

# 6

## EXPERIENCIA

### UN MUNDO ENTERRADO:

### Fauna de playas de arena

Sin lugar a dudas, uno de los ambientes costeros más accesibles y visitados por la gente son las playas de arena. Pueden parecer un desierto, pero, tal como sucede en la mayoría de los ambientes de nuestro planeta, las playas de arena albergan una gran variedad de especies. Sin embargo, antes de conocer las especies que habitan en estos lugares, es necesario comprender las características que dominan esta zona y que condicionan la vida de los organismos que allí podemos encontrar.

Por Sergio A. González y Carla Förster Marín



Si no fuera por las aves, como este pollito de mar o playero blanco, las playas parecerían desiertos

**OBJETIVOS**

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Conocer el tipo de vida que se encuentra en una playa de arena, utilizando una metodología de muestreo similar a la empleada por las personas que trabajan en ecología marina.
- Reconocer los principales factores ambientales que afectan a los organismos de una playa de arena, algunas adaptaciones de los organismos a este ambiente.
- Comprender como afecta la intervención humana a los organismos de estas playas.

**SUGERENCIAS  
METODOLÓGICAS**

Esta es una salida a terreno a una playa de arena y es necesario realizarla durante marea baja, de lo contrario no podrán realizar las actividades. Al escoger un lugar, se debe considerar que tenga poca intervención humana o contaminación, de lo contrario se encontrará muy poca fauna. Recordar a cada niño y niña que lleven zapatos adecuados y ropa de recambio.

Al comienzo de la guía del estudiante hay algunas preguntas de diagnóstico. Además, sugerimos otras como: ¿Qué organismos crees que puedes encontrar en una playa?, ¿todas las playas tendrán los mismos organismos? ¿Por qué?, ¿Crees que en la arena seca viven organismos marinos?, ¿piensas que la fauna de una playa de arena es la misma que la de roca?

**CONTENIDOS****¿QUÉ ES UNA PLAYA DE ARENA?**

Se define como playa de arena a la zona de transición mar - tierra que está comprendida entre el límite más bajo de las mareas y las dunas. El espacio que está entre estas zonas, se denomina berma (popularmente conocida como playa). En esta zona, se generan las condiciones adecuadas que permiten la existencia de especies marino- terrestres.

**¿LAS PLAYAS DE ARENA SON ESTÁTICAS?**

Las playas de arena están formadas por un sustrato (arena) que es altamente dinámico, las características de las playas pueden cambiar de un lugar a otro, dependiendo del grado de exposición al oleaje e incluso varían entre las estaciones del año. Dependiendo del grado de exposición de la playa, ésta presenta distintos tipos de granos. Una playa muy expuesta al oleaje se caracteriza por presentar granos grandes, mientras que las playas de baja exposición, se caracterizan por presentar arena más fina. Esta distribución del sedimento también se puede observar al caminar por una playa. Generalmente, en los extremos, la arena es más fina debido a que la energía con que llega la ola es menor que en el centro de la playa.

**¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE PARA LA VIDA EL TAMAÑO DE LOS GRANOS DE ARENA?**

El tamaño de las partículas de sedimento ejerce marcados efectos biológicos a través del movimiento y retención de agua, contenido de materia orgánica, densidad de granos y la facilidad con que estos pueden ser removidos. La arena fina, por ejemplo, tiene una mayor capacidad de absorción de agua que la arena gruesa. Esto es de vital importancia para los organismos que viven en la zona intermareal, donde la retención de agua es lo que les permite resistir hasta el siguiente período de marea. Así, en playas de granos más gruesos (playas más expuestas) podemos

encontrar un menor número de organismos que en playas de sedimentos más finos. El agua retenida evita que la arena se caliente demasiado y muy rápido, como pasa con la arena seca. Además, algunos animales se alimentan de bacterias, hongos, microorganismos y materia orgánica que se encuentra adherida a los granos de arena. Por lo tanto, ingieren arena, extraen lo que les sirve y desechan luego el sedimento. Así, si aumenta el tamaño del grano, ellos no se pueden alimentar.

### VIDA EN LAS PLAYAS DE ARENA.

La vida de los organismos intermareales, está condicionada por factores físicos (o abióticos) tales como temperatura, exposición al oleaje y humedad, por ejemplo, o factores biológicos (bióticos), tales como predación y competencia. La acción conjunta de estas dos variables, condiciona que distintos organismos se adapten a ambientes con ciertas características.

En el caso del intermareal, ya sea en playas de roca o de arena, el factor físico más importante que condiciona la distribución de los organismos es el ciclo de mareas. Esto provoca que al menos dos veces al día los organismos que habitan la zona intermareal queden expuestos al sol y al viento y por ende a la desecación. Este mismo ritmo mareal produce además un desplazamiento de los predadores desde los niveles más bajos del intermareal hacia las zonas altas de la playa. Si bien, muchos de los factores que limitan la vida en la zona intermareal, son comunes para las playas de roca y de arena, es evidente que si comparamos ambos ambientes encontraremos diferencias enormes en cuanto a los organismos que allí habitan.

A diferencia de lo que sucede en ambientes rocosos, los organismos de playas de arenas deben estar adaptados a un sustrato que está en constante movimiento, que sufre el efecto de remoción y sedimentación, provocado por la exposición al viento y al oleaje. En este sentido, cada ola levanta y remueve grandes cantidades de arena, golpeando incesantemente la línea de costa. Por esta razón, los organismos de playas de arena, deben presentar distintas conductas que les permita adaptarse a condiciones que pueden llegar a ser particularmente dramáticas, tales como la erosión de la playa causada por temporales.

### ¿QUÉ ADAPTACIONES DEBEN TENER LOS ORGANISMOS PARA VIVIR AQUÍ?

En estas condiciones, son pocos los animales especializados, capaces de vivir con éxito y mantenerse en un ambiente que presenta cierto grado de fluidez. Por otra parte, las partículas de arena en movimiento funcionan como agentes abrasivos, que pueden dañar las delicadas estructuras de los organismos, un claro ejemplo es lo que sucede con fragmentos de vidrio, los cuales se van puliendo y redondeando luego de pasar algún tiempo en el mar. Por esto, los organismos han desarrollado diversos mecanismos que les han permitido conquistar con éxito este ambiente.

Los organismos que viven en esta zona presentan adaptaciones para enterrarse rápidamente (Pulgas, nemertinos y poliquetos). Otra adaptación es poseer conchas (machas, almejas, caracoles) o caparzones fuertes y pulidos (jaibas), para poder desplazarse entre la arena y proteger las partes blandas de su cuerpo. Además, los organismos que viven en la zona intermareal tienden a mimetizarse con la arena para evitar la predación durante las horas de luz.

### ¿CÓMO SE DISTRIBUYE LA FAUNA?

En busca de solucionar los inconvenientes que este tipo de factores les generan, la fauna de playa de arena se ubica generalmente en zonas específicas, acomodando además sus actividades en base a sus requerimientos alimentarios, reproductivos, respiratorios, y otras.

Se ha observado que al igual que en las playas de roca, en las de arena existe un patrón de distribución de los organismos a lo alto del intermareal, desde las dunas hasta el nivel de marea baja. Este es conocido como el patrón de zonación. Este patrón puede presentar ciertas variaciones de un lugar a otro, con reemplazo de especies dependiendo de la latitud, sin embargo, su estructura central siempre está presente.

*Glicera sp.**Emerita analoga**Lepidopa chilensis**Mesodesma donacium**Excirolana spp.***Zona Baja****Zona Media**



*Phaleria  
maculata*



*Orchestoidea  
tuberculata*



*Tylos chilensis*

**Zona Alta**



**Escarabajo de arena**  
*Phaleria maculata*

En general, es posible distinguir tres zonas: la zona alta, comienza a partir del límite terrestre, y se caracteriza por la presencia de dos crustáceos de hábitos nocturnos, los que durante el día viven enterrados: la jaiba o cangrejo fantasma (*Ocypode gaudichaudii*) y un isópodo o chanchito (*Tylos chilensis*), ambos viven prácticamente en las dunas, zonas de mayor exposición al sol, al igual que larvas de insectos como un escarabajo (*Phaleria maculata*).

