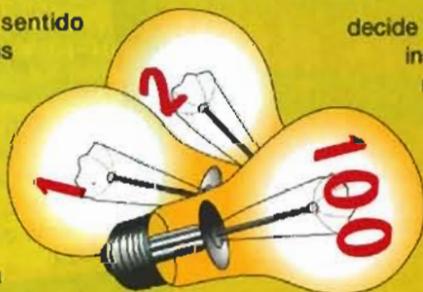
- 100 lámparas eléctricas (ampolletas), con interruptor de tipo botón, que al apretarlo prende o apaga la luz. Es decir, si inicialmente la lámpara está apagada y apretamos una vez el botón, la prenderemos (parece obvio). Pero si lo apretamos dos veces, el resultado es la lámpara apagada
- 100 camisetas blancas de algodón, especialmente diseñadas para sapos de la variedad «numericum batracius»
- Un tarro de pintura roja, resistente al calor
- Un tarro de pintura azul para género
- Dos pinceles

Instrucciones

- 1 Numerar las camisetas de 1 a 100 con la pintura azul y ponérselas al mismo número de sapos, seleccionados al azar (esto último no importa demasiado, pero se hace para evitar que los estadísticos pongan en duda la validez de los resultados del experimento).
- 2 Numerar las ampolletas de 1 a 100 con la pintura roja (ahora se entiende por qué debe resistir al calor).
- 3 Ordenar a los sapos en el sentido creciente de los números de sus camisetas y pedirles que comiencen a saltar sucesivamente como sigue:
- 4 Al primer sapo (con el 1 en la camiseta) le pedimos que salte una vez sobre todos los interruptores, desde la ampolleta



1 a la 100. Al sapo 2 le pedimos que salte solamente sobre los interruptores de las ampolletas que tienen un número par, es decir 2, 4, 6, ..., 100. Al sapo 3 se le instruye para que salte sobre las ampolletas múltiplos de 3, es decir aquellas con números 3, 6, 9, etc. Así continuamos hasta que todos los sapos hayan saltado, de manera que el sapo m salta sobre todos los interruptores de ampolletas con números divisibles por m .



El profesor Sapiaín, razonablemente perplejo, decide ponerse manos a la obra y ejecuta cuidadosamente las instrucciones de su colega Mátetic, obteniendo un resultado maravilloso. Sin embargo, no está dispuesto a compartir con nosotros sus resultados, antes de haberlos analizado cuidadosamente y publicar sus conclusiones en una revista científica de prestigio. Como esto le suele tomar mucho tiempo al profesor Sapiaín, parece más entretenido replicar el experimento descrito y descubrir nosotros mismos los resultados que maravillaron al profesor Sapiaín.



¿Qué vamos a hacer?

Realizar el experimento sugerido por el profesor Mátetic, quien recomienda contar con la ayuda del profesor.

¿Cómo lo vamos a hacer?

Se puede hacer de manera real, con sapos u otros animalejos que sepan de números, o con alumnos voluntarios que hagan el rol de los sapitos y también, para los que saben computación, de manera virtual, simulando el juego a través de un sencillo programa.

También tenemos que pensar en lo que ocurriría si en lugar de 100 sapos tenemos 1000, 10000 o infinitos. Debemos descubrir una explicación para el fenómeno que estamos observando y atrevernos a predecir lo que ocurriría con una cantidad astronómica de sapos, aunque el experimento sea físicamente irrealizable.

¿Qué necesitamos?

Puede hacerse en una pizarra o en un papel, a través de un dibujo. Se puede hacer en un tablero o superficie con fichas o cualquier objeto que sirva para representar a los sapitos saltando en los enteros.

¿Qué va a suceder?

Eso es lo que hay que descubrir. Ocurrirá que algunas ampolletas (enteros) quedarán prendidas y otras apagadas para siempre. El problema es saber cuáles, en el sentido de averiguar qué propiedad tienen los enteros cuyas ampolletas quedan prendidas.

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Aquí hay que elaborar una explicación, que tiene que ver con la cantidad de divisores que tiene un entero. Si un sapo salta un número par de veces sobre un interruptor, éste quedará apagado. Si salta un número impar de veces, quedará encendido. Entonces interesan los enteros que tienen un número impar de divisores, no necesariamente primos. ¿Cuáles son estos números tan especiales?

¿Qué aprendimos?

- Aprendimos a poner en práctica un procedimiento algorítmico (serie de instrucciones que se ejecutan secuencialmente).
- Aprendimos una propiedad de los números, relacionada con la cantidad de divisores que tienen.
- Aprendimos a extraer conclusiones de una experiencia limitada y, analizando los resultados, inferir una regla general.
- Aprendimos a proponer una explicación satisfactoria de lo que está pasando, es decir, una demostración.

ALGORITMO: es como una receta de cocina, en que uno sigue cuidadosamente todos los pasos y al final se obtiene el resultado.

PARA EXPERIMENTAR QUE BRANDO HUEVOS



INVESTIGANDO LA FUNCIÓN DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

¿Qué vamos a hacer?

Analizar, con una actividad simple, la función del líquido cefalorraquídeo en el cerebro de los mamíferos, usando como modelo un huevo de gallina.

