

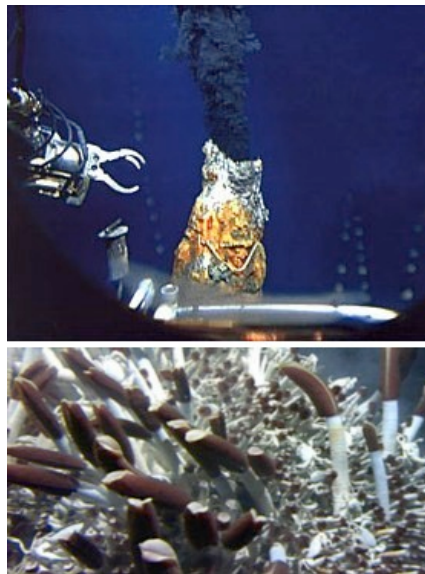


## Los organismos extremófilos

### La vida en condiciones extremas

Durante mucho tiempo se pensó que era imposible encontrar algún organismo que viviera en sitios con condiciones extremas, inhabitables para la gran mayoría de los organismos conocidos: temperaturas superiores a 80°C, presiones aplastantes, oscuridad total, altas concentraciones de sales o minerales, ambientes muy ácidos, o sitios de temperaturas extremadamente bajas.

No obstante, cuando las técnicas utilizadas para explorar esos nichos tan extremos se perfeccionaron, se pudo encontrar una diversidad de organismos que habitan en ellos. Se los conoce como “*extremófilos*”, amantes de las condiciones extremas, y pueden ser bacterias, plantas o animales.



La imagen superior muestra un respiradero "chimenea", captada por un sumergible de gran profundidad. En lugar de la fotosíntesis, los microorganismos que viven dentro y alrededor de los oscuros respiraderos obtienen compuestos orgánicos mediante un proceso llamado “quimiosíntesis”, a partir de sustancias simples que se originan dentro de la misma Tierra, en el agua que surge del suelo marino. El agua negra supercalentada que emana del respiradero, provee de compuestos químicos energéticos que sustentan a los gusanos-tubos (foto inferior) y otros organismos que se desarrollan en este hábitat. Fuente: [http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2001/ast13apr\\_1.htm](http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2001/ast13apr_1.htm)

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



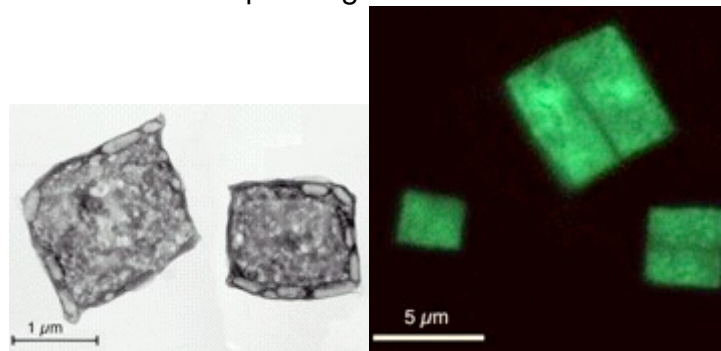
Los extremófilos se encuentran en los géiseres o chimeneas negras de los fondos de los océanos, donde se expulsa agua a más de 200°C a una profundidad tal que soportan una

presión extrema; también en las salinas o el Mar Muerto, donde la concentración de sal supera varias veces la concentración “normal” para el desarrollo de vida. Otros extremófilos son los que viven en minas o plantas de desechos industriales, y que pueden obtener energía a partir de compuestos inorgánicos con azufre o hierro.

Los extremófilos que habitan en altas temperaturas son conocidos como *termófilos*, los que habitan a bajas temperaturas, *psicrófilos*, los que viven en altas concentraciones salinas son denominados *halófilos*, los que viven en sitios de pH ácido, *acidófilos* y los de pH básico, *alcalófilos*.

Existen microorganismos conocidos como *metanógenos* que son capaces de generar metano (CH<sub>4</sub>), un gas combustible, en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno). Estos organismos viven en el fondo de depósitos acuáticos y en el rumen de algunos mamíferos herbívoros (rumiantes). El rumen es el órgano digestivo donde se lleva a cabo la degradación de

celulosa y otros polisacáridos mediante la actividad microbiana, ya que estos animales carecen de las enzimas necesarias para digerirlos.



