



## BIOTECNOLOGÍA MARINA

Los océanos constituyen alrededor del 70% de la superficie terrestre. En ellos está representada la mayor biodiversidad existente en la Tierra. Debido a esto, los científicos comenzaron a explorar estos ambientes, en busca de nuevas sustancias que puedan utilizarse en distintas industrias, tales como la de los alimentos y medicamentos, así como para la conservación del medio ambiente. Así surge la biotecnología marina, como una disciplina emergente basada en el uso de recursos naturales marinos para encontrar soluciones a problemas de hoy. Incluye la exploración de las capacidades de los organismos marinos, incluso a nivel molecular, y permite avanzar en la comprensión del material biológico marino.

### ¿Qué estudia la biotecnología marina?

*La biotecnología marina es el uso de organismos marinos, sus genomas, o sus productos derivados, para beneficio del hombre.* Esta amplia definición sugiere que existe una enorme variedad de desarrollos e investigaciones científicas en esta disciplina y los más importantes son aquellos relacionados al estudio de la biodiversidad y remediación del ambiente y el desarrollo de nuevos fármacos de origen marino (ver Cuaderno N° 36, 57, 88).

### Biotecnología marina y medicina

Los organismos marinos, al igual que los terrestres, son considerados fábricas químicas vivas, ya que producen una gran cantidad de compuestos metabólicos (ver Cuaderno 47, 51).

Además de los metabolitos primarios esenciales para las funciones fisiológicas básicas (tales como los azúcares, lípidos, proteínas, ATP y ácidos nucleicos), los organismos producen metabolitos secundarios que están implicados en su aptitud y supervivencia en el medio en donde habitan.

Los investigadores están interesados en conocer cómo los organismos utilizan estos metabolitos secundarios que producen. Se ha demostrado, por ejemplo, que ciertas algas marinas e invertebrados contienen ciertos productos naturales en sus tejidos que hace que sean atacados en menor medida por sus depredadores, a diferencia de los organismos que no producen esos metabolitos.

En otros casos, los depredadores secuestran en sus tejidos los metabolitos secundarios producidos por su presa, los cuales les sirven para su propia defensa.

Actualmente, se sabe que los productos naturales aislados de fuentes marinas tienden a ser más *bioactivos* que aquellos provenientes de organismos terrestres. Esto se debe, en parte, a que deben conservar su potencia a pesar "El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



de la dilución en agua de mar para ser eficaces en la "guerra química" que se produce en las relaciones de competencia entre organismos. Algunos de estos compuestos con potencial quimioterapéutico se encuentran en ensayos clínicos en humanos para tratar ciertos tipos de cáncer. Para la búsqueda de nuevas especies (también conocida por el término inglés *screening*), se deben escoger aquellos lugares de alta biodiversidad, pero además que el número de individuos de cada especie también sea elevado. Esto permitirá que la investigación tenga un impacto mínimo sobre el ecosistema. Una vez tomadas las muestras, deben ser clasificadas y documentadas con precisión, para que los especímenes que resulten de interés puedan ser recolectados nuevamente en el futuro. A su vez, es necesario conservarlas en frío para que se mantengan intactas hasta su llegada al laboratorio. La búsqueda y recolección de especímenes para la investigación y obtención de productos naturales de interés (proceso llamado **bioprospección**) pueden resultar en una labor compleja. Japón, por ejemplo, invierte casi mil millones de dólares en tales esfuerzos, de los cuales el 80% es financiado por el sector privado.

### ¿Cuáles son los pasos que siguen los investigadores en estas búsquedas?

Para el proceso de **colección de muestras**, se utilizan distintos equipamientos dependiendo de los ambientes en donde se realizará (hábitats poco profundos entre 0 y 50 m, o mares profundos en donde las condiciones son menos propicias).

Los equipos recogen una gran cantidad de organismos marinos que incluyen individuos sésiles (esponjas, corales y tunicados), algas y sedimentos en los que se encuentran una gran variedad de bacterias.