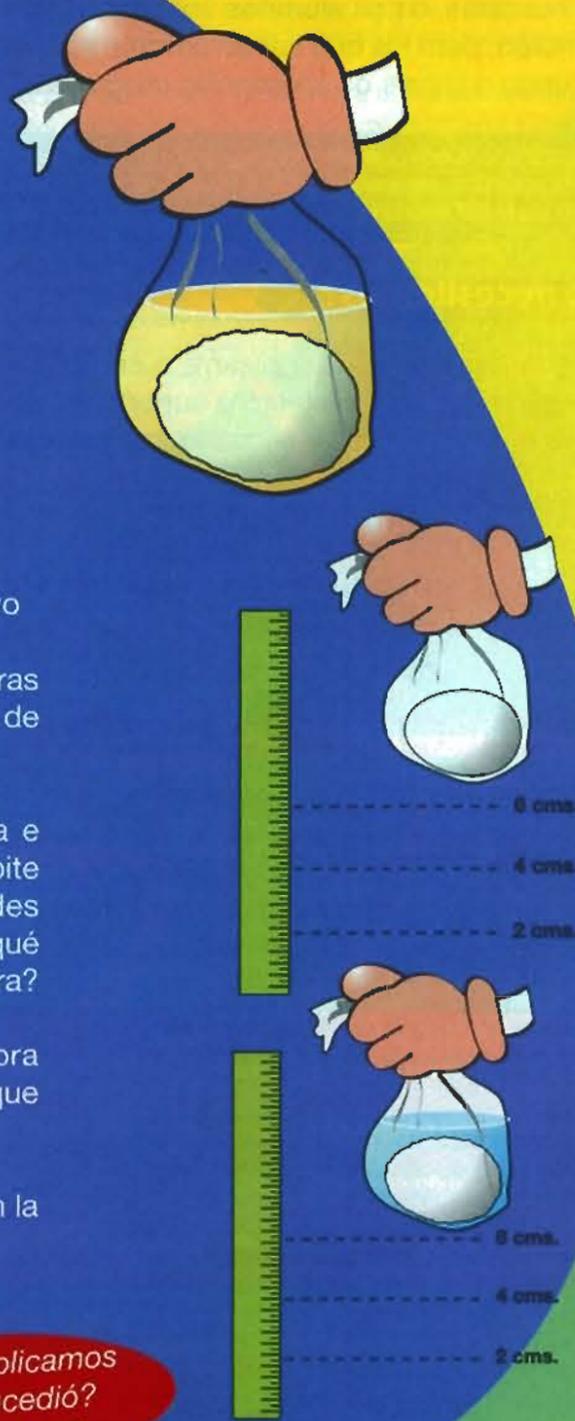
¿Qué necesitamos?

- Algunos huevos (6 ó 7)
- 3 bolsas plásticas
- Agua
- Aceite
- Una regla de 30 cm

¿Cómo lo vamos a hacer?

1. Coloca dentro de una bolsa plástica un huevo
2. Ubica la bolsa con el huevo a distintas alturas (2, 4, 6, 10 cm) y déjalo caer desde cada una de ellas. Anota a qué altura se rompe el huevo.
3. Llena ahora con agua otra bolsa plástica e introduce en ella otro huevo. Cierra la bolsa y repite la experiencia anterior. ¿Qué hipótesis puedes plantear con este resultado preliminar?. ¿En qué caso resistirá el huevo la caída desde mayor altura?
4. Repite el experimento anterior, pero ahora llenando la bolsa con aceite ¿Qué esperas que ocurra?
5. ¿Qué relación existe entre esta actividad con la función del líquido cefalorraquídeo?
6. Elabora un informe de los resultados.

Actividad propuesta por el Dr. Ricardo Maccioni, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile



¿Cómo explicamos lo que sucedió? Ver en Pág.13

QUÍMICA EN LA COCINA



ÁCIDOS, BASES E INDICADORES

¿Qué vamos a hacer?

Vamos a jugar con cosas que se encuentran corrientemente en la casa, en la cocina o en el botiquín, alimentos y remedios, para descubrir cambios químicos a través de cambios de color.

¿Qué necesitamos?

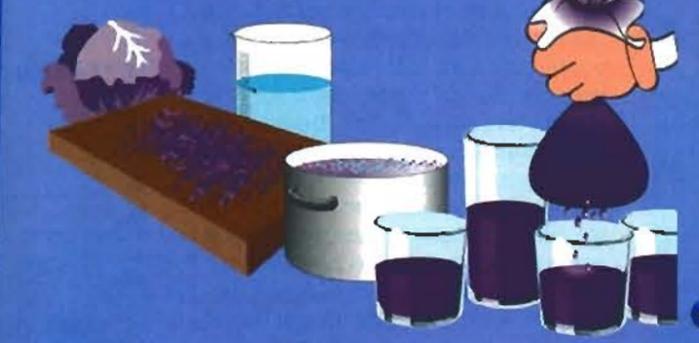
- Medio repollo morado.
- Un cuchillo.
- Una cacerola chica.
- Agua limpia.
- Un trozo de tela fina, limpia (puede ser un pañuelo).
- Cuatro o más vasos sin color. (idealmente 7-8)
- Un gotario
- Una cucharadita de jugo de limón.
- Una cucharadita de vinagre.
- Una cucharadita de amoníaco.
- Una cucharadita de bicarbonato de sodio.
- Dos tabletas de Ácido Acetilsalicílico. (El Paracetamol no sirve para esto).
- Una tableta de antiácido no efervescente (Leche de Magnesio)
- Bebida gaseosa (más de una para comparar)
- Etiquetas blancas
- Ayuda de un adulto

Actividad propuesta por el Dr. Bruce Cassels, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

¿Cómo lo vamos a hacer?