En la zona intermedia se ubica con frecuencia la “pulga saltarina” (*Orchestoidea tuberculata*), que migra verticalmente con mucha facilidad siguiendo los niveles de la marea y un isópodo llamado *Excilorana* sp.

En la zona baja de la playa, que abarca desde la arena húmeda hacia el mar, se pueden encontrar, varias especies de poliquetos y nemertinos. Hacia el límite de la marea baja se encuentra la pulga



**Pulga saltarina**  
*Orchestoidea tuberculata*



**Chanchito de arena**  
*Tylos chilensis*



**Chanchito de arena**  
*Excilorana* spp.

de mar, *Emerita analoga*. Al mismo nivel y hacia el mar destacan varias especies de jaibas y bivalvos como la macha (*Mesodesma donacium*), y algunas especies de almejas. Este patrón es común para la mayoría de las playas del mundo. En Chile, este patrón es similar, sin embargo, algunas especies varían de norte a sur, según su capacidad para adaptarse principalmente a la temperatura (que disminuye hacia el sur) y el aporte de agua dulce, de lluvias o ríos (que disminuye hacia el norte).



**Pulga enterradora**  
"limanche"  
*Emerita analoga*



**Cangrejo de arena**  
*Lepidopa chilensis*

## ¿CÓMO SE CLASIFICA LA FAUNA?

Hasta el momento hemos realizado una revisión de las características físicas de las playas de arena, de algunas características de las especies que allí se encuentran y además, como el ambiente y factores biológicos condicionan la presencia de la fauna a ciertos lugares de las playas. Sin embargo, existen una serie de organismos que no son visibles a nuestros ojos y que se encuentran habitando en este ambiente. Para este tipo de organismos, cada grano de arena representa su propio mundo. Esta es la microflora y microfauna y se encuentran representados por diatomeas y tardígrados ("ositos de mar").

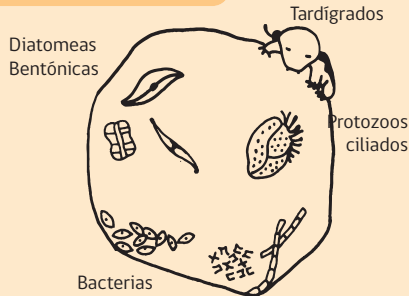
De un tamaño levemente mayor se encuentran organismos que conforman la meiofauna. La meiofauna está compuesta por pequeños animales, en su mayoría gusanos y algunos ácaros que habitan en los espacios intersticiales, es decir, entre los granos de arena. Este grupo, está fuertemente influenciado por el tamaño de los granos de arena. Mientras más fino es el grano, los espacios entre ellos son menores, por lo que la abundancia de estos organismos se reduce.

En una escala de mayor tamaño, está la macrofauna, que es, en general, la que hemos analizado anteriormente. Aquí se encuentran los bivalvos, poliquetos, anfípodos, y cangrejos. Finalmente se encuentra la megafauna, compuesta por aves marinas y peces que se acercan a la playa con marea alta.

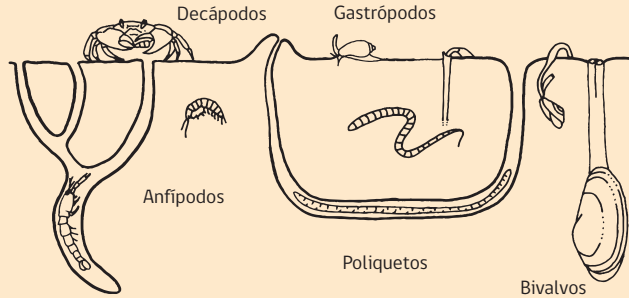
Así, en una rápida visión hemos revisado las playas de arena, intentando explicar como diversas características del ambiente han hecho especializarse a organismos que son capaces de vivir en un ambiente tan dinámico como es el intermareal de playas de arena.



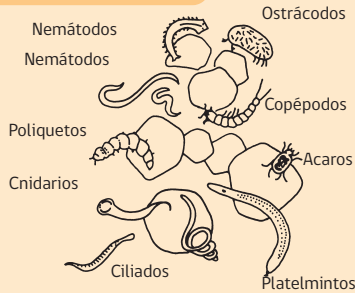
## MICROFLORA Y FAUNA



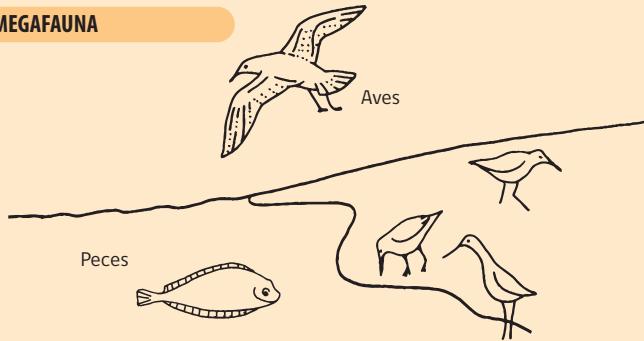
## MACROFAUNA



## MICRO Y MEIOFAUNA



## MEGAFAUNA



## ALGUNOS DATOS EN PARTICULAR:

## LOS CRUSTÁCEOS, ¿CÓMO RESISTEN TANTO TIEMPO FUERA DEL AGUA?

Los crustáceos tienen sus branquias protegidas dentro de un caparazón duro y pueden guardar agua dentro de este. A medida que requieren oxígeno, lo van extrayendo desde el agua que tienen acumulada.

¿QUÉ CONDUCTA TIENE LA PULGA DE MAR *Emerita analoga*?

Este organismo tiene un caparazón duro, liso, con forma hidrodinámica, y patas muy fuertes que le permiten enterrarse

con gran rapidez y desplazarse entre la arena. Así, cuando llega la ola, este crustáceo se enterra dejando solo sus antenas afuera. Las antenas están cubiertas de cetos (pelos muy finos), que al extenderlos en contra de la ola atrapan pequeñas partículas de materia orgánica y organismos del plancton del cual se alimenta.

## ¿CÓMO SE ENTIERRA Y ALIMENTA UNA MACHA?

Este molusco posee una estructura muscular, comúnmente llamada "lengua". Esta, la va enterrando en la arena y va haciendo tracción para poder enterrar la concha y quedar en posición vertical. En el lado opuesto, que apunta hacia la superficie, la macha tiene dos sifones, los cuales saca a la superficie de la arena. El sifón inhalante succiona agua y materia orgánica hacia el



interior del cuerpo donde tiene una especie de canastillo que la filtra, reteniendo todo lo que le sirva de alimento. El otro sifón, el exhalante, expulsa el agua hacia la superficie. Estos mecanismos, de entierro y alimentación son similares para la mayoría de los moluscos bivalvos como machas, almejas y navajuelas.

## INTERVENCIÓN HUMANA

El hombre posee una gran capacidad para alterar los ambientes naturales. Cada verano, invade las playas, sin tener prácticamente, ninguna conciencia de la vida que se encuentra en ellas.

Cada vez que caminamos por una playa, estamos aplastando organismos que se encuentran enterrados. Los vehículos que circulan por la orilla, al pasar, van compactando la arena y afectando la fauna que se encuentra allí. La gran dinámica que presentan los terrenos de playa, dunas costeras, humedales del litoral, lagos y ríos, no permite una adecuada y pronta recuperación de sus capas vegetales, flora y fauna, la que se ha visto afectada por el ingreso y tránsito de vehículos sin las regulaciones correspondientes. Por lo tanto, es necesario evitar, o al menos minimizar, el impacto negativo y la erosión que genera el tránsito de vehículos motorizados sobre las playas, dunas y humedales del Borde Costero, de ríos y lagos navegables, afectando especialmente a la avifauna y a la vegetación costera.

La Orden Ministerial N°2 de 1998 establece la prohibición de ingreso y tránsito de vehículos en toda la costa del litoral de la República, sus playas, terrenos de playa, en ríos y lagos y demás bienes nacionales de competencia del Ministerio de Defensa Nacional. Para mayor información se puede consultar en cualquier Gobernación Marítima o Capitanía de Puerto.