Primero, se **clasifican** las muestras mediante etiquetas que indican lugar y fecha de recolección, y esta información se correlaciona en registros con otros datos disponibles con respecto a la muestra: temperatura y salinidad del lugar en donde fue encontrado, descripciones físicas de la localización y de la muestra en sí misma, y las condiciones atmosféricas a la hora de la colección. Luego, todas las muestras son fotografiadas intactas junto con su etiqueta de identificación para crear un expediente fácilmente accesible, antes de que la muestra sea procesada.

Una porción de la muestra es congelada y utilizada para realizar su **caracterización taxonómica** (determinar a qué especie pertenece). Luego, la muestra es procesada: se cortan en pequeños trozos y se mezclan con etanol u otro solvente y se muelen con el objetivo de romper las células y dejar en solución las sustancias químicas, para ser luego analizada su **actividad biológica**.

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



Esto se realiza mediante una técnica llamada cromatografía líquida de alta precisión (HPLC), en donde los compuestos químicos individuales dentro de un extracto se separan y producen determinadas señales (picos) en un gráfico llamado cromatograma. Estos se pueden comparar con picos correspondientes a sustancias conocidas para determinar si una muestra dada ha producido algún compuesto aún no conocido. Cuando esto ocurre, los científicos pueden recoger más cantidad de la muestra para determinar algún potencial biomédico del compuesto nuevo.

Algunos de los productos naturales bioactivos aislados de invertebrados marinos son, en realidad, producidos por las bacterias asociadas a ellas. Por esta razón, los científicos mantienen las muestras y cultivan los microorganismos del sedimento asociado a los invertebrados muestreados.

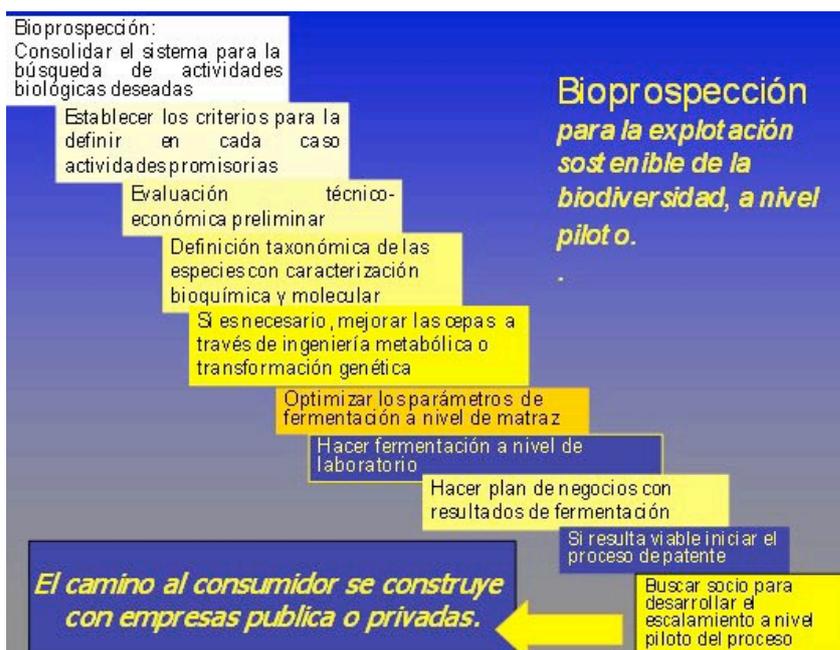
### **Nuevos compuestos bioactivos**

Un extracto crudo derivado de un organismo marino contiene una gran cantidad de compuestos, pero generalmente solo uno de éstos será responsable de una bioactividad particular exhibida por el extracto durante la investigación del laboratorio (ver Cuaderno N° 25, 51).

Cuando la actividad farmacológica resulta prometedora, los investigadores comienzan a aislar las moléculas implicadas en esta actividad. Allí es donde los programas de **química farmacológica** deben encontrar la manera de sintetizar químicamente el principio activo, para evitar acudir permanentemente a la fuente natural. Una solución a esto lo brinda la biotecnología, ya que mediante técnicas de **ingeniería genética** se pueden transferir los genes que sintetizan una sustancia a organismos no marinos fácilmente cultivables en el laboratorio, como la bacteria *Escherichia coli*.