### **Bacterias cuadradas que adoran la sal, por primera vez en el laboratorio**

Las fotografías muestran bacterias de forma cuadrada y delgadas, de unos 0,15 micrones, que viven en ambientes con altísimas concentraciones de sales (halófilas). El microbiólogo británico Anthony Walsby las descubrió en un estanque hiper-salino cerca del Mar Rojo, en 1980. Se las creía “incultivables” en condiciones de laboratorio. Sin embargo, ahora se ha logrado cultivarlas empleando medios de cultivo que contienen al menos 18% de sal, casi como la concentración salina de la salsa de soja. Además, estas bacterias crecen muy lentamente, a razón de uno o dos días por ciclo, mientras que *Escherichia coli* emplea unos 20 minutos por ciclo. Ahora que se pudieron cultivar, los taxónomos deberán analizarlas y darles un nombre “oficial”, que podría ser *Haloquadratum walsbyi*, en honor a su descubridor.

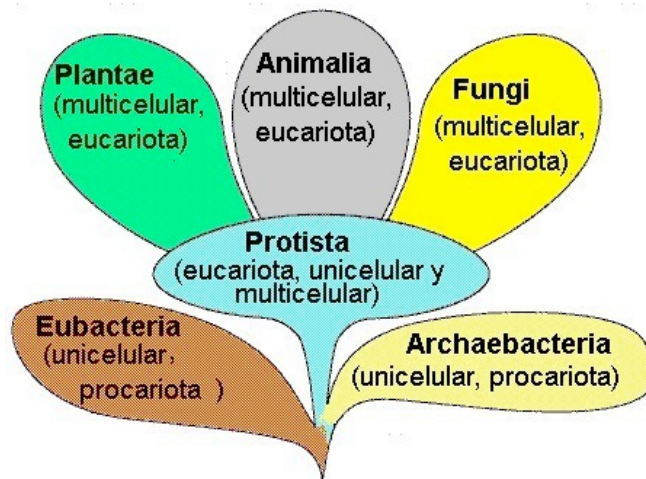
**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



Fuente: Novedades Biotecnología [novedades1@porquebiotecnologia.com.ar](mailto:novedades1@porquebiotecnologia.com.ar) 14 de octubre de 2004, y <http://www.nature.com/news/2004/041011/full/041011-3.html>

## Características de los extremófilos

Los extremófilos son mayoritariamente microorganismos procariontes pertenecientes a las *Eubacterias* y las *Archaeobacterias* (o Arqueas). Si bien estos microorganismos comparten la característica de ser unicelulares procariontes, estudios moleculares recientes han demostrado que las Arqueas tienen un funcionamiento a nivel molecular más similar a las células eucariotas. Por tal motivo, estos dos grupos de organismos procariontes están ubicados en *dominios* distintos, como se indica en el siguiente esquema:



El esquema representa los tres grandes *dominios* en que actualmente se clasifica a los seres vivos: *Eubacteria*, *Archaeobacteria* y *Eucaria* (que incluye protistas, hongos, plantas y animales). Las *Archaea* comparten propiedades con los organismos del dominio *Eubacteria* y con los del dominio *Eucaria*. Tienen la simplicidad, versatilidad y adaptabilidad de las *Eubacterias*, pero sus procesos celulares de replicación del ADN, transcripción y traducción están más relacionados con los organismos eucariontes.

Fuente: Facultad de Agroindustrias de la Univ. Nacional del Nordeste.

<http://fai.unne.edu.ar/biologia/biodiversidad/biodiversidad.htm>

La supervivencia de los extremófilos es posible debido a que sus células tienen componentes y propiedades particulares que les permiten mantenerse estables en el entorno en el que viven. Algunas de estas propiedades se detallan a continuación:

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



- ü Contienen enzimas estables. Por ejemplo, los termófilos tienen enzimas que no se desnaturalizan a altas temperaturas y protegen al ADN para evitar su degradación. Estas enzimas, al igual que las que funcionan a bajas temperaturas o a pH extremos, son conocidas como *extremozimas*.
- ü La membrana celular no es una bicapa de lípidos, como en el resto de los seres vivos, sino una monocapa, con uniones químicas distintas a las de las membranas convencionales, que le otorga mayor estabilidad.
  