Por otra parte, el hombre ha contaminado las playas con basura tanto doméstica como industrial, ha hecho construcciones, ha aplanado dunas y ha puesto luces que alumbran la playa durante la noche, lo cual altera el ciclo de vida de los organismos. Y es por ello, que durante el año 2018 el ministerio de Bienes Nacionales ha impulsado la ley que modifica el código penal para castigar con multas que van de 1 a 4 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), a quienes ensucien, arrojen o abandonen basura, materiales o desechos de cualquier índole en playas, riberas de ríos o de lagos,

parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales o en otras áreas de conservación de la biodiversidad declaradas bajo protección oficial.



## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### ACTIVIDAD 1: LA VIDA MARINA EN LAS PLAYAS DE ARENA.

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante reconozca los organismos que se encuentran en una playa de arena y la forma o patrón de distribución que presentan. A través, de un muestreo realizado en 3 zonas del intermareal arenoso, marcadas desde la zona cubierta por agua (baja) hasta la arena seca cerca de las dunas (alta). Siendo muestreados 3 sectores en cada una de las zonas. Junto a la "Guía del Estudiante" encontrará una ficha con ilustraciones de los organismos de playas de arena.

**Materiales:** Para estas actividades cada equipo debe contar con: una pala de jardín (punta cuadrada), una bolsa de malla fina (puede ser una bolsa de feria), una huincha de medir (30 m), y una cápsula de Petri o bolsa plástica transparente.

**Sugerencias:** En general, los niños y las niñas no están acostumbrados a este tipo de actividades, por lo que les cuesta empezar. Es prudente revisar en clase, o antes de salir a terreno, la forma en que van a trabajar, y así no pierdan tiempo en ponerse de acuerdo en terreno. No olvidar que el tiempo es valioso porque se necesita marea baja. No olvide la sugerencia que aparece en la Guía del Estudiante, de que si pisan demasiado el terreno donde van a muestrear, no van a encontrar muchos animales. No es necesario que guarden todos los animales que encontraron, basta con que tengan un par de cada especie.

### ACTIVIDAD 2: ¿CÓMO HACEN FRENTE A LA DIFÍCIL VIDA INTERMAREAL?

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante conozca algunos de los factores ambientales que afectan a los organismos de una playa de arena y qué adaptaciones deben tener para poder vivir allí.

Esto se realizará a través de preguntas provistas en la guía del estudiante, cuyas respuestas pueden ser complementadas con la información entregada por la persona responsable de la realización de la experiencia de aprendizaje, previa a la salida a terreno o antes de comenzar la actividad. Además, de guiar las observaciones que deben realizar a los animales a estudiar.

**Materiales:** Solo necesitan los animales que recogieron en la actividad anterior y una lupa (opcional).

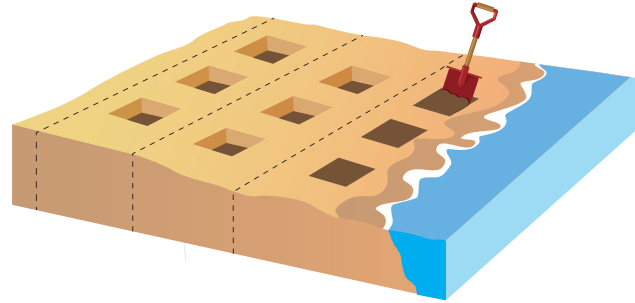
**Sugerencias:** Esta actividad requiere gran observación de parte de quienes participan de la actividad. Es recomendable guiarlos en lo que se refiere a adaptaciones, invitarlos a ver los animales que tienen en su cápsula, sus estructuras, forma del caparazón, concha, patas, así como su conducta. Esta actividad es bastante larga, toma cerca de una hora. Si los participantes de la actividad, no son capaces de responder algunas preguntas, pueden buscarlas en las direcciones que pueden ser entregadas por la persona a cargo de la realización de la experiencia de aprendizaje.

### ACTIVIDAD 3: INTERVENCIÓN HUMANA.

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante comprenda como afecta la intervención humana a los organismos que viven en una playa de arena. Siendo partícipes de su propio aprendizaje, realizando observaciones y relacionando lo aprendido en las actividades anteriores.

**Materiales:** Solo necesitan un lápiz y un cuaderno donde anotar sus respuestas. No deberían demorarse más de 20 minutos en resolverla.

**Sugerencias:** Recomendamos invitar a todos a relacionar lo que observaron en las dos actividades anteriores, con la forma en que el hombre afecta la vida de una playa de arena. Que reflexionen sobre este tema y lo asocien a discusiones de la vida cotidiana como es el tránsito de vehículos por las playas y la cantidad de basura que se puede encontrar en ella.



### ACTIVIDAD 4: GRAFIQUEMOS NUESTROS RESULTADOS

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante grafique e interprete los datos obtenidos en terreno y reconozca como se distribuyen los organismos en el intermareal de arena.

El gráfico se realizará, expresando las abundancias de cada especie colectada en la actividad 1. La que será calculada en base al área de muestreo y la cantidad de individuos obtenidos en cada sector.

**Materiales:** Esta actividad es individual, y cada estudiante necesitará papel milimetrado, regla, lápiz grafito y calculadora.

**Sugerencia:** Como la salida a terreno es muy larga, esta actividad sugerimos desarrollarla en una segunda sesión, en la sala de clases. Graficar los datos puede resultar un poco complejo para quienes participan. Es recomendable explicar en la pizarra los diferentes pasos de esta actividad. Se requiere aproximadamente una hora y media para su realización. Proponemos dejar algo de tiempo para el final, con el fin de interpretar los resultados y sacar conclusiones.

## EVALUACIÓN

Para saber si se cumplieron los objetivos de este práctico, sugerimos pedir a cada estudiante responder individualmente las preguntas de diagnóstico hechas al comienzo. Si es necesario

calificar la actividad, podría evaluar el comportamiento de sus estudiantes en terreno, la gráfica construida, o pedir un informe de la salida a terreno. También puede evaluar la dedicación al trabajar en el aula, por ejemplo.



## CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad se presta para hacer trabajos de investigación, puesto que con una metodología simple, se podría comparar: distintas playas de su localidad, playas con diferente grado de contaminación o intervención humana y distintos sectores de una misma playa, por ejemplo. Esto se puede sistematizar y presentar en algún evento científico escolar o elaborar una publicación. También se puede investigar en que consiste la ley que regula el tránsito de vehículos y el botar basura en las playas, y que organismos de importancia comercial es posible encontrar en una playa de arena.

Es importante incentivar la transferencia de información, motivando a quienes participaron de las experiencias a compartir lo que han aprendido con su familia y personas del establecimiento educacional.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

### DIRECCIONES INTERNET

Playa de arena

(Asturias, España)

[http://naturalezadeasturias.es/upload/playas\\_dunas.pdf](http://naturalezadeasturias.es/upload/playas_dunas.pdf)

<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/conociendo-litoral/zonas-litorales-espanolas/clasificacion-tipologica/playas-arenales-sistemasdunares.aspx>

(Argentina)

[https://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd1-282/Libro\\_0002\\_Marcomini/5\\_riesgos/index.htm](https://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd1-282/Libro_0002_Marcomini/5_riesgos/index.htm)

Fotografías de flora y fauna intermareal

Pulga de arena *Emerita analoga* (inglés)

<http://naturaltreasureucsd.blogspot.com/2011/05/pacific-mole-crab.html>

Cangrejo fantasma *Ocypode gaudichaudi*

<https://www.chileindomito.cl/cangrejo-fantasma-ocypode-gaudichaudi/>

Pulga saltarina *Orchestoidea tuberculata*

[http://www.mnhn.cl/613/w3-article-72845.html?\\_noredirect=1](http://www.mnhn.cl/613/w3-article-72845.html?_noredirect=1)

Gusanos hermetinos

<https://www.asturnatura.com/filum/nemertina.html>

Chanchito de mar *Excirolana spp.* (y otras especies marinas)

<https://sites.google.com/a/ucn.cl/phaye/especies>

Gusanos Poliquetos (colección del Instituto de Fomento Pesquero, IFOP)

[http://www.macrofauna.cl/nav\\_poliquetos.html](http://www.macrofauna.cl/nav_poliquetos.html)

Navajuela *Tagelus dombeii* (información de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, SUBPESCA)

<http://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-822.html#presentacion>

Macha *Mesodesma donacium* (Ficha del IFOP)

[https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/recursos\\_amerb/Macha\\_2012.pdf](https://www.ifop.cl/wp-content/contenidos/uploads/recursos_amerb/Macha_2012.pdf)

Almeja *Mulinia edulis*

[http://www.macrofauna.cl/fi/Mulinia\\_edulis.html](http://www.macrofauna.cl/fi/Mulinia_edulis.html)

## 7

## EXPERIENCIA

# PLAYA DE BOLONES:

## Vida bajo las piedras

Las playas de bolones son un ambiente importante a lo largo de la costa de nuestro país, ya que albergan una flora y fauna característica. Como en todos los ambientes intermareales, los organismos en playas de bolones son sometidos a constantes cambios producidos por las condiciones mareales, sumado a la inestabilidad propia del tipo del sustrato. Debido a esto, sus habitantes deben poseer adaptaciones que les permiten sobrevivir en este complejo ambiente.