Luego de probar la actividad de la sustancia estudiada en modelos vivos, los candidatos se presentan ante los organismos reguladores para su inclusión en **ensayos clínicos**.

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



Fuente: <http://www.ibun.unal.edu.co/lineas/bioprosesos/inicio.htm>

En resumen, para que una molécula extraída del océano se convierta en un medicamento, se necesita la participación de equipos multidisciplinarios que involucren a investigadores, empresas y universidades que invierten muchos años de trabajo (ver Cuaderno N° 10).

## Bioproductos en el mercado

A pesar de la poca atención que, históricamente, se les ha prestado a los productos naturales de origen marino, actualmente existe una gran cantidad de bio-productos derivados que están comercialmente disponibles.

Las primeras drogas datan de más de 50 años y fueron extraídos de una esponja del Caribe llamada *Tethya crypta*. Estos compuestos eran nucleósidos similares a los que forman las unidades del ADN y ARN (ver Cuadernos N° 3, 32, 65), salvo que poseían un tipo de azúcar llamada arabinosa, en vez de la desoxirribosa y ribosa características de estos ácidos nucleicos. Estos análogos naturales resultaron tener características antivirales inesperadas, actuando como agentes inhibidores de la transcripción reversa de ciertos virus. Esto condujo a la síntesis de un número de drogas antivirus y anticáncer comercialmente disponibles en la actualidad. Dentro de estas drogas se encuentra el AZT (zidovudina), para el tratamiento del virus HIV, la cual es producida bajo el nombre comercial de Retrovir®. En la siguiente tabla se muestran algunos medicamentos derivados de organismos marinos:

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



**Some promising potential therapeutic compounds derived from marine sources.**  
(Modified from Kijjoo and Sawangwong 2004)

Condition	Compound	Source Organism	Origin
<b>Cancer</b>	Aplidine	Tunicate	Mediterranean
	Bryostatin 1	Bryozoan	Gulf of California
	Didemnin B	Tunicate	Caribbean
	Dolastatin 10	Sea Hare	Indian Ocean
	Ecteinascidin-743	Tunicate	Caribbean
	Halichondrin B	Sponge	Japan
	Kahalalide F	Gastropod	Hawaii
	Mycaperoxide B	Sponge	Thailand
<b>HIV</b>	Cyclodidemniserinol trisulfate	Tunicate	Palau
	Lamellarin a 20 sulfate	Tunicate	Australia
<b>Nematode Infection</b>	Dithiocyanates	Sponge	Australia
<b>Asthma</b>	Contignasterol	Sponge	New Guinea
<b>Pain</b>	Conotoxins	Gastropod	Tropical Pacific

Fuente: <http://www.marinebiotech.org/crews.html>

## La biotecnología y el futuro de la bioprospección marina

Se espera que un futuro cercano, los esfuerzos en bioprospección se centrarán no solo en el descubrimiento de productos naturales de plantas, animales, y microorganismos marinos, sino también que se utilicen herramientas biotecnológicas para explorar la información almacenada en los genomas de estos organismos.

Con el advenimiento del Proyecto Genoma Humano (ver Cuaderno N° 55) y las tecnologías que emergieron de él, los científicos están investigando y ordenando genomas de otros seres vivos. Actualmente, se cuenta con el conocimiento del genoma completo de un grupo de microorganismos. Además, el estudio del genoma de vertebrados marinos, como algunos peces, ya ha comenzado.

Se espera que estos esfuerzos en investigación puedan contribuir en un futuro, con el desarrollo de la siguiente generación de productos farmacéuticos para mejorar la salud humana, así como también contribuir con la salud animal y la agricultura.

## Biotecnología marina y medioambiente

### Biorremediación

La biotecnología también hace su aporte a la remediación del medio ambiente. Esta tecnología, denominada biorremediación, aprovecha la capacidad de los

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



microorganismos de utilizar como fuente de Carbono a los contaminantes (hidrocarburos) y transformarlos en compuestos totalmente inocuos: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). (Ver Cuadernos N° 36 y 46).