- ü Los que habitan en sitios muy salinos (*halófilos*) acumulan sales también intracelularmente, y así mantienen un equilibrio osmótico con el medio que los rodea sin deshidratarse.
- ü Los que habitan en glaciares acumulan solutos que impiden que se congelen (similar a la función que cumple el anticongelante en un auto).
- ü Los que metabolizan compuestos inorgánicos tienen enzimas que le permiten hacerlo.

## Extremófilos y Genómica

Si se tiene en cuenta que las características de los seres vivos están determinadas por la información genética, las propiedades particulares de los extremófilos estaría indicando alguna diferencia a nivel de sus genes. Por este motivo, estos organismos resultan de gran interés para el estudio genómico, y algunos de ellos han sido incluidos en diversos Proyectos Genoma (ver Cuaderno N° 55).

Entre los genomas ya secuenciados se encuentran los de las especies:

- ü *Archaeoglobus fulgidus*, metabolizadora de azufre y productora de distintos compuestos aromáticos,
- ü *Methanococcus jannaschii*, metanogénica habitante del fondo de los océanos,
- ü *M. Thermoautotrophicum*, metanogénica aislada de sitios de biodegradación. Esta última especie sirve como modelo para comprender mecanismos de biodegradación y ciclo de la materia.
- ü Está avanzada la secuenciación del genoma de dos arqueobacterias termofílicas que crecen entre 70 y 106°C en profundidades volcánicas (*Pyrobaculum aerophilum* y *Pyrococcus furiosus*), que presentan el atractivo de poder proveer de enzimas que puedan ser utilizadas en procesos industriales de alta temperatura.
- ü Se estudió la especie *Sulfolobus acidocaldarius* que habita ambientes volcánicos con alto contenido en azufre, pH ácido y temperaturas de hasta 90 °C.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



### Aplicaciones biotecnológicas de los extremófilos

Debido a que muchos procesos industriales requieren altas o bajas temperaturas o pH ácidos o alcalinos, los extremófilos se han convertido para las industrias en atractivas fuentes de biocatalizadores (enzimas) estables a condiciones extremas.

Por ejemplo, en la industria de los detergentes y jabones para la ropa de uso hogareño se utilizan biocatalizadores que quiten las manchas a baja temperatura, mientras que en tratamientos de esterilización de ropa de quirófano se prefiere un jabón que tenga biocatalizadores que funcionen a altas temperaturas. La industria del cuero y las pieles requiere enzimas que degraden proteínas de la piel de los animales en condiciones de alta salinidad o minerales. En cada caso se emplearán enzimas provenientes de diferentes extremófilos.

En una primera instancia, los propios organismos eran la fuente de donde se extraían las enzimas. Luego, se clonaron los genes de los extremófilos que codifican dichas enzimas y actualmente se las produce a escala industrial en microorganismos recombinantes que fueron transformados para que sobreproduzcan la enzima de interés en biorreactores.

Algunas de las enzimas más empleadas son:

- § Proteasas: degradan proteínas, por ejemplo, la hemoglobina de la mancha de sangre.
- § Celulasas: degradan celulosa, principal componente de la pared de la célula vegetal.
- § Xilanasas y hemicelulasas: degradan componentes de la pared vegetal y se utilizan en la obtención de productos panificados y de jugo de frutas.
- § Lipasas: degradan ácidos grasos, aceites y otras grasas.
- § Amilasas: se utilizan en la industria alimenticia para degradar el almidón de los cereales a azúcares más simples.

Otra aplicación de las enzimas obtenidas de los extremófilos es la investigación básica. Por ejemplo, en laboratorios de biología molecular se utilizan técnicas que requieren de enzimas estables a altas o bajas temperaturas. Un caso puntual es la técnica conocida como Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés), en la cual se requiere una enzima (ADN polimerasa) que produce cadenas de ADN a 94 °C. Para lograrlo se utiliza la ADN polimerasa obtenida del termófilo *Thermus aquaticus*.

## ACTIVIDADES

### OBJETIVOS:

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 57 de

1. Revisar los conceptos explicados en el texto.
2. Relacionar los conceptos trabajados en el texto con otros contenidos de la currícula.
3. Interpretar las novedades de biotecnología publicadas recientemente a partir de los conocimientos adquiridos en el Cuaderno.