**Por Carla Förster y Sergio A. González**



Una playa de bolones es un ambiente de alta energía donde todo se mueve



## OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Conocer las adaptaciones de los organismos intermareales de una playa de bolones.
- Reconocer un patrón de zonación de los organismos presentes como resultante del efecto de factores ambientales.



## SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Diagnosticar el nivel de conocimiento previo de quienes participan de la experiencia de aprendizaje, sobre las adaptaciones de los organismos al ambiente. Esta es una guía que requiere marea baja. Es recomendable que la persona a cargo de realizar la experiencia de aprendizaje, pueda visitar el área de trabajo para reconocer la flora y fauna presente y los sectores más seguros. Siempre es útil recomendar a cada estudiante el llevar calzado y ropa adecuada para el trabajo en la orilla del mar.



## CONTENIDOS

### ¿QUÉ FACTORES FÍSICOS SON IMPORTANTES EN UNA PLAYA DE BOLONES?

Son todos los que afecten la vida que está presente allí. Sin embargo, entre los más importantes se puede considerar el tipo de sustrato, la acción del oleaje, el régimen mareal y las condiciones climáticas.

Tipo de sustrato: los bolones proveen un sustrato duro, el cual es relativamente estable, pues por lo general son, móviles. Esto afecta el desarrollo de la flora y fauna, ya que al mover las piedras,

los organismos pueden ser destruidos o cambian las condiciones ambientales.

**Acción del oleaje:** En situaciones de alta energía, como es el caso de marejadas u oleajes fuertes, los bolones son removidos de sus lugares, lo que limita la colonización por organismos intermareales. Esto resulta, en playas donde las superficies de las piedras se presentan desprovistas de organismos sésiles.

**Régimen mareal:** La amplitud, frecuencia y duración de las mareas, determina el tiempo de exposición al aire al que quedan expuestos los bolones y con ellos, la flora y fauna intermareal. La altura en que se encuentran las piedras, es decir, la distancia hasta el mar, determina distintas condiciones de humedad, lo que finalmente resulta en una distribución diferencial de los organismos.

**Condiciones climáticas:** Los extremos de temperatura, humedad, lluvias y exposición al viento que se presentan, asociados al período de baja marea pueden limitar la presencia de algunos organismos.

### ¿QUÉ ORGANISMOS PODEMOS ENCONTRAR EN UNA PLAYA DE BOLONES?

Como ya hemos dicho, las playas de bolones son el “hogar” de una serie de organismos que no se encuentran tan fácilmente en otros ambientes del intermareal. Algunos de ellos, son sésiles y viven permanentemente fijos a la superficie rocosa, como es el caso de algas e invertebrados como gusanos tubícolas, pequeños picorocos y ascideas (“piure”). Otros organismos sésiles menos conocidos son los briozoos y las esponjas. La mayoría de la fauna sésil se encuentra en la superficie inferior de los bolones, mientras que en su lado superior se encuentran las algas. Esquemas de estos organismos se pueden encontrar en el Anexo “Fauna de playa de bolones” junto a la “Guía del Estudiante”.

### ¿QUÉ ADAPTACIONES PRESENTAN LOS ORGANISMOS DE UNA PLAYA DE BOLONES?

La flora y fauna en playas de bolones debe presentar ciertas adaptaciones, para poder vivir en un ambiente tan cambiante



Las playas de bolones son el “hogar” de una serie de organismos que no se encuentran tan fácilmente en otros ambientes del intermareal. Algunos de ellos, son sésiles y viven permanentemente fijos a la superficie rocosa, como es al caso de algas e invertebrados como gusanos tubícolas, pequeños picorocos y ascideas (“piure”).



como este. Algunas de las adaptaciones que se pueden observar son:

**Cirripedios:** Estos organismos comúnmente llamados “picorocos” se sujetan fuertemente al sustrato y nunca se mueven. Usando apéndices locomotores modificados capturan su alimento, el que flota en el agua. La concha de estos crustáceos está compuesta por varias placas, siendo las superiores móviles, las que se abren para alimentarse cuando llega el agua y se cierran durante la marea baja. Por lo general, se les encuentra en la zona más alta del intermareal.

**Jaibas:** En algunas playas se pueden encontrar una jaiba pequeña que posee un caparazón de aspecto cuadrado (unos 2 cm de ancho de caparazón). Por lo general, es de color verdoso y cuando se le encuentra muerta, su caparazón adquiere un color anaranjado. El nombre científico de la jaiba es *Cyclograpsus cinereus*.

**Isópodos:** Son animales muy parecidos a los “chanchitos de tierra”, de hecho son parientes cercanos. Se les llama así, pues sus patas son, a menudo, similares en largo y apariencia (iso= igual; podos= patas). Sus cuerpos son aplanados dorsoventralmente y con varios segmentos. Prefieren la zona baja de la playa. En la parte superior del intermareal, se puede encontrar un isópodo del género *Ligia*, el cual es fácil reconocer por sus largas antenas y por que corren muy rápido entre las piedras y las grietas.

**Cangrejos porcelana:** También conocidos como “cangrejos tijeretas”, estos crustáceos del género *Petrolisthes* son comunes de encontrar bajo las piedras, por lo general formando grandes agrupaciones. Se pueden reconocer porque el quinto par de patas (la pata trasera) no les sirve para caminar, pues es muy reducido y está adaptado para limpieza de branquias y huevos. Además, poseen un par de antenas largas y su pata delantera (quelípodo) tiene un aspecto triangular. El cuerpo de estos animales se caracteriza por ser plano, lo que les facilita desplazarse fácilmente en los espacios que quedan entre los bolones. Cuando atrapamos a uno de ellos, con mucha frecuencia simplemente ellos mismos desprenden esa pata para quedar en libertad. En los extremos de las patas poseen una “garra” puntiaguda que les permite sujetarse a las rocas cuando las olas barren la playa.



**Tijereta azul**  
*Petrolisthes violaceus*



**Tijereta**  
*Petrolisthes tuberculatus*

**Nemertinos:** Conocidos también como “gusanos cinta” son gusanos planos que presentan colores vistosos. Cuando se les observa con cuidado, parecen una lombriz, pero no presentan ninguna clase de segmentación a lo largo de su cuerpo. Son carnívoros y se les encuentran bajo las piedras. Ocasionalmente, se les ve entre algas verdes en la superficie de los bolones.





**Gusano cinta**  
Nemertino

**Gusanos tubícolas:** No es difícil encontrar bajo las piedras pequeños tubos curvos de gusanos que asemejan la concha de un caracol, pero, con la diferencia que están pegados a la roca. Así resisten el movimiento del agua. Por lo general, los tubos son de color blanco y se les puede encontrar también en la cara inferior de los bolones de la zona baja de la playa.



**Gusanos tubícolas**

**Chitones:** Conocidos como apretadores, se les encuentra bajo las rocas, en la parte baja de la playa. Son moluscos herbívoros que poseen una concha dividida en 8 placas, lo que les permite adherirse firmemente a las rocas y resistir el movimiento del oleaje. Los chitones más frecuentes de encontrar bajo las piedras son, uno de color rosado (*Tonica sp.*) y otro de color negro y con granitos de colores en su manto o borde, *Chiton cumingsi*.