Dos de los casos más conocidos en donde se aplicó la biorremediación con microorganismos para limpiar aguas contaminadas con hidrocarburos, fueron los derrames tras los accidentes del Exxon Valdez (Alaska, 1989) y el Prestige (Galicia, 2002). En Galicia, España, tras el accidente del Prestige, las bacterias autóctonas fueron las que limpiaron por sí solas algunas zonas contaminadas. En estudios realizados en la zona, se encontraron 60 cepas bacterianas que se alimentaban del fuel derramado, una riqueza de microorganismos hasta ese momento desconocida y que podría deberse a la gran cantidad de vertidos contaminantes, utilizado como alimento para las bacterias.

### Biofouling

La biotecnología también puede ayudar a solucionar un fenómeno llamado *biofouling*. Este es un problema a nivel mundial que cuesta billones de euros al año a flotas de distintos países. El proceso se inicia con la adhesión de microorganismos a la superficie metálica de los barcos. Las bacterias atraen algas, moluscos y otros organismos marinos, y en este proceso se dañan las estructuras de acero de las embarcaciones y frenan su avance, llegando a producir un aumento en el consumo de combustible de hasta un 50%. Este fenómeno de biofouling, obliga a realizar una limpieza periódica de los barcos con compuestos químicos extremadamente tóxicos, además de tener un costo elevado.

Actualmente, se está buscando una solución a este problema, utilizando como herramienta al mismo medio marino. Allí, se han encontrado organismos (bacterias, esponjas y corales) que secretan ciertas sustancias, las cuales los hacen inalterables ante el fenómeno del biofouling. Los investigadores descubrieron una sustancia llamada ácido zostérico, sintetizado por una planta que vive en las praderas submarinas llamada *Zostera marina*, que imposibilita la adhesión de cualquier microorganismo. También se están estudiando otros compuestos para solucionar el biofouling, tales como proteoglicanos del erizo de mar o glicoproteínas hidrofóbicas de marsopas y ballenas.

La solución de este fenómeno no sólo tendrá aplicación a las embarcaciones, sino que se espera que un futuro se pueda aplicar a nivel industrial, en donde el problema del biofouling interfiere con los intercambiadores de calor y bloquea las tuberías, así como en el terreno de la medicina, evitando la formación de películas de bacterias en implantes y material quirúrgico.

### Monitoreo de contaminación del medio marino

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



Los océanos contienen millares de compuestos tóxicos que interactúan con millones de especies, con diversas susceptibilidades y en una gran diversidad de ambientes dinámicos. En este escenario, el acercamiento tradicional de intentar estudiar los efectos de un solo producto químico en una sola especie resulta insuficiente.

En este sentido, la biotecnología y sus herramientas moleculares están ofreciendo una alternativa en la superación de la complejidad de estos estudios. Una estrategia potencial consiste en medir los efectos de la exposición química en determinados organismos vivos, utilizando **biomarcadores**.

Los biomarcadores son parámetros biológicos cuantificables que pueden servir como indicadores de la salud. Algunos ejemplos los constituyen las enzimas u hormonas producidas por los organismos en respuesta a la exposición a los compuestos tóxicos.

Así, se examina específicamente la respuesta fisiológica de los organismos expuestos a una variedad de agentes tóxicos, revelando cómo éstos afectan a la salud de los organismos. Por ejemplo, en una investigación realizada en ballenas y otros mamíferos marinos, se estudió el nivel de expresión del gen CYP1A (Cytochrome P450 1A). Un elevado nivel de expresión indica que ese animal habría sido expuesto a niveles significativos de agentes contaminadores tóxicos.

En resumen, la industria biotecnológica aportará nuevas soluciones al estudio y conservación del mundo marino. Las nuevas herramientas permitirán conocer más a fondo los océanos y sus productos, descubrir nuevas sustancias de interés para la salud humana y diseñar nuevos métodos para el desarrollo sostenible de esos bioproductos.

### CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Uno de los aspectos importantes a trabajar a partir de este Cuaderno es la importancia de conservar la biodiversidad, fuente de recursos naturales que se pueden emplear en la salud, la alimentación, la limpieza el ambiente, y otras áreas o industrias. El valor de la biodiversidad se puede considerar desde distintos puntos de vista. En primer lugar, las especies vegetales y animales son la fuente de alimentos de la especie humana. Además, muchas plantas, hongos y bacterias constituyen la materia prima para la fabricación de medicamentos. Otras especies se utilizan en la producción de energía (maderas para combustible y carbón vegetal), como materias primas para vestimentas (el algodón), como materiales estructurales (maderas para construcción), y como sustancias de uso industrial (ceras, resinas, tinturas y lubricantes).

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



La biodiversidad también tiene valor científico ya que su estudio aporta conocimientos acerca de los procesos biológicos y del funcionamiento de los ecosistemas, y un valor estético ya que la observación de la naturaleza permite apreciar y disfrutar de los resultados de millones de años de evolución biológica. El valor ético también es importante y consiste en reconocer el derecho del ser humano a hacer uso de la diversidad biológica y la obligación de respetar a las otras especies que conviven con él.

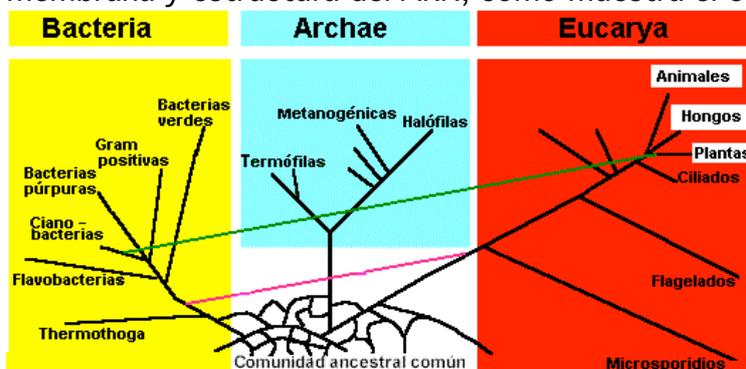
Las alteraciones ambientales causadas por la actividad humana provocan un empobrecimiento acelerado de la biodiversidad. El mismo ser humano, como parte de este ecosistema, debe buscar soluciones a los problemas que él mismo genera. De hecho muchas de las soluciones a esos problemas se encuentran en la misma naturaleza que el hombre altera.

Según el Convenio sobre Diversidad Biológica aprobado en Río de Janeiro en 1992, la biodiversidad consiste en "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y de los ecosistemas". La biodiversidad brinda seguridad alimentaria y constituye una reserva de genes para la biotecnología, especialmente en el ámbito de la agricultura y la medicina, y favorece el desarrollo del ecoturismo. Hasta el momento, los taxonomistas inventariaron unos 1,7 millones de organismos vivos (plantas, animales y microorganismos), sin embargo se estima que podrían existir entre 8 y 15 millones. Este Convenio es el primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas. Reconoce que la conservación de la diversidad biológica es "una preocupación común de la humanidad" y una parte integral del proceso de desarrollo. Sus objetivos son "la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos". Para alcanzar sus objetivos, el Convenio promueve la asociación entre países, la cooperación científica y tecnológica, el acceso a los recursos genéticos y la transferencia de tecnologías ambientalmente sanas, así como una financiación apropiada. El desarrollo de la biotecnología en las últimas décadas juega un papel decisivo en esta tarea de conservar y aprovechar la biodiversidad en beneficio de las actividades humanas.

Otro aspecto que se desprende de este Cuaderno y que se trabaja en clase es el referido a la biodiversidad y la clasificación de los organismos. *Clasificar* significa ordenar objetos según determinados criterios y darles un nombre que permita identificarlos. Es una forma de organizar la realidad para tratar de entenderla. Los criterios que se toman en cuenta para agrupar los objetos depende del objetivo de quien clasifica. Alrededor de 1960 se propuso la