## **DESTINATARIOS:**

Las siguientes actividades pueden aplicarse al nivel EGB 2 y 3, y al Polimodal. En el caso de la EGB el tema de los extremófilos puede incluirse al trabajar la biodiversidad, las características de los seres vivos y su clasificación, y también a temas ambientales vinculados con los recursos energéticos y las fuentes alternativas de energía.

En el Polimodal se puede incluir el tema de los extremófilos al abordar temas como las enzimas, su estructura y función y mecanismos de transporte de sustancias.

## **CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS:**

El tema de los extremófilos es interesante ya que puede relacionarse con una diversidad de contenidos que se trabajan en clase. Entre ellos: características de los seres vivos,

clasificación, biodiversidad, enzimas, transporte de sustancias (ósmosis), recursos energéticos y fuentes energéticas alternativas.

Por este motivo, se sugieren actividades diversas que pueden contribuir no solo a trabajar el tema de los extremófilos en particular, sino también otros temas relacionados entre los cuales puede incorporarse el contenido de este Cuaderno.

Uno de los aspectos interesantes para trabajar con los alumnos se refiere a la definición habitual de ser vivo y sus funciones vitales. El hallazgo de los extremófilos demuestra que en aquellos ambientes donde se creía imposible la vida, los extremófilos se sienten "cómodos". Este hallazgo obliga a los científicos a replantear algunas de las concepciones acerca de la vida, fundamentalmente respecto de las condiciones que se creían, hasta ahora, aceptables para la vida en la Tierra. El tema de los extremófilos incluso se relaciona con la *exobiología*, que estudia cómo la vida apareció y continuó en la Tierra, y la posibilidad de que haya vida en otros lugares y de qué modo ésta se podría encontrar y reconocer. Es decir que, los extremófilos y el descubrimiento de ecosistemas que se desenvuelven en condiciones insospechadas hasta ahora, abren perspectivas diferentes en relación con la definición de mundo habitable.

Se sugiere también incorporar el tema de los extremófilos, fundamentalmente de los *termófilos*, al trabajar el tema de las enzimas, su estructura y función. La posibilidad de que los extremófilos sobrevivan y se desarrollen se debe fundamentalmente a la

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 57 de

existencia de moléculas proteicas capaces de resistir las condiciones extremas a las que se exponen. Por lo tanto, los extremófilos son útiles para interpretar conceptos tales como *desnaturalización* y *temperatura óptima*.

Los halófilos son un caso interesante para incorporar en la clase al estudiar el tema de transporte de sustancias, particularmente la ósmosis. El equilibrio de sustancias entre el exterior y el interior del microorganismo es lo que le permite a este tipo de organismos sobrevivir a condiciones de alta salinidad en la cual otros organismos no podrían hacerlo.

Al trabajar conceptos vinculados con la nutrición (obtención de materia y energía) y la alimentación (obtención de sustancias orgánicas complejas) ya sea de autótrofos y de heterótrofos, se puede incorporar el tema de los extremófilos, particularmente aquellos que viven en completa oscuridad y utilizan la *quimiosíntesis* como forma de alimentación.

Otro tema de la currícula que se puede relacionar con el tema de este Cuaderno se refiere a los recursos energéticos que constituyen una fuente de energía para las actividades humanas. Particularmente, frente a un evidente agotamiento de los recursos energéticos no renovables o que se renuevan muy lentamente, como los combustibles fósiles, la disponibilidad de fuentes alternativas se presenta como una necesidad para un desarrollo sustentable. Entre ellas, la bioenergía, es la que se obtiene a partir de la materia orgánica o biomasa. (En la edición n° 58 de El Cuaderno, abordaremos este tema.)

Por último, otro aspecto interesante para trabajar en el aula se refiere a la utilidad de los extremófilos en la industria, y la importancia de conocer el genoma de estos organismos para comprender el origen de estas características.

## ACTIVIDAD 1. Comprensión de conceptos

1. ¿Qué significa el concepto “extremófilo”?
2. ¿Cuáles son las condiciones particulares en que sobreviven los extremófilos y que no podría resistir otro tipo de organismo? Indicar, en cada caso, que nombre se le da a cada tipo de extremófilos que se desarrollan en tales condiciones.
3. ¿En qué grupo se clasifica a la mayoría de los extremófilos?
4. ¿A qué se denomina “extremozimas” y cuál es su importancia para la supervivencia de los extremófilos?