**Apretador rosado**  
*Tonica sp.*



**Chiton cumingsi**

**Señoritas:** Además de los chitones, otros moluscos presentes en estas rocas, son unos pequeños moluscos herbívoros que presentan una concha de forma ovalada y levantada en el centro (cónica). Algunos les llaman “sombbrero chino”. Existe una amplia variedad de especies, las que presentan conchas con distintos colores y aunque todas poseen una forma ovalada, las hay con bordes lisos y angulosos. Pueden colocar todo su cuerpo bajo la concha para protegerse de la desecación y los depredadores. Además, con su “pie” muscular (partes blandas bajo la concha) puede hacer el mismo efecto que una ventosa y sujetarse firmemente a la roca y soportar el golpe de las olas.

**Estrellas:** No es raro encontrar pequeñas estrellas bajo las rocas. Estos animales carnívoros, que viven en niveles bajos de la playa pueden presentar 5 brazos, ser de color rojizo y de un tamaño no superior a los 5 cm, como el caso de la estrella *Patiria chilensis*, o presentar cerca de 32 brazos, como el sol de mar *Heliaster helianthus*.

**Espojas:** Aunque la mayoría de nosotros recordemos las “esponjas de baño”, las esponjas que se pueden encontrar en este ambiente se presentan como parches de poca altura, de colores rojizo, púrpura, anaranjado, amarillo o blanco. Su presencia es reconocida por presentar una serie de aperturas irregularmente esparcidas sobre la superficie del parche. Estas aperturas se llaman “ósculos” y permiten el flujo de agua de mar, desde donde se alimentan estos animales. Se les encuentra solo en ambientes con agua, bajos las piedras y en la parte más baja de la playa.

**Ascidias:** Estos organismos filtradores, como el caso del “piure” *Pyura chilensis*, poseen un cuerpo como una bolsa, que tiene dos orificios. Por uno de estos orificios (sifón inhalante) entra el agua donde la ascidia obtiene su alimento y por el (sifón exhalante) botan el agua y algunos desechos. Bajo las piedras y en la parte más baja de la playa, se pueden encontrar parches gruesos de color blanco o amarillo con orificios pareados.



**Piure**  
*Pyura chilensis*

**Actinias:** Bajo algunas piedras, se pueden encontrar actinias o anémonas, las que vulgarmente son llamadas “potos de mar”. Estos animales son semi-sésiles, es decir, poseen la capacidad de moverse muy lentamente. Son carnívoros y sus tentáculos están dotados de células especializadas para lanzar pequeños dardos venenosos. Con esto, ellos pueden atrapar algunas presas. Es interesante, el hecho que no posean un tracto digestivo con dos aperturas, sino la misma hace de boca y ano, pues ingresan el alimento por la boca a una cavidad, hacen la digestión y eliminan los desechos por la misma apertura. Una de las más comunes de encontrar bajo las piedras es una actinia de color naranja pálido y rayas blancas, cuyo nombre científico es *Anthothoe chilensis*. Esta pequeña actinia posee células urticantes, que en algunas personas alérgicas puede provocar una fuerte picazón.



**Actinia blanca**  
*Anthothoe chilensis*

**Briozoos:** Los briozoos son organismos coloniales, que forman parches delgados como una costra sobre la superficie de las rocas. Al tacto, se sienten ásperos. A menudo se observan reticulados, ya que cada individuo vive en un compartimento separado.



**Briozoos**

**Algas marinas:** Las algas no son muy frecuentes de encontrar en playas que poseen un excesivo oleaje. En las partes más altas de la playa, se pueden encontrar el alga roja conocida como "luche" (*Pyropia sp.*), la que puede perder grandes volúmenes de agua y luego, recuperarlos rápidamente cuando sube la marea. En la parte media de la playa, por lo general, las algas dominantes son de color verde, siendo el caso de os géneros *Ulva* (lechuga de mar) y *Enteromorpha*. Estas algas poseen una alta tasa reproductiva, lo que significa que su estrategia es liberar muchas esporas al medio, con el objetivo de reemplazar rápidamente a aquellas que mueren. En la parte más baja, es común encontrar algas rojas con forma de césped, como el caso del alga llamada "champa" (*Gelidium chilense*) y *Montemaria horridula* o algas crustosas calcáreas, que forman un manto de color rosado, como es el caso de *Lithothamnium sp.*



**Alga "champa"**  
*Gelidium chilense*



**Alga**  
*Montemaria horridula*

### ¿CUÁL ES LA FUENTE DE ENERGÍA EN UNA PLAYA DE BOLONES?

La producción primaria, que es la base de las cadenas alimentarias, depende del crecimiento algal, el cual es muy limitado en ambientes muy expuestos a la acción del oleaje. El ingreso de energía al sistema de una playa de bolones es a través del plancton y el detritus orgánico suspendido (material particulado), proveniente de hábitats intermareales adyacentes. La limitada producción primaria, puede explicar que los herbívoros y alimentadores de detritus sean por lo general de talla pequeña.

### ¿CÓMO SE DISTRIBUYE LA FLORA Y FAUNA EN UNA PLAYA DE BOLONES?

Similar al intermareal de costa rocosa, las condiciones de marea y humedad pueden resultar en una distribución diferencial de la flora y fauna. Esta distribución que se presenta en bandas horizontales, paralelas a la línea de costa, se denomina, patrón de zonación intermareal. Las algas que colonizan la superficie de los bolones, en áreas de bajo movimiento de agua presentan este patrón de zonación, en relación al tiempo de exposición al aire.



## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### ACTIVIDAD 1: ¿QUÉ PODEMOS VER EN UNA PLAYA DE BOLONES?

**Objetivos:** Se espera que cada estudiante observe las diferencias en la presencia de especies sobre y bajo los bolones de una playa, la conducta general de la fauna móvil y ofrezcan posibles explicaciones esta conducta. Por lo tanto, cada estudiante deberá realizar las observaciones por sí mismo y no dejar que los participantes se las cuenten, es por ello que deberán realizar observaciones antes, durante y después de mover los bolones y registrar dichas observaciones.

**Materiales:** Libreta de apuntes y lápiz grafito.

**Sugerencias:** Se necesitará usar la ficha de identificación de especies que se presenta junto a la "Guía del Estudiante" para que los estudiantes reconozcan las especies intermareales. No hay que olvidar que las rocas mojadas son resbalosas y no queremos lamentar accidentes.

### ACTIVIDAD 2: ¿QUÉ ADAPTACIONES TIENEN?

**Objetivos:** Se espera que cada estudiante observe directamente en terreno y analice las adaptaciones que presentan los organismos de una playa de bolones.

Todos los participantes de la actividad, deberán realizar observaciones propias, registrando bajo las rocas para encontrar organismos que les permitan hacer un listado de las especies que allí habitan, ya sean animales sésiles o móviles y algas. Es importante complementar la información necesaria sobre Briozoos y cangrejos, para que cada estudiante pueda responder las preguntas planteadas en su guía.

**Materiales:** Lápiz grafito, un cuaderno de anotaciones y una lupa.  
**Sugerencias:** El patrón general de resistencia a la desecación es proteger las partes blandas (que pierden humedad) mediante conchas y caparazones. Las algas no tienen estructuras para

protegerse, por lo que tienen mecanismos para recuperar rápidamente el agua perdida, como es el caso de la incorporación de geles a sus paredes celulares. Por otra parte, la resistencia al movimiento del agua se logra a través de mecanismos de adhesión, ya sean fijándose como los picorocos o sujetándose firmemente, como chitones y señoritas. Los cangrejos porcelánidos poseen garras puntiagudas para sujetarse y desplazarse entre las piedras, además de presentar cuerpos aplanados y lisos.

### ACTIVIDAD 3: ¿TODOS VIVEN DONDE MISMO?

**Objetivos:** Se espera que cada estudiante plantee una hipótesis sobre la distribución de la fauna y luego, la comprueben realizando un muestreo simple. Se espera que reconozcan diferencias entre la zona alta y baja de la playa y puedan vincularlo al efecto de factores físicos. El muestreo se realizará definiendo una franja en la zona alta, media y baja, paralela a la orilla de la playa de 2 m<sup>2</sup> (rectángulo de 1 x 2 m), lo que permitirá observar y dibujar las especies. Las que podrán identificar con la ayuda de los dibujos proporcionados de manera adjunta a la guía del estudiante.

**Materiales:** Lápiz grafito, un cuaderno de anotaciones y una lupa. **Sugerencias:** Una marea suficientemente baja (altura inferior a 0,5 m) facilitará a quienes participan de la experiencia de aprendizaje, se puedan acercar a la parte baja de la playa y encuentren verdaderas diferencias entre las zonas de la misma.