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

clasificación de los seres vivos en cinco reinos: *Monera*, *Protista*, *Hongo* o *Fungi*, *Planta* y *Animal*, que es la más utilizada actualmente por los biólogos. Los taxónomos tienen en cuenta no solo la forma externa de los organismos, sino también rasgos de la estructura interna, las sustancias que lo componen, el comportamiento, el tipo de reproducción, el modo de alimentarse y de respirar, y la información genética. Los taxónomos también estudian y clasifican restos de organismos que existieron en el pasado (fósiles). Esto permite establecer relaciones de “parentesco” entre organismos actuales y pasados, y conocer cómo fue evolucionando la vida en la Tierra hasta llegar a la actualidad. En la actualidad los criterios de clasificación están cambiando. En 1977 Carl Woese propuso una categoría superior a reino: **DOMINIO**, reconociendo tres linajes evolutivos; **ARCHEA**, **BACTERIA** y **EUKARYA**. Las características para separar estos dominios son el tipo de célula, compuestos que forman la membrana y estructura del ARN, como muestra el esquema:



La línea verde indica origen bacteriano de los cloroplastos  
La línea roja indica origen bacteriano de las mitocondrias

Fuente:

<http://www.biologia.edu.ar/biodiversidad/biodiversidad.htm>

Versión simplificada y modificada del *Árbol filogenético Universal* establecido por Carl Woese y su discípulo Gary Olsen que muestra los tres Dominios. El término "dominio" refiere a un nuevo taxón filogenético que incluye tres líneas primarias: **Archaea**, **Bacteria** y **Eucaria**. En línea descendente siguen seis Reinos I-Moneras, II-Arqueobacterias (obviamente separadas de Moneras), III-Protistas, IV-Hongos, V-Plantas y VI-Animales.

Otro aspecto que es interesante que los alumnos conozcan, son los pasos que se continúan para la aprobación de un producto, como un medicamento, hasta que sale al mercado. Para tratar este tema en particular se sugiere emplear los esquemas que se difunden en el artículo “Caracterización del proceso productivo, logístico y regulatorio de los medicamentos” que se publica en el sitio [www.scielo.org.co/scielo](http://www.scielo.org.co/scielo)

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



## ACTIVIDADES

### ACTIVIDAD 1: Revisión de conceptos

Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F)

1. La biotecnología marina es una rama de la biotecnología y utiliza a los organismos marinos, sus genomas, o sus productos derivados, para beneficio del hombre.
2. Los metabolitos primarios están implicados en la aptitud y supervivencia de los organismos marinos en el medio en donde habitan.
3. Los investigadores utilizan el término inglés “screening” para referirse a la búsqueda de nuevas especies o compuestos.
4. En la búsqueda de organismos de interés, los científicos sólo colectan microorganismos, tales como las bacterias.
5. Las primeras drogas extraídas del medio marino, provenían de una esponja llamada *Tethya crypta* que crece en el Caribe.
6. El ADN y ARN de la esponja *Tethya crypta* tienen características antivirales, e inhiben la transcripción reversa de ciertos virus.
7. El biofouling es una herramienta que utiliza la biotecnología para sanear el medioambiente marino.
8. Los bioindicadores son marcadores biológicos que indican el grado de exposición de ciertos organismos a agentes contaminantes.

Respuestas:

1. V
2. F. Los metabolitos **secundarios** están implicados en la aptitud y supervivencia de los organismos marinos en el medio en donde habitan.
3. V
4. F. También se colectan organismos sésiles (esponjas, corales y tunicados), algas y sedimentos.
5. V
6. F. Unos nucleósido similares al ADN y ARN de la esponja *Tethya crypta* tienen características antivirales, e inhiben la transcripción reversa de ciertos virus.
7. F. El biofouling es el proceso se inicia con la adhesión de microorganismos a la superficie metálica de los barcos y genera un problema a nivel mundial. La biotecnología está brindando soluciones a este problema.
8. V

### Actividad 2: Recolección de muestras.

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



En esta actividad, se propone ordenar los pasos a seguir, en el proceso de bioprospección para el descubrimiento de sustancias con potencial farmacológico:

**clasificación taxonómica- registro fotográfico- aprobación para su venta- triturado- obtención de extracto- muestreo- obtención de molécula activa- separación de compuestos de la mezcla- síntesis química de sustancia activa- ensayos químicos- clasificación mediante etiquetas**

**Respuesta:**

muestreo-clasificación mediante etiquetas- registro fotográfico- clasificación taxonómica- triturado- obtención de extracto- separación de compuestos de la mezcla- obtención de molécula activa- síntesis química de sustancia activa- ensayos químicos-aprobación para su venta

Se propone que, a continuación, los alumnos escriban un párrafo en donde se incluyan los términos anteriores.