(Para realizar esta experiencia, pídele a una persona mayor que te ayude)

1. Pica finamente medio repollo morado (la parte de arriba, más coloreada) y lo cueces durante 5 minutos en un litro de agua. Déjalo enfriar, cuéllalo a través de la tela y vierte el líquido en a lo menos cuatro vasos de vidrio transparente, llenándolos hasta la mitad, si los vasos son más, tanto mejor; luego etiquétalos y ponle nombre.



2. Muele bien dos tabletas de ácido acetilsalicílico (Aspirina® o Dominal®) y revuélvelas cuidadosamente en un cuarto de taza de agua caliente. Deja enfriar la mezcla y cuéllala a través de tela. Haz lo mismo con una tableta de antiácido (leche de magnesio, por ejemplo) y con una cucharadita de bicarbonato de sodio. Por último, agrega una cucharadita de amoníaco comercial a un cuarto de taza de agua y lo revuelves. Etiqueta cada recipiente con su nombre.

Agrega jugo de limón lentamente, gota a gota, a un vaso de jugo de repollo morado, revolviendo con una cucharita, hasta que se observe algún cambio. ¿Qué vemos?

El líquido morado se vuelve rojo!

3. Haz lo mismo en otro vaso con vinagre y en otro con cualquier bebida gaseosa, o más de una si se quiere comparar. ¿Se necesita más o menos? (se puede medir con gotario lo que se agrega). Repite la experiencia con la solución de ácido acetilsalicílico, con el antiácido, con el bicarbonato y con el amoníaco. ¿Vemos lo mismo en todos los casos?

Observa que: el vinagre, la bebida y el ácido acetilsalicílico hacen que el jugo de repollo se vuelva rojo, pero el antiácido, el bicarbonato y el amoníaco lo vuelven azul.



4. Ahora vierte a los vasos que contienen líquido rojo el volumen suficiente de solución de antiácido, bicarbonato o amoníaco para que cambien de color. ¿Observamos alguna diferencia en lo que sucede en un caso y en el otro? Al principio no pasa nada, pero cuando se agrega suficiente antiácido, bicarbonato o amoníaco, el líquido rojo se vuelve azul pasando por un tono morado. Además, cuando se agrega bicarbonato se ve que se desprenden burbujas de gas. Añadimos a los vasos que contienen líquido azul el volumen suficiente de jugo de limón, vinagre, bebida o solución de ácido acetilsalicílico para que cambien de color. ¿Observamos diferencias en el comportamiento? Aquí tampoco pasa nada si se agrega poco jugo, vinagre, etc., pero si se agrega más se observa que el líquido azul se vuelve rojo pasando por el morado. También, cuando se agregan sobre el jugo de repollo con bicarbonato, se desprenden burbujas de gas.

¿Cómo explicamos lo que sucedió? Ver en Pág.14



Actividad lúdica para realizar en el grupo curso propuesta por el Dr. Mario Roseblatt, Fundación Ciencia para la Vida.

¿Qué vamos a utilizar?

- 3 chupetes dulces
- 3 mondadientes
- 3 naranjas
- 3 globos verdes
- 3 bolsas de supermercado
- 1 globo rojo
- Varita mágica pequeña
- 3 globos azules
- 3 perritos para la ropa
- 3 alfileres

¿Cuáles son las reglas?

El Sistema Inmune está compuesto de células y moléculas, «los chicos buenos», que trabajando en conjunto y bajo la dirección del Linfocito T, uno de los glóbulos blancos, nos protegen de los «chicos malos», como los virus o las bacterias. Primero se divide al curso en un grupo participante y un grupo observador, estos últimos deben tomar nota de lo que suceda, para luego invertir las funciones, los observadores pasan a ser participantes y viceversa. Los alumnos que actuarán en este juego se dividen en «chicos buenos» y «chicos malos». Además, se necesitan algunos niños que representen a células del cuerpo humano.

Ahora los chicos malos

1 Los virus: representados por 3 chupetes dulces. El dulce es el ADN o ARN del virus, que tiene las instrucciones para hacer copias de sí mismo, el envoltorio corresponde a las proteínas de la cápsula y el palito el tallo de entrada a la célula. Entre los virus están el de la influenza, de la viruela, de la hepatitis y el VIH, el virus que causa el SIDA. Pasar 3 chupetes a 3 alumnos. El VIH estará representado por mondadientes que se le pasarán a otros chicos malos.

2 La bacterias: representadas por 3 naranjas. Los gajos son el protoplasma y la cáscara la pared o cápsula bacteriana. Entre las bacterias están el Streptococo que causa infecciones de garganta, la Salmonella que causa la fiebre tifoidea o el Vibrión del Cólera que causa el cólera. Pasar naranjas a los alumnos.