### EVALUACIÓN

La sección “Saquemos conclusiones” de la guía del estudiante, permite hacer una evaluación de la actividad a través de las conclusiones que ellos entregan en la puesta en común.



### CONTINUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Las observaciones hechas en esta salida a terreno pueden complementarse con las experiencias de aprendizaje “Un mundo enterrado: fauna de playas de arena:” y “Organismos intermareales: ¿Cómo hacen para vivir aquí?”, donde se analizan las adaptaciones de los organismos a las playas de arena y costa rocosa. Se pueden realizar comparaciones de las estructuras corporales, mecanismos de locomoción y formas para resistir la desecación y el movimiento del oleaje, que presenta la fauna de diferentes ambientes. Los resultados de la comparación podrían ser la base de una charla para cursos inferiores o para presentar un trabajo en alguna Feria y/o Congreso Científico Escolar.





## FUENTES DE INFORMACIÓN

### DIRECCIONES INTERNET

Intermareal

<https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2015/09/22/zona-intermareal-rocas/>

<http://mareostrum.org/ecologia/oceanografia/mareabaja/>  
Fotografía de flora y fauna intermareal

Cangrejos, piure, picorocos y otras especies  
<https://sites.google.com/a/ucn.cl/phaye/especies>

Crustáceos: Familia Grapsidae (inglés)

<http://www.seafriends.org.nz/enviro/crust/grapsida.htm#Cyclograpsus>

*Petrolisthes tuberculatus* (CrabDataBase, listado de crustáceos Infraorden Anomura)

<https://www.crabdatabase.info/en/crabs/anomura/galatheoidea/porcellanidae/petrolisthes/petrolisthes-violaceus-8561>

*Petrolisthes laevigatus* (CrabDataBase, listado de crustáceos Infraorden Anomura)

<https://www.crabdatabase.info/en/crabs/anomura/galatheoidea/porcellanidae/petrolisthes/petrolisthes-violaceus-8561>

*Petrolisthes violaceus* (CrabDataBase, listado de crustáceos Infraorden Anomura)

<https://www.crabdatabase.info/en/crabs/anomura/galatheoidea/porcellanidae/petrolisthes/petrolisthes-violaceus-8561>

Nemertinos (Publicación científica)

<http://www.bedim.cl/publicaciones/Nemertea-esp-FaunaMarinaBentonica2009.pdf>

*Tonicia sp.* (Ficha creada por el Instituto de Fomento Pesquero, IFOP)

[http://www.macrofauna.cl/fi/Tonicia\\_sp.html](http://www.macrofauna.cl/fi/Tonicia_sp.html)

*Chiton cumingsi*

<http://www.projectnoah.org/spottings/8516325>

"Señoritas" *Scurria araucana*

[http://www.gastropods.com/5/Shell\\_21525.shtml](http://www.gastropods.com/5/Shell_21525.shtml)

Estrella *Patiria chilensis*

<http://www.projectnoah.org/spottings/8522360>

"Sol de mar" *Heliaster helianthus*

<https://www.flickr.com/photos/151660802@N04/35157651651>

Actinia *Anthothoe chilensis* (información en inglés)

[http://actiniaria.com/anthothoe\\_chilensis.php](http://actiniaria.com/anthothoe_chilensis.php)

Ascidias

<https://www.naturalista.mx/taxa/47811-Ascidiacea>

Phylum Bryozoa

<https://www.taxateca.com/filobryozoa.html>

"Luche" *Pyropia sp.*

<http://www.macroalgasdelSur.cl/germoplasma/luche.html>

Alga *Gelidium lingulatum*

<http://coleccionpatriciosanchez.cl/gelidium-lingulatum-ku%CC%88tzing/>

Alga crustosa calcarea *Lithothamnium calcareum* (España)

<http://www.thalگو.es/algues/lithothamnium-calcareum.22-L.html>



### ZONACIÓN INTERMAREAL (INGLÉS)

<http://home.earthlink.net/~huskertomkat/zone.html>

<https://www.crd.bc.ca/education/our-environment/ecosystems/coastal-marine/intertidal-zone>

<http://www.untamedscience.com/biology/biomes/intertidal-zone-aquatic-biome/>

### BIBLIOGRAFÍA

Zagal, C. & C. Hermosilla, 2001. Guía de invertebrados marinos del litoral valdiviano. Quebecor World Chile S.A., Santiago de Chile. 217 pp.

Barnes, R. 1989. Zoología de los invertebrados. 5ta Edición. Editorial Interamericana. México. 957 pp



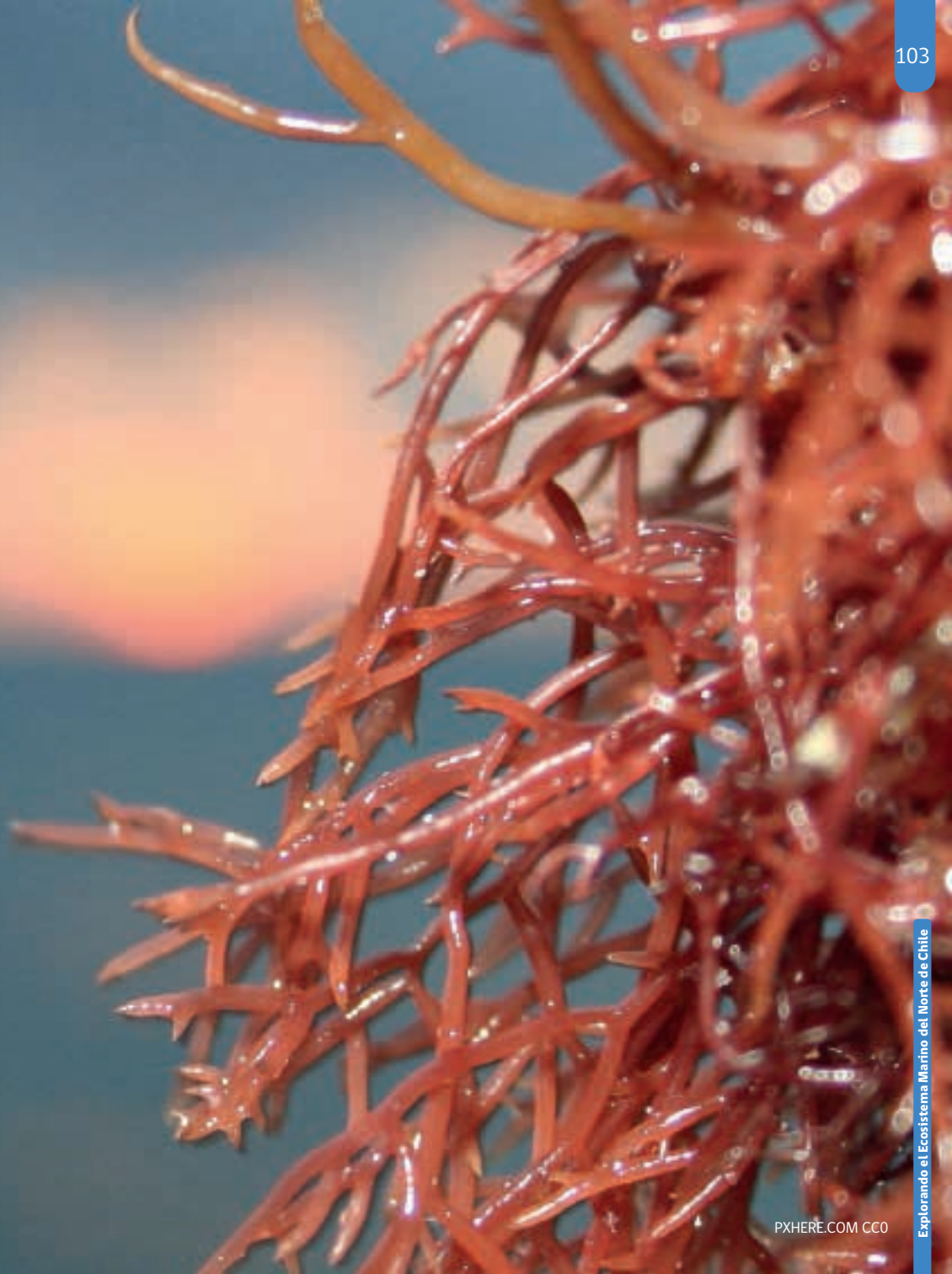
# 8

## EXPERIENCIA

### PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS: Fuentes de vida y color.

Para poder captar la energía del sol, las plantas requieren de pigmentos, los cuales además les dan el color característico. Pero ¿cómo saber, cuales pigmentos están presentes en una planta o alga? Para ello existen algunas técnicas, una de ellas es la cromatografía, la cual nos permitirá en esta experiencia de aprendizaje, determinar los pigmentos presentes en dos algas.