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



5. ¿Cuál es la característica que tienen los halófilos y que les permite sobrevivir en ambientes de alta salinidad sin deshidratarse?
6. ¿Cuál es el mecanismo mediante el cual se alimentan los organismos autótrofos que viven en condiciones de oscuridad?
7. ¿Cuál es la utilidad de conocer el genoma de los extremófilos?
8. ¿Qué aplicaciones tienen o podrían tener los extremófilos?
9. Explicar cuál es la técnica empleada en la actualidad para obtener grandes cantidades de las enzimas provenientes de los extremófilos.
10. A partir de la información dada, construir una tabla como la siguiente:

\* *sustrato* es el tipo de sustancia sobre el que actúa específicamente cada tipo de enzima. Por ejemplo, las lipasas actúan sobre los lípidos.

11. **Nota para el docente:** La pregunta anterior puede adaptarse a alumnos de EGB 2 y 3 de la siguiente forma:

Completar la siguiente tabla: Qué tipo de enzima se utilizaría, y de qué extremófilos debería obtenerse, si la ropa estuviera manchada con:

La ropa se manchó con....	Qué tipo de enzima debería usar para limpiar la ropa
Sangre	
Pasto	

Tipo de enzima	Sustrato * sobre el que actúa	Aplicación industrial	Extremófilo del cual se extrae

Jugo de frutas	
Aceite	

## **ACTIVIDAD 2. La información en los envases**

La siguiente actividad propone analizar las etiquetas de envases de jabón para la ropa. Se puede proponer a los alumnos traer envases de jabones para la ropa. Por ejemplo, la siguiente fotografía pertenece a un producto de consumo para lavado de ropa:

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.





# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 57 de



La publicidad de este producto incluye términos tales como:

- ü “principios bioactivos”,
- ü “sistema biotérmico”,
- ü “especialmente desarrollado para eliminar las manchas más difíciles aún en agua fría”.

Se sugiere analizar las etiquetas y explicar, a partir de los conceptos trabajados en el Cuaderno, qué significan estos términos que emplea la publicidad.

### **ACTIVIDAD 3. Análisis de textos**

La siguiente actividad propone la lectura y análisis de textos referidos al tema de los extremófilos. En cada caso, se incluyen preguntas para el análisis del texto.

En este caso particular se sugiere un artículo extraído de las Novedades de Biotecnología que publica semanalmente el sitio [www.porquebiotecnologia.com](http://www.porquebiotecnologia.com) y una nota publicada en La Nación. También se puede proponer que los alumnos busquen otras Novedades publicadas.

#### **Nota 1. Exploran el genoma de bacteria que consume metano**

Publicado en [www.porquebiotecnologia.com](http://www.porquebiotecnologia.com) el 23/09/2004, y en

[www.checkbiotech.org/root/index.cfm?fuseaction=newsletter&topic\\_id=1&subtopic\\_id=5&doc\\_id=8671](http://www.checkbiotech.org/root/index.cfm?fuseaction=newsletter&topic_id=1&subtopic_id=5&doc_id=8671)

La secuencia del genoma de la bacteria metanótrofa *Methylococcus capsulatus*, una especie que habita el suelo, basurales, sedimentos y turberas, reveló la presencia de un gran número de genes asociados al aprovechamiento del metano como fuente de carbono. El estudio mostró que el organismo tiene un número sorprendentemente alto de vías

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



metabólicas relacionadas con el consumo de metano. Esto sugiere que *M. capsulatus* es capaz de responder a cambios sutiles en el medio ambiente accionando diferentes rutas de utilización del metano. Este hallazgo transforma a esta bacteria en un microorganismo interesante desde el punto de vista biotecnológico. Los metanótrofos juegan un papel muy importante en el ciclo de la energía, ya que consumen metano, un gas producido principalmente en los basurales, en el sistema digestivo del ganado rumiante, y en las plantas procesadoras de petróleo y gas natural. Es por eso que en los últimos años los investigadores han mostrado un gran interés por los metanótrofos, con la intención de emplearlos para disminuir las emisiones de metano en el medio ambiente. "Ahora tenemos más información sobre la relación entre *M. capsulatus* y el medio ambiente. Es importante para nosotros saber en qué condiciones el metano puede ser removido del ecosistema antes de que se acumule en concentraciones mayores," explicó Naomi Ward, del Instituto de Investigación Genómica (TIGR) y que lidera el proyecto junto con sus colegas de la Universidad de Bergen, en Noruega. Por su parte, Johan Lillehaug, de esa Universidad, señaló que el análisis del genoma también reveló que *M. capsulatus* tiene una estrategia bastante original para obtener cobre del medio, un elemento esencial para regular la oxidación del metano. "Encontramos que *M. capsulatus* es un buen modelo para estudiar cómo los microbios se adaptan a las diferentes concentraciones de cobre", explicó, "ya que usa dos sistemas independientes (para altas o bajas concentraciones de cobre) a la hora de oxidar el metano".