3 Las células cancerosas o tumores, estarán representadas por globos verdes. Pasar algunos globos verdes a los alumnos. Estas células invaden el órgano normal del cual se derivan, pero otras veces se reparten por otras partes de un organismo provocando focos cancerosos en otras regiones del cuerpo (metástasis).

Ahora los chicos buenos:

1 Los macrófagos (macro=grande y fagos=comer: es decir los golosos que comen de todo, incluyendo virus y bacterias). Los macrófagos estarán representados por bolsas de supermercado. Pasar bolsas de supermercado a los alumnos. Los macrófagos van a envolver a los chicos malos y los romperán en pedazos. En el Sistema Inmune el macrófago actúa de dos maneras; con o sin la ayuda de los anticuerpos. Cuando actúa sin la colaboración de anticuerpos, el macrófago simplemente se traga (fagocita) al invasor eliminándolo de circulación. Y si es con la colaboración de los anticuerpos, luego de tragarse al invasor lo tritura en pedacitos exponiendo o presentando los pedazos de virus o bacteria (antígenos) a los Linfocitos T de Ayuda.

2 Linfocito T de Ayuda: Esta célula es una de las más importantes del sistema de defensa, ya que dirige la actuación de sus otros componentes. El Linfocito T de Ayuda ejerce su poder a través de mensajeros químicos llamados citoquinas (representadas, en este caso, por una varita mágica pequeña) con los cuales les da señales a las otras células del Sistema Inmune para que entren en combate. Habrá en el juego un solo Linfocito T de Ayuda y estará representado por un globo rojo. Pasar un globo rojo al «Director de Orquesta» de los «chicos buenos».

3 Los Linfocitos B: otras células blancas, representadas por globos azules, producen y secretan los anticuerpos, representados por perritos para colgar ropa (pasar globos azules y perritos a los «chicos buenos»). Los Linfocitos B reciben instrucciones de los Linfocitos T de Ayuda a través de citoquinas para producir anticuerpos (el Linfocito T de Ayuda toca a un linfocito B con la varita mágica y éste produce un anticuerpo -perrito). Los anticuerpos se unen con los invasores virus, bacterias (poner el perrito en la ropa del alumno-virus o alumno-bacteria) y los neutralizan, con lo que se hacen inofensivos.

4 Linfocitos T Asesinos: que cuando reciben la señal del Linfocito T de Ayuda son capaces de destruir células cancerosas o infectadas con virus. Los Linfocitos T asesinos están representados por alfileres que se les pasan a los alumnos «chicos buenos». Estas células matan a las células cancerosas acercándose a ellas y haciéndoles un hoyo; en el juego, la célula asesina mata con la punta de un alfiler, rompiendo el globo verde.

¿Cómo se juega?

Ahora que conocemos a los actores del Sistema Inmune tratemos de ilustrar sus interacciones de manera de conocer una respuesta inmune normal. Supongamos que uno de nuestros estudiantes es una célula del epitelio de la nariz (sacar a un alumno e infectarlo de virus de la influenza - atchís con un chupete). Uno de los chicos malos se acerca a la célula de la nariz y le pasa el chupete. Ahora tenemos una célula infectada por un virus.

¿Qué célula del Sistema Inmune la va a atacar? ¡Bien! La célula asesina, pero sólo después que la célula T de Ayuda - la directora del tráfico- le diga al linfocito asesino mediante una citoquina (el linfocito T le da un golpe de citoquina a la célula asesina) que actúe, el linfocito asesino se acerca a la célula infectada y la mata con el alfiler.

Supongamos ahora que el invasor es una bacteria, el Streptococcus Pneumonia por ejemplo, que se mete al pulmón. Un voluntario hace de pulmón; se acerca un chico malo con una naranja y se la pasa. Ahora el pulmón está infectado. Un macrófago esta listo para envolver a la bacteria, hacerla pedazos y pasar los gajos al Linfocito T de Ayuda que le pasa los pedazos a un Linfocito B que secreta anticuerpos contra la naranja -los perritos de ropa- que se pegan a los pedazos de naranja, se los pasan al macrófago que termina por comérselos con perritos de ropa y todo (acá el macrófago actuó con la colaboración de los anticuerpos).

Ahora intervienen las células cancerosas que se multiplican en el organismo. Sacar adelante los globos verdes. Nuevamente, el linfocito asesino con la ayuda de su amigo el Linfocito T de Ayuda que le da señales con la citoquina, termina por reventar a la células cancerosas ¡bum! que dejan de ser un peligro.

El Sistema Inmune ha eliminado a los «chicos malos».

¿Qué sucede ahora si es el VIH, o sea el virus que causa el SIDA, el que infecta nuestro organismo?. En este momento es importante que se les explique a los alumnos la diferencia entre ser VIH positivo y tener SIDA. Lamentablemente lo que sucede es un problema grave porque el virus del SIDA infecta a la célula más importante del Sistema Inmune, el Linfocito T (viene el VIH y comienza por reventar al globo rojo que representa al Linfocito T de Ayuda), mutilando al Sistema Inmune y provocando una suerte de guerra civil en la cual los Linfocitos T infectados por el virus son atacados por las células T citotóxicas que ellas mismas ayudaron a actuar. Es decir, la misma célula T contribuye a su propia destrucción. La muerte de la célula T lleva a una especie de parálisis inmunológica, el director de tráfico ha desaparecido y se termina por declarar el SIDA en el cuerpo. Los virus y bacterias entran en acción y comienzan a alimentar al resto de los estudiantes esparciendo la infección por toda la sala.