Por Erasmo Macaya Horta





## OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Identificar los pigmentos que están presentes en las algas marinas.
- Aplicar la técnica de la cromatografía en papel.
- Analizar la importancia de los pigmentos.



## SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Las algas necesarias para esta actividad deben ser especies de láminas delgadas, que permiten un fácil trabajo en laboratorio. Es recomendable que posean forma foliosa (como hojas) de modo que resulte fácil la trituración que deberán hacer. Se sugiere realizar la colecta de especies ojalá pocas horas antes de la actividad, para evitar decoloración o descomposición del material. La colecta la puedes realizar en la zona intermareal rocosa o recoger algún material varado en la playa. Por último las especies colectadas deben poseer una marcada coloración verde y roja, por lo que se sugiere el uso de: "lechuga de mar" (*Ulva sp.*), como algas verdes y *Acrosorium*, *Rhodymenia* o *Callophyllis* ("carola"), como algas rojas. Puede consultar algunas direcciones en Internet presentes en el capítulo de zonación de costa rocosa de esta Guía para conocer estas especies.



## CONTENIDOS

### ¿QUÉ SON LAS ALGAS?

Las algas son organismos fotosintéticos simples, sin raíces, tallo ni hojas. Carecen de tejidos especializados conductores de agua, como las plantas superiores. Crecen en todos los tipos de ambientes acuáticos, así como en algunos medios terrestres.



**Alga roja**  
*Acrosorium sp.*



**Alga roja**  
*Rhodymenia corallina*



Un pigmento es cualquier sustancia que absorbe luz. El color de un pigmento es el resultado de la longitud de onda reflejada (no absorbida). La clorofila, el pigmento verde de todas las células fotosintéticas, absorbe todas las longitudes de onda, excepto el verde, el cual es reflejado y percibido por nuestros ojos.

Lechuguilla de mar, *Ulva sp.*



**Alga roja "carola"**  
*Callophyllis variegata*

### ¿QUÉ SON LOS PIGMENTOS?

Un pigmento es cualquier sustancia que absorbe luz. El color de un pigmento es el resultado de la longitud de onda reflejada (no absorbida). La clorofila, el pigmento verde de todas las células fotosintéticas, absorbe todas las longitudes de onda, excepto el verde, el cual es reflejado y percibido por nuestros ojos. En esta lógica, un cuerpo negro absorbe toda o casi todas las longitudes de onda.

### ¿CUALES SON LOS DIFERENTES PIGMENTOS PRESENTES EN PLANTAS Y ALGAS?

Los pigmentos de los cloroplastos se pueden clasificar en dos grupos principales: las clorofilas y los carotenoides. Las clorofilas, los pigmentos verdes del cloroplasto y son las más importantes de las plantas. En la actualidad se pueden distinguir por lo menos ocho tipos de clorofilas: las clorofilas a, b, c, d, y e, la bacterioclorofila a, bacterioclorofila b, y clorofila de clorobio (bacterioviridina). Las clorofilas a y b son las mejor conocidas y las más abundantes. La clorofila a se encuentra en todos los organismos fotosintéticos (plantas, ciertos protistas y cianobacterias). La clorofila b, está presente en todas las plantas verdes (algas verdes, euglenophytas y plantas superiores).

Los carotenoides son compuestos lipídicos que se encuentran ampliamente distribuidos tanto en animales como en plantas y presentan colores que varían desde el, amarillo hasta el púrpura. Los carotenoides hidrogenados (es decir, exclusivamente formados por carbono e hidrógeno) se llaman carotenos y aquellos que contienen oxígeno reciben el nombre de xantófilas. Alga verde "Lechuga de mar" (*Ulva sp.*)



**Alga verde**  
*"Lechuga de mar"*  
*Ulva sp.*

Aunque no están presentes en los cloroplastos de todas las plantas, existen otros pigmentos importantes para las plantas, como por ejemplo las antocianinas (presente en los pétalos de las flores) y las ficobilinas, las cuales están presentes en las algas rojas y verdeazules. Las ficobilinas rojas se denominan ficoeritrina y las azules, ficocianinas.

A continuación se muestra un recuadro con la composición pigmentaria de algas y plantas terrestres.

**ALGAS VERDES**

**CLOROFILA A Y B**  
**CAROTENOS**  
**XANTÓFILAS**

**ALGAS ROJAS**

**CLOROFILA A Y D**  
**CAROTENOS**  
**XANTÓFILAS**  
**FILOBILINAS**

**ALGAS CAFÉS**

**CLOROFILA A Y C**  
**CAROTENOS**  
**XANTÓFILAS**  
**(FUcoxANTINA)**

**PLANTAS TERRESTRES**

**CLOROFILA A Y B**  
**CAROTENOS**  
**XANTÓFILAS**



**Alga verde**  
*Ulva sp.* – forma tubular



**Alga parda**  
**“huir negro”**  
*Lessonia berteriana*

**¿QUÉ SON LOS PIGMENTOS ACCESORIOS?**

Son pigmentos que absorben la energía luminosa y la pasan a la clorofila a (pigmento principal), que es el pigmento más relacionado con la transferencia de electrones hacia los enlaces químicos. Los pigmentos accesorios permiten a las algas vivir en una variedad de lugares mucho mayor a la que se podría tener si carecieran de ellos. Debido a que la composición e intensidad de la luz cambia con el incremento de la profundidad del agua, las características de la luz recibida y absorbida por las algas marinas depende en gran medida de la profundidad donde están. La variación en la composición pigmentaria para un uso óptimo de la luz disponible es por lo tanto muy importante.



**Alga parda**  
**"cochayuyo"**  
*Durvillaea antarctica*



**Alga roja**  
**"pelillo o lama"**  
*Agarophyton chilensis*

La longitud de onda corta (más energética) no penetra más allá de 5 metros de profundidad. Las algas pardas y verdes se instalan en la zona litoral superior, en tanto que en la zona profunda predominan las algas rojas. Esto se puede observar generalmente en la zona intermareal rocosa, las algas ubicadas mas arriba corresponden a *Ulva* tanto en su forma "laminar" (lechuga de mar) como en su forma "tubular", antes denominado género *Enteromorpha*, pero hace algunos años se demostró que también corresponde al género *Ulva*. Las algas pardas generalmente están ubicadas en la zona media y baja del intermareal, este es el caso de *Lessonia sp.* ("huiró negro") y *Durvillaea* ("cochayuyo"). Por último las algas rojas las podemos encontrar en mayor abundancia y diversidad en la zona submareal, como por ejemplo, *Agarophyton chilensis* ("pelillo") y *Chondracanthus chamissoi* ("chicoria de mar").



**Alga roja**  
**"Chicoria de mar"**  
*Chondracanthus chamissoi*

## ¿QUÉ ES LA CROMATOGRAFÍA?

Se llama cromatografía a una técnica que permite separar o fraccionar, los componentes de una mezcla de sustancias biológicas. El término deriva del griego chroma: color y graphein: escribir, ya que los primeros ensayos del método tuvieron por objeto, separar compuestos que eran naturalmente coloreados. Así hoy en día la mejor manera de separar los pigmentos, consiste en macerar plantas en un disolvente, filtrar la muestra para separar el sobrenadante y restos de vegetales y posteriormente determinar que pigmentos están presentes. Esto se logra colocando un trozo de papel en contacto con el filtrado y por simple capilaridad, el disolvente arrastra consigo los pigmentos.

Un ejemplo de capilaridad es el agua que absorbe una toalla de papel. A consecuencia de la variabilidad que tienen los diferentes pigmentos en su solubilidad, así como el grado de "atracción" que tienen al papel, estos se moverán a diferentes velocidades. Al poco tiempo de haberse iniciado este proceso los pigmentos se separan unos de otros, quedando bandas de distintos colores y a diferentes alturas.