### Preguntas para el análisis del texto:

1. ¿Cuál es la novedad que difunde esta nota?
2. ¿Qué significa el término "metanótrofa"? [Nota para el docente:](#) esta pregunta permite relacionar con conceptos referidos a las diferentes formas de alimentación ("tróficas") de autótrofos y heterótrofos, que proveen sustancias orgánicas que son fuente de materia y de energía. En este caso particular, el empleo de metano como fuente de carbono.
3. ¿En qué ambientes habita este tipo de bacterias?
4. ¿Cuál es la importancia de las bacterias metanótrofas en el flujo de la energía en el ecosistema?
5. En el Cuaderno se hizo referencia a las bacterias *metanógenas*, y la nota hace referencia a bacterias *metanótrofas*. ¿Qué diferencia hay entre ambas en cuanto a la intervención del metano en su metabolismo? [Respuesta:](#) en un caso se trata de bacterias que producen metano como resultado de su metabolismo, y en el otro caso lo consumen.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



## **Nota 2. Instan a proteger las riquezas antárticas Podrían depredar los microorganismos**

Fuente: LA NACION LINE 2 de Febrero de 2004 | Ciencia/Salud

La Universidad de las Naciones Unidas lanzó un llamado para intensificar esfuerzos con objeto de lograr un acuerdo para controlar una fiebre del oro internacional para encontrar y explotar las riquezas de la Antártida.

Una nueva generación de exploradores intenta detectar organismos de interés, entre ellos los "extremófilos", que han evolucionado para sobrevivir en las extremas condiciones del continente helado. Los científicos creen que la extracción y el aislamiento de las sustancias que les permiten prosperar podrían tener enormes implicancias en la investigación biotecnológica y podrían conducir a nuevos tratamientos para el cáncer y a la elaboración de fármacos y productos industriales.

Hace unos 50 años, los científicos pensaban que la vida sólo podía existir en un número muy limitado de ambientes. Sin embargo, se han encontrado formas de vida en prácticamente todos los rincones del planeta que se han explorado. Actualmente se sabe que todos los ambientes considerados "inhabitables" por el ser humano son colonizados por otros organismos que son perfectamente capaces de adaptarse a esos nichos ecológicos (escasez de agua, altas temperaturas, frío, etc). Son los llamados "extremófilos", que se desarrollan en condiciones físicas y químicas insoportables para los seres humanos y la mayoría de los seres vivientes.

De acuerdo con el tipo de hábitat en el que prosperan, se dividen en termófilos (altas temperaturas), psicrófilos (muy fríos), acidófilos (altamente ácidos), alcalófilos (muy alcalinos), halófilos (de alta salinidad), barófilos (de altísima presión)... Estos hábitat incluyen manantiales calientes, sistemas hidrotermales submarinos poco profundos o sistemas de aberturas termales abisales (donde pueden encontrarse microorganismos a temperaturas que exceden los 100° C). También se encuentran organismos extremófilos en lagos salinos, a veces en condiciones de salinidad casi de saturación, y en ambientes con valores del pH extremos, sea ácido (zonas de solfataras) o alcalino (fuentes carbónicas, tierras alcalinas, lagos de carbonato de sodio). Los hábitat de los organismos psicrófilos incluyen los mares y tierras polares fríos y los glaciares alpinos, así como sedimentos del fondo del mar.

### Preguntas para el análisis del artículo periodístico

1. ¿Cuáles son las riquezas antárticas a que hace referencia el título de la nota?
2. Enumerar los diferentes extremófilos que menciona el artículo y las condiciones particulares en las que sobreviven.
3. ¿Qué tipo de extremófilos en particular proliferan en el continente antártico?
4. Explicar el significado del título.