Hay que reservar tiempo para preguntas y discusión.

ESCUCHA EL MUNDO A TU ALREDEDOR...

ACERCA DE LA ATENUACIÓN Y LOS SONIDOS



Actividad propuesta por el Dr. Luis Gaete, Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile

¿Qué vamos a hacer?

Esta actividad nos mostrará de qué forma podemos aprender algunas propiedades del sonido y los cuerpos que lo producen, simplemente jugando con objetos con los que nos encontramos diariamente.

¿Qué necesitamos?

- 2 vasos de vidrio iguales (cañas)
- Agua potable
- Agua mineral con gas

¿Cómo lo vamos a hacer?

- 1 Partamos estudiando el comportamiento de un vaso lleno de agua hasta una altura «h», dejémoslo reposar un tiempo para evitar que éste tenga una gran cantidad de burbujas, las que como veremos más adelante, no son elementos deseables para este experimento. Una vez estabilizado todo el sistema, da un golpe seco al vaso y pon atención al tono con que éste responde, verifica cómo se altera el sonido cuando ponemos un mayor o menor nivel de agua en el vaso.

El sonido que produce el vaso se origina porque la columna de agua que está dentro de él vibra. Cada objeto tiene una frecuencia de vibración que le es característica, la que depende principalmente de la velocidad de propagación del sonido en el material y de la forma del objeto.

- 2 Llena ahora el segundo vaso con agua y comprueba cómo en este caso también el tono del vaso, o su frecuencia de resonancia, depende de la altura, y, que a alturas semejantes la respuesta de los dos vasos es muy parecida. Coloca ahora en el segundo vaso agua mineral y haz el mismo experimento que con el primero. Realiza el experimento con el agua mineral con gas recién vertida en el vaso.

Para este vaso el sonido es apagado, tiene una duración muy corta y casi no se propaga. La explicación a este comportamiento tan diferente está en que el agua contenida en el segundo vaso, al estar llena de burbujas, hace que la columna de agua presente una atenuación muy alta y no vibre con el sonido cristalino que presenta el primero. Se produce una amortiguación de las vibraciones que termina con el movimiento oscilatorio en cortísimo tiempo.

- 3 Describe brevemente en tu cuaderno lo que observaste.



¿Cómo explicamos lo que sucedió?
Ver en Pág.15

¿CÓMO SE PROTEGEN LOS ANIMALES EN UN DÍA DE SOL?



ADAPTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE

Actividad propuesta por el Dr. Roberto Hojman, Presidente de la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

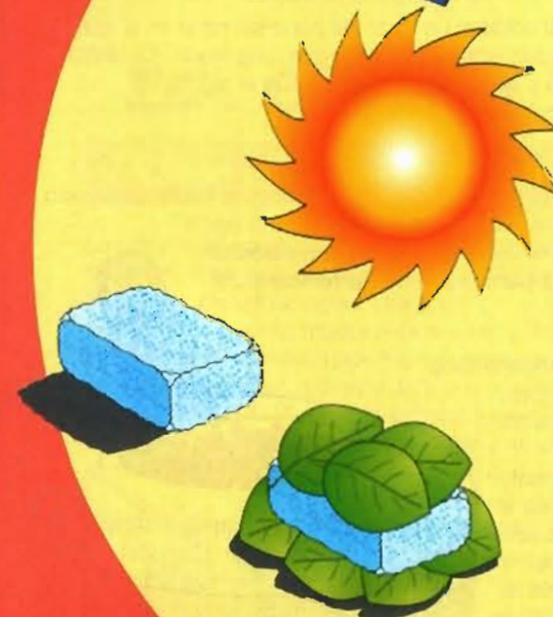
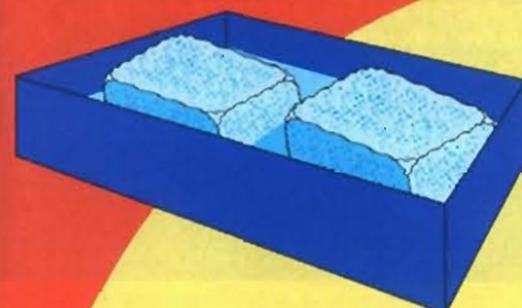
¿Qué vamos a hacer?

Un modelo que simula un animal en una zona árida, que cuenta con una cantidad limitada de agua y la efectividad de las estrategias que tiene que desarrollar para cuidarla.

¿Qué necesitamos?

- 2 esponjas pequeñas (o una por cada grupo o alumno)
- agua
- un vaso de vidrio o plástico
- 1 jeringa desechable (nueva) sin aguja
- un día soleado (en la medida de lo posible)

¿Cómo lo vamos a hacer?



- 1 Coloca ambas esponjas en un recipiente con poca agua, hasta que estén saturadas, es decir, que no sean capaces de absorber más líquido, agregándole agua si es necesario. Las esponjas así preparadas representan animales y el agua de la que disponen para su supervivencia.