### **Actividad 3: Donde busca, encuentran**

Adaptada de

<http://www.tecnociencia.es/monograficos/bmarina/busqueda.html>

En esta actividad se muestra un mapa con algunos puntos (indicados de 1 a 6), en donde se encontraron organismos que producen metabolitos de interés farmacológico. Se indica además, características de cada uno de ellos. Se propone, que los alumnos relacionen la información brindada de cada organismo, con el lugar de recolección, ubicada en el mapa.

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



- a. **Inmunes al frío** (Antártica). Los anti-congelantes del torrente sanguíneo de muchos peces antárticos podrían utilizarse a nivel industrial en la producción de alimentos congelados (helados), evitando que se formen hielos en el proceso de congelación-descongelación.
- b. **Contra la inflamación** (Océano Pacífico). El *manoalide*, extraído de la esponja marina *Luffariella variabilis* tiene propiedades antiinflamatorias. La compañía farmacéutica Allergan Pharmaceuticals ha obtenido la licencia para utilizarla en el desarrollo de un tratamiento contra la soriasis.
- c. **Corollospora marítima** (Mar Báltico). Gracias a la síntesis de un compuesto denominado *corollosporine*, este hongo del Mar Báltico permanece inmune al ataque de las bacterias, especialmente al de los estafilococos. Los investigadores pretenden obtenerlo como nuevo antibiótico.
- d. **Anticancerígenos** (Estrecho de Gibraltar). El invertebrado *Stolonica socialis* ha cobrado protagonismo en el Estrecho de Gibraltar por su capacidad de producir *estelonóxidos*, compuesto orgánicos con actividad antitumoral. La patente está en manos de la empresa Biomar.
- e. **Un tunicado contra el cáncer** (Mar del Caribe). A partir del invertebrado marino *Ecteinascidia turbinata*, la empresa Pharmamar ha

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



extraído el ET-743, base de su fármaco con nombre comercial Yondelis, el anticancerígeno marino que ha recibido la autorización de comercialización de la Comisión Europea para la indicación de sarcoma de tejido blando avanzado. Actualmente, la empresa lo produce sintéticamente.

- f. **Microbios en Sargazos** (Mar de los Sargazos). Un grupo de científicos dirigido por Craig Venter, el investigador que secuenció el genoma humano al frente de la compañía Celera Genomics, viajó para estudiar la biodiversidad microbiana de sus aguas. Encontraron 1800 especies diferentes, así como 1,2 millones de genes hasta ahora desconocidos.

Respuesta: 1-b; 2-e; 3-f; 4-d; 5-c; 6-a.

### Material de consulta

**Marine Biotech.** <http://www.marinebiotech.org/crews.html>

El laboratorio de medios de la institución Harbor Branch Oceanographic lanzó este website para difundir las aplicaciones medicinales y ambientales de la biotecnología marina. Está diseñado para ayudar a estudiantes, científicos y público general a entender cuán amplia es la biotecnología y cuáles son sus beneficios potenciales. Idioma: inglés

**Tecnociencia. Artículo sobre biotecnología marina.** Sitio de divulgación en donde se pueden obtener textos sobre diversos temas relacionados con la ciencia. Este artículo desarrolla, en forma amena, las distintas áreas que abarca la biotecnología marina. Idioma: español.

<http://www.tecnociencia.es/monograficos/bmarina/index.html>

**Marine Biotechnology in the Twenty-First Century: Problems, Promise, and Products.** <http://www.nap.edu/catalog/10340.html>.

Accesible por Internet. Idioma: inglés.

**Caracterización del proceso productivo, logístico y regulatorio de los medicamentos.** OLAYA E., Erika S., GARCIA C., Rafael G., TORRES P., Norma S. *et al. Vitae*. [online]. jul./dic. 2006, vol.13, no.2 [citado 26 Marzo 2008], p.69-82. Disponible en la World Wide Web:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042006000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042006000200009&lng=es&nrm=iso)

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