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 57 de

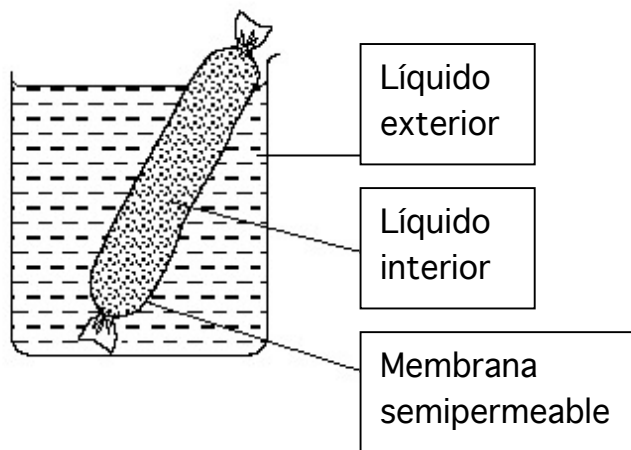
**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**



#### ACTIVIDAD 4. Ósmosis

La siguiente actividad se sugiere para trabajar el tema de la ósmosis que se vincula con la característica que presentan los microorganismos halófilos y que les permite sobrevivir en ambientes con concentraciones altas de sal. Estos microorganismos acumulan solutos dentro de su célula y evitan de esta forma la deshidratación, es decir la pérdida de agua al entorno.

La siguiente ilustración describe una experiencia simple que se puede realizar en la clase.



Analizar la ilustración y completar la última columna de la tabla indicando cómo se vería la bolsita después de media hora de exponerla a las siguientes condiciones:

	Líquido exterior	Líquido interior	Cambios observados
1	Agua destilada	Solución de 10% de sal	
2	Solución 5% de sal	Agua destilada	
3	Solución 10% de sal	Agua destilada	
4	Solución 10% de sal	Solución 5% de sal	
5	Solución 10% de sal	Solución 10% de sal	

**Información para el análisis de la experiencia:** Cuando la bolsita, que representa la célula, se introduce en un vaso con agua destilada o con un líquido exterior con una concentración de solutos menor a la interior, se produce un flujo de agua que equilibra la presión osmótica a ambos lados de la membrana. Esto ocurre debido a que los solutos disueltos en el líquido interior no pueden atravesar la membrana y fluir al

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



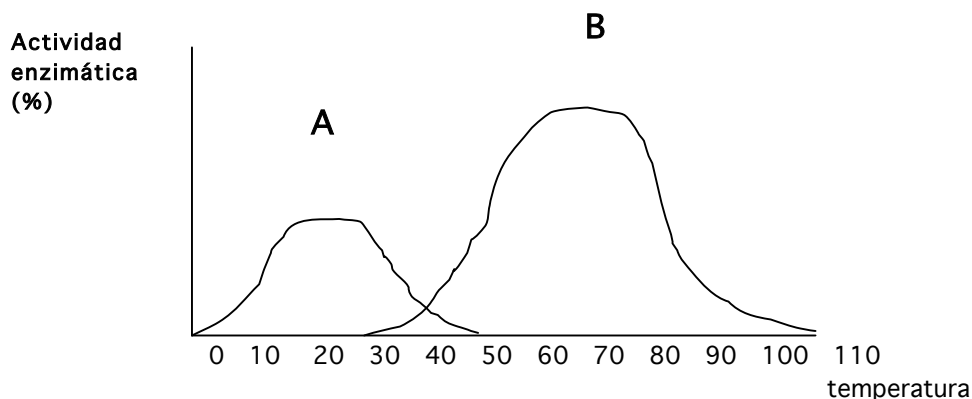
exterior, por lo tanto el agua fluye al interior. Como resultado, la bolsita (o la célula) se hincha lentamente hasta llegar el momento en que estalla, dispersando su contenido.

En cambio, si se introduce en una solución que posee un valor de presión osmótica mayor a la dada en el interior (solución hipotónica), la bolsita o en el plasma celular disminuye de tamaño, por el paso del solvente intracelular al exterior. Si la solución en la que se coloca la bolsita no provoca ningún cambio por el flujo osmótico, ya sea interior o exterior a la célula, se le llama solución isotónica.