- 2 Durante 24 horas:

a) Deja una de las esponjas a la intemperie sin ningún tipo de protección.
b) Cuida la otra esponja de modo que pierda la mínima cantidad de agua posible, usando para ello sólo materiales naturales (hojas, un trozo de corteza, pasto...) y una estrategia adecuada. En todo caso, 4 de las 24 horas, tu criatura de esponja debe estar sin protección alguna. Ese período representa el tiempo que el animal necesita para buscar su alimento.

- 3 También puedes realizar esta actividad en tu curso, formando grupos o que cada uno de tus compañeros tenga su «animal-esponja»; así se podrán estudiar diversas estrategias para cuidar la esponja y se puede realizar una competencia para ver quién tuvo más éxito en minimizar la pérdida de agua. El profesor puede llevar un registro de cuáles fueron las estrategias usadas para cada una de las esponjas. De todas maneras es conveniente dejar una esponja completamente a la intemperie para observar qué pasa si se le deja sin cuidado.

- 4 Al final de las 24 horas debes estrujar las esponjas para ver cuál de ellas perdió menos agua. Hazlo en un vaso (ojalá de vidrio), luego extrae el líquido con una jeringa y anota cuanto marca, así para cada una de las esponjas.

- 5 ¿Cuál de los mecanismos utilizados piensas que fue el más eficiente para evitar la pérdida de agua de tu esponja?

- 6 Describe brevemente en tu cuaderno lo que observaste

NOTA: Usa jeringas nuevas, es muy peligroso utilizar jeringas usadas

¿Cómo explicamos lo que sucedió?
Ver en Pág.15

¿QUÉ SON LAS ENZIMAS?, ¿PARA QUÉ SIRVEN?

LA CATÁLISIS POR ENZIMAS Y SU FUNCIÓN EN LA CÉLULA VIVA



Actividad propuesta por el Dr. Ricardo Maccioni, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

¿Qué vamos a hacer?

Observar cómo funciona una enzima obtenida de un tejido biológico animal o vegetal.

¿Qué necesitamos?

Material Biológico.

- 2 papas nuevas previamente peladas
- Un trozo de hígado de vacuno fresco obtenido en forma reciente en una planta faenadora de productos cárneos (150 g).

Reactivos Químicos:

- 400 ml de peróxido de hidrógeno H₂O₂ (o agua oxigenada).

Otros materiales:

- Un matraz Erlenmeyer
- 1 tapón de goma ajustable al matraz con varilla de vidrio ajustada a éste en forma de L aguzada en la punta (Ver esquema).
- Un trozo de gasa de algodón de 15 x 15 cm.
- Una vela.
- Rallador de vegetales
- Vaso precipitado
- Mortero de cerámica o vidrio
- Vasija con hielo

¿Cómo lo vamos a hacer?

(Actividad a realizar con la ayuda de un profesor)

2.1 CON TEJIDO VEGETAL

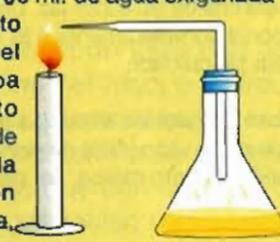
- Prepara una mezcla homogénea con las papas con ayuda de un rallador de vegetales, y envuélvelo en un trozo de gasa.

Exprime sobre un vaso de precipitado para poder obtener el máximo de líquido del zumo de la papa (extracto).

- Coloca 10 ml. de este extracto en el matraz Erlenmeyer.

- Agrega 50-100 ml. de agua oxigenada sobre el extracto de papa en el matraz, y tapa de inmediato con el tapón de goma la salida de vidrio en forma de pizeta, apuntando hacia la vela encendida.

- Observa primero la formación de burbujas en el seno del líquido y en la superficie de éste como resultado de la formación de O₂ producto de la reacción mediada por la catalasa. Observa el efecto del exceso de oxígeno liberado sobre la intensidad de la llama de la vela cercana a la salida del gas oxígeno del matraz.



- Haz un control en el cual colocas un trozo de papa sin rallar en el matraz Erlenmeyer más una cantidad equivalente de agua oxigenada. Observa si hay formación de burbujas o salida de oxígeno desde el matraz.

2.2 CON TEJIDO ANIMAL

- Limpia el matraz Erlenmeyer y en su interior coloca un extracto de hígado de vacuno. Éste se obtiene por homogeneización del tejido moliéndolo en un mortero de cerámica o de vidrio colocado sobre una vasija con hielo para mantener la temperatura alrededor de 4°C.

- Exprime el material homogeneizado envuelto en un trozo de gasa para obtener un extracto líquido.

- Repite el mismo experimento anterior cambiando esta vez el extracto vegetal por un extracto de células de tejido animal, el hígado de vacuno. Responde las mismas preguntas indicadas más arriba. Haz los controles con un trozo de hígado entero sin homogeneizar, tal como se ha indicado anteriormente.

- Describe brevemente en tu cuaderno lo que observaste.



¿Cómo explicamos lo que sucedió?
Ver en Pág.13

PARA SABER MÁS...



LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

El agua es el medio natural del Líquido Cefalorraquídeo (LCR), incluso se habla de «agua de roca» porque es un líquido limpio y cristalino, no contiene lípidos (grasas), por lo que es muy puro. El LCR es una solución acuosa hacia la cual se liberan moléculas pequeñas desde el compartimiento cerebral (péptidos, aminoácidos, polisacáridos) además de electrolitos (sales minerales) y algunos elementos particulados (macrófagos).

Sus funciones son principalmente dos:

- Actuar como amortiguador de traumas y efectos del exterior, siendo un medio apropiado para esta función y de mayor densidad que el aire y el aceite. El agua permite establecer una barrera de discontinuidad entre el compartimiento óseo (cráneo) y el encéfalo, sirviendo así como una delgada película líquida con un significativo efecto de amortiguación. El aceite en tanto, por sus propiedades físicas globales, es decir, mayor viscosidad y menor tensión superficial, tiene un menor efecto que el agua para establecer dicha discontinuidad.
- El Líquido Cefalorraquídeo (LCR) es el mejor medio de transporte y a la vez un contenedor para recibir moléculas producto de distintos procesos en el cerebro (factores tróficos, péptidos secretados, proteínas)

Cuando la cabeza recibe un golpe, el cerebro se mueve, pero ese movimiento es controlado suavemente por el «cojín» de Líquido Cefalorraquídeo; si el cerebro no estuviera sumergido en él, probablemente no tendría la capacidad de tolerar aún los traumatismos más pequeños de la vida diaria, pero con la protección que recibe, se requiere de un golpe considerablemente intenso para producir daño cerebral.



En el caso de nuestra experiencia, las bolsas con los diferentes líquidos va a amortiguar los efectos del golpe al caer el huevo desde una cierta altura. El agua tiene una densidad de 1 gr/cm³ mientras que la densidad de diferentes tipos de aceite es de 0,7 a 0,9 gr/cm³, por eso cuando mezclas agua y aceite, éste último siempre queda arriba del agua. Por estas razones, además de la menor viscosidad y mayor tensión superficial, es que el agua es un mejor amortiguador que el aceite y para efectos de este experimento, podemos comparar el AGUA con el Líquido Cefalorraquídeo.

LA CATÁLISIS POR ENZIMAS

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Las células vivas en un tejido biológico contienen en su interior enzimas, que son proteínas con actividad biológica para catalizar determinadas reacciones químicas que son importantes para la maquinaria celular. ¿Podría predecir que acción tendrá un extracto de células vegetales de una Solanácea como la papa, o un extracto de tejido animal como el hígado, sobre el H₂O₂? Plantee la reacción química que lleva a la liberación de oxígeno en este sistema y analice como actúa la enzima, en este caso la catalasa.

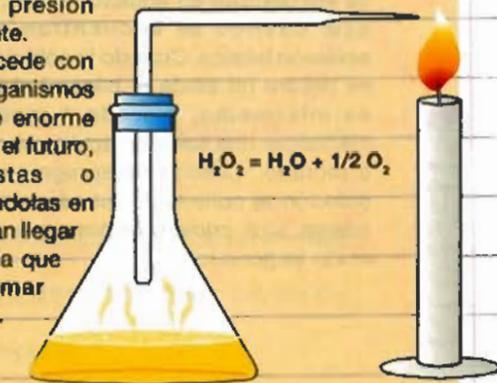
Catalizadores: aceleran las reacciones necesarias para transformar un producto a otro. Sin la presencia de los catalizadores estas reacciones no se producirían, lo harían en forma muy lenta o necesitarían altas temperaturas. Los catalizadores también están presentes en los organismos vivos y se les denomina ENZIMAS. Los catalizadores responden a dos principios básicos:

- en la transformación de un elemento (sustrato) en otro (producto) actúan en forma tal, que al final se regeneran, quedando listos para otro ciclo reactivo.
- los catalizadores sólo aceleran reacciones termodinámicamente posibles, por lo que aquéllas en que el contenido energético de los productos es mayor que el de los reactantes, no son aceleradas por el catalizador.

Enzimas: proteínas cuya función es catalizar de un modo específico y eficaz un amplio espectro de reacciones químicas. La estructura química de la enzima es de por sí muy compleja (por lo general son proteínas con un grupo central activo); las reacciones que catalizan las enzimas al interior de la célula no son aisladas, sino que forman parte de una complejísima red de otras reacciones, de cuya regulación depende la vida de ellas y en definitiva del individuo.

Las enzimas son catalizadores extraordinariamente eficientes, ya que realizan su trabajo rápidamente aún bajo las difíciles condiciones impuestas por el entorno celular, esto es, deben funcionar a bajas temperaturas, con un pH cercano a la neutralidad y presión atmosférica constante.

Sin duda lo que sucede con las enzimas en los organismos vivos puede ser de enorme utilidad para que en el futuro, imitando a éstas o simplemente utilizándolas en forma directa, puedan llegar a servir a la industria que necesita transformar productos químicos.



ÁCIDOS, BASES E INDICADORES



¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Una de las múltiples formas en que se pueden clasificar sustancias químicas, especialmente las que se disuelven en agua, es por su carácter ácido, básico o neutro (neutro significa literalmente «ni lo uno ni lo otro»). Las sustancias ácidas generalmente le dan al agua un sabor agrio y las sustancias básicas a menudo tienen sabores amargos, aunque en general no se recomienda probarlas. Las sustancias neutras pueden tener sabores salados o dulces. Cuando se mezclan un ácido y una base en cantidades equivalentes, se neutralizan entre sí para dar una sustancia neutra. Esto es lo que se llama una reacción química.