### ACTIVIDAD 5. La actividad enzimática en función de la temperatura

La siguiente actividad tiene por objetivo trabajar conceptos vinculados con la actividad enzimática en función de la temperatura. Se sugiere aplicar para el estudio particular de los microorganismos termófilos.

El gráfico representa la actividad enzimática (en %) de dos tipos de enzimas diferentes en función de la temperatura. A partir de la observación y análisis de las curvas responder a las preguntas que se formulan a continuación:



1. ¿Cuál es la temperatura óptima de la enzima A y de la enzima B?
2. ¿A qué temperatura se interrumpe por completo la actividad de cada una de esas enzimas?
3. ¿Qué indica la "cima" de cada curva?
4. ¿Cuál de las dos enzimas A o B es más sensible a la temperatura?
5. ¿Cuál de los dos tipos de enzimas representadas, podría corresponder a un microorganismo *termófilo*? Justificar la respuesta.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.

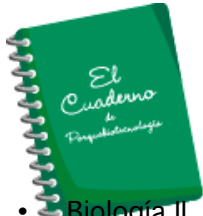


6. ¿Cuál de los dos tipos de enzimas es más activa (actúa sobre más cantidad de moléculas por unidad de tiempo) en su temperatura óptima? **Respuesta:** ambas enzimas, cada una a su temperatura óptima, actúa al 100%.
7. ¿Cuál de las dos enzimas sería más apropiada para aplicar como *biocatalizador* en un lavadero industrial, en el cual se esteriliza ropa hospitalaria? Justificar la respuesta y explicar por qué no sería posible emplear la otra enzima.
8. ¿Cómo se explicaría el aumento en la actividad enzimática con el aumento de la temperatura hasta la temperatura óptima? **Respuesta:** a medida que aumenta la temperatura, hasta la óptima, las moléculas enzimáticas adquieren la movilidad necesaria para actuar sobre su sustrato).
9. ¿Cómo se explicaría la disminución paulatina en la actividad enzimática después de la temperatura óptima? **Respuesta:** la disminución en la actividad se debe a la desnaturalización (pérdida de estructura terciaria, o tridimensional) de las enzimas debido a la ruptura de las uniones que mantiene la estructura química de la molécula. **Nota para el docente:** el hecho de que la actividad disminuya paulatinamente y no abruptamente, tomando en cuenta que las moléculas enzimáticas son idénticas entre sí, se explica ya que la distribución del calor en el medio en el cual actúan las enzimas no es uniforme, por lo tanto, no todas las enzimas alcanzan la misma temperatura al mismo tiempo. Una actividad enzimática del 50%, por ejemplo, indica que la mitad de las enzimas aún está activa mientras que la otra mitad ya está desnaturalizada.

## Material de consulta

- [http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2001/ast13apr\\_1.htm](http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2001/ast13apr_1.htm) Sitio en español de la NASA – Administración de Aeronáutica y Espacio de Estados Unidos- con texto, imágenes y enlaces a otros sitios. Incluye además una página especial para estudiantes con información, juegos, visitas virtuales a laboratorios de la NASA, videoconferencias y acceso a programas de animaciones y simuladores.
- <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap5.pdf> Leonor Carrillo. 2003. Microbiología Agrícola. Capítulo 5. Rumen y Biogas
- [http://www.bbc.co.uk/scotland/education/bitesize/standard/biology/investigating\\_cells/cells\\_and\\_diffusion\\_rev4.shtml](http://www.bbc.co.uk/scotland/education/bitesize/standard/biology/investigating_cells/cells_and_diffusion_rev4.shtml) Sitio Educativo, en inglés, con explicaciones, gráficos y animaciones de diferentes procesos biológicos, como la difusión y la ósmosis, entre otros temas. También incluye contenidos de biotecnología y de química.
- El Libro de la Naturaleza y la tecnología 8, EGB. Editorial Estrada (1998)

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición N° 57 de

- Biología II. Polimodal. Ecología y Evolución. Editorial Estrada (2001)
- [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa\\_cruz/biogas/actividad\\_de\\_laboratorio.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa_cruz/biogas/actividad_de_laboratorio.htm) .  
Página Web realizada por alumnas del Colegio secundario Provincial N°8 "Naciones Unidas" de la localidad de Puerto Santa Cruz, provincia de Santa Cruz. Incluye fotos y videos de la experiencia para la producción de biogás y de sus resultados.

**"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.**