Entre los primeros ácidos que se conocieron, hace más de 200 años, se cuentan algunos ácidos de origen vegetal como el ácido cítrico, que se encuentra en las frutas cítricas como el limón, el nombre científico del limonero es Citrus Limonum. Otro ejemplo antiguo es el ácido acético, que se encuentra en el vinagre, el nombre latino del vinagre es acetum. Un ácido que se preparó por primera vez hace poco más de 100 años y que no se encuentra en la naturaleza es el ácido acetilsalicílico, que se usa como remedio para calmar el dolor y bajar la fiebre.

Entre las bases que se pueden encontrar corrientemente en una casa se cuentan el amoníaco, que se usa para limpiar objetos muy engrasados, los remedios llamados antiácidos, que se usan para neutralizar el exceso de ácido en el estómago -el contenido del estómago es normalmente ácido, pero si hay demasiado ácido éste produce molestias- y el bicarbonato de sodio, que a veces se usa para hacer queques y también como antiácido.

Este último tiene la particularidad de que, cuando se neutraliza con un ácido, desprende un gas llamado anhídrido carbónico. Este es el gas que se agrega a las bebidas gaseosas para generar las burbujas que producen una sensación picante que a la mayoría de las personas les resulta agradable. Es el mismo gas que se forma por acción de la levadura y que hace que el pan crudo «suba» en el horno al calentarse.

El repollo morado, al igual que muchas otras plantas o derivados de plantas, por ejemplo, muchas flores azules o rojas o rosadas y frutos como la uva negra y el mismo vino tinto, contiene sustancias químicas que se llaman «indicadores de ácidos y bases» o simplemente «indicadores ácido-base». Los indicadores del repollo morado tienen un color rojo cuando se encuentran en solución ácida, y azul cuando se encuentran en solución básica. Cuando la solución es neutra (ni ácida ni básica) el color es intermedio, morado o violáceo. Al neutralizar una solución ácida, roja, el color pasa a morado. Cuando se agrega exceso de base, la solución se pone azul. Cuando se neutraliza una solución básica, azul, primero se pone morada y al agregar exceso de ácido se pone roja.



ACERCA DE LA ATENUACIÓN Y LOS SONIDOS



¿Cómo explicamos lo que sucedió?

Este experimento-juego puede ser de utilidad para que los niños discutan en clase los conceptos de «frecuencia», «tono de un sonido», «armonía» y «modo propio de vibración». Además la ocasión resulta propicia para discutir la forma en que estos conceptos dependen de las propiedades geométricas de los cuerpos. Si dispone de un tubo de vidrio suficientemente delgado, puede hacer alguna experimentación cualitativa y cuantitativa acerca de la dependencia entre los «modos de vibración» y la altura de una columna de agua. Además de repetir el experimento, por ejemplo con diferentes trozos de hierro o bronce.

El segundo concepto que es posible ilustrar con este experimento es el de «atenuación». Se puede discutir la forma en que afecta al sonido del vaso la presencia de burbujas en el interior del agua; si la experimentación dura tiempo suficiente como para que la gran mayoría de las burbujas escapen del vaso, el sonido que se oirá será igual al del primer vaso, mostrando que efectivamente las burbujas son las causantes de este comportamiento.

Como es sabido, la atenuación del sonido en los gases a presión y temperaturas normales en la atmósfera, es considerablemente mayor que la que experimenta en el agua, siendo esa la causa de, por ejemplo, que las ballenas puedan transmitir señales que cruzan en el océano miles de kilómetros y en cambio nosotros, por mucho que gritemos no podemos transmitir sonidos más allá de unas decenas de metros. Claro que la atenuación además depende de la frecuencia, por eso una barra de acero más larga que otra del mismo material permanece mayor tiempo vibrando cuando la excitamos en su modo propio con un golpe. Esto es todavía más notable si tomamos la barra por el centro, en cuyo caso la tenemos soportada por un nodo, punto que no está en vibración y por lo tanto no nos comunica su energía por el soporte.

Una vez agotado el concepto de vibración es posible discutir el concepto de conservación de la energía. En efecto, cuando se excita la barra, está en vibración y tiene en su interior una cantidad de energía elástica que se va extinguiendo por causa de la atenuación del sonido en su interior, pero si tomamos la barra por un extremo que está en movimiento, parte de la energía vibratoria se transmite a nuestro cuerpo haciendo que la vibración se extinga prematuramente.

ADAPTACIÓN AL MEDIO AMBIENTE

¿Cómo explicamos lo que sucedió?

La temperatura ambiental, la temperatura del suelo, la temperatura de las paredes, el viento, son los factores que estimulan la evaporación del agua de las esponjas. Para minimizar su acción es necesario tomar ciertas precauciones: no exponerlas de demasiado al sol, cubrirlas del viento o aislarlas del suelo. Al comparar las esponjas al final de las 24 horas sabrás cuál estrategia fue la apropiada.