En términos prácticos la cromatografía permite separar los componentes de cualquier muestra, por lo que es muy utilizada para la separación de muestras en diversas empresas.

## ¿QUÉ ES LA FOTOSÍNTESIS?

Es el proceso bioquímico mediante el cual las plantas captan la luz del sol para producir su propio alimento. Para esto requieren de dióxido de carbono y agua, mientras que liberan oxígeno.



## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### ACTIVIDAD 1. EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS CON ALCOHOL

**Objetivos:** Quiénes participen de la actividad, deberán extraer los pigmentos de las algas. Para esto se necesita triturar y macerar las algas, luego extraer los pigmentos en una dilución con alcohol y finalmente filtrar la mezcla para separar los sólidos y obtener la solución con los pigmentos.

**Materiales:** cada grupo necesita un mortero, un embudo, 5 gramos de alga verde, 5 gramos de alga roja, 50 ml de alcohol, 2 hojas de papel filtro y una probeta de 100 ml.

**Sugerencias:** para reducir el tiempo de filtración del macerado, el papel filtro puede ser reemplazado por toalla de papel absorbente. Es importante recalcar en esta actividad quiénes realicen el experimento deben trabajar con cuidado en la manipulación del alcohol. Para ahorrar más tiempo una vez finalizada la filtración del macerado, pueden comenzar inmediatamente la trituración del alga roja. Se recomienda que quiénes participen mojen el papel en el embudo, para que este no se mueva. Es importante también que los materiales para cada paso deben estar limpios.

### ACTIVIDAD 2: CROMATOGRAFÍA EN PAPEL

**Objetivos:** Se espera que quienes participen de la actividad puedan conocer y aplicar la técnica de cromatografía en papel y observar el desplazamiento de los distintos pigmentos. Esto implicará depositar parte de la "solución de pigmentos" en una capsula Petri y luego, colocar un trozo de papel filtro doblado a la mitad formando una columna vertical, tal como se puede apreciar en la "Guía del Estudiante".



**Materiales:** Para esta actividad se necesita un trozo de papel filtro, el cual debe ser cortado en forma rectangular para luego doblarlo y depositarlo en la cápsula de Petri que contiene el filtrado.

**Sugerencia:** Recalcar a quiénes realicen la experiencia que deben ser cuidadosos con el manejo del papel y el filtrado. Es importante dejarlos quietos, para evitar un desplazamiento erróneo de los pigmentos.

Al cabo de algunos minutos, los diferentes pigmentos comenzarán a subir por el papel filtro, diferenciándose alguna bandas de colores. Luego de 30 minutos el papel se retira de la cápsula de Petri y se deja secar.

Se requiere gran observación por parte de quiénes participen de la actividad para determinar los diferentes pigmentos, es recomendable guiarlos en lo que se refiere a la solubilidad de los pigmentos, realizar preguntas como: ¿Por qué crees que algunos pigmentos se desplazan mas arriba que otros? ¿Te imaginabas que esta especie tenía otros pigmentos aparte de la clorofila?

### ACTIVIDAD 3. EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS CON AGUA Y CROMATOGRAFÍA EN PAPEL

**Objetivo:** En este caso, se espera que los equipos de trabajo apliquen nuevamente la misma técnica para extraer pigmentos y la cromatografía pero utilizando otro solvente. En este caso, sólo con agua.

**Materiales:** Se requieren exactamente los mismos materiales mencionados en la actividad anterior.

**Sugerencia:** En este caso los pigmentos hidrosolubles, se desplazarán con mayor rapidez. Por lo que es importante recalcar a quiénes observen la diferencia en la composición pigmentaria de las especies. Aquella especie que posee este tipo de pigmentos hidrosolubles son las algas rojas.

### ACTIVIDAD 4. PIGMENTOS ACCESORIOS

**Objetivos:** Se espera que cada uno de los estudiantes comprendan y analicen la importancia de los pigmentos accesorios.

**Materiales:** Requiere solamente de papel y lápiz para realizar algunas anotaciones.

**Sugerencias:** Es importante invitar a quiénes realicen la actividad a reflexionar sobre la importancia de tener estos pigmentos, que respondan las preguntas planteadas en la “Guía del Estudiante”. Se puede explicar el ejemplo de distribución de las algas mencionado mas arriba y relacionarlo con la intensidad y calidad de luz recibida por las algas en los diferentes sectores.



### EVALUACIÓN

Se puede pedir a cada estudiante que contraste ambas cromatografías y realicen las comparaciones de acuerdo al nivel de solubilidad de los pigmentos. Para saber si se cumplieron los objetivos, puedes hacerlos responder las preguntas de la “Guía del Estudiante” en una hoja o en voz alta. Se puede solicitar también la elaboración de un reporte escrito, con formato científico: Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión y Conclusión. En la “Guía de Comunicación Científica Escolar” editada por este mismo equipo de trabajo encontrará sugerencias.



### CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad se presta para realizar algunos trabajos de investigación, puesto que se pueden realizar comparaciones entre diferentes plantas o algas. Por ejemplo, se podría realizar una comparación entre los pigmentos presentes en una planta terrestre como el trébol (*Trifolium sp.*) y un alga verde. En este

caso, dado que la combinación de pigmentos es muy similar, se pueden abordar otros temas. También se pueden realizar mezclas de diferentes vegetales y separar sus pigmentos (zanahorias, betarragas, tomates, pétalos de flores, entre otras alternativas). Aunque se debe mencionar que en frutos y flores, la pigmentación no posee una función fotosintética sino que más bien relacionada con atracción de organismos polinizadores y dispersores para las semillas.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

### DIRECCIONES INTERNET:

Pigmentos y fotosíntesis

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/250/246>

<http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/fotosintesis/>

Pigmentos en algas marinas

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182012000400014](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182012000400014)

Cromatografía y pigmentos

[http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/cromatografia\\_altres.html](http://www.ub.edu/oblq/oblq%20castellano/cromatografia_altres.html)

Videos Laboratorio de cromatografía

[https://www.youtube.com/watch?v=VHGfCCX\\_rFA](https://www.youtube.com/watch?v=VHGfCCX_rFA)

<https://www.youtube.com/watch?v=dOYUDgoVhI>

### BIBLIOGRAFÍA

Dawes C. 1989. Botánica Marina. editorial Limusa. México. 209 pp.

Jensen W. y F. Salisbury. Botánica. Mc Graw Hill. 762 pp.



# 9

## EXPERIENCIA

### CLASIFICACIÓN DE LA VIDA:

### El porqué de esos nombres extraños

Algunas personas que se dedican a la ciencia, han trabajado por largo tiempo en la clasificación de la vida del planeta. Producto de ello, cada año se reconocen nuevas especies, las que obtienen un nombre. Pero, ¿cómo se clasifican los organismos?, ¿qué estructura posee un nombre científico? El objetivo de este trabajo es que quienes participen de esta experiencia de aprendizaje comprendan por qué se deben dar nombres científicos a las especies, sepan que es la taxonomía y conozcan el uso de las claves taxonómicas como herramientas de clasificación.

Por Carla Förster Marín



El avance tecnológico ha ayudado a  
conocer nuevas especies

PXHERE.COM CCO



## OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Formar asociaciones de especies basadas en la morfología externa de organismos marinos.
- Elaborar una clave tipo dicotómica para su posterior identificación.



## SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

La guía del estudiante contiene diferentes interrogantes para que intenten ofrecer respuestas generadas a la luz del trabajo en equipo. Entender y adquirir competencias para la elaboración de claves taxonómicas puede parecer algo complejo para quienes se adentran por primera vez en el tema, sin embargo, una vez que se entiende, el trabajo es relativamente sencillo. Por esta razón, recomendamos a la persona a cargo de la realización de la experiencia, conocer y experimentar en la práctica antes de efectuar las actividades. El trabajo de clasificación puede realizarse en el aula sin mayores complicaciones.

El propósito general de las actividades es que cada estudiante trabaje en equipo para generar ordenaciones de las conchas, a modo de clasificación, usando caracteres discriminantes para formar distintos grupos. Algunos grupos mayores considerarán varias especies, los que se deberán ir separando por caracteres propios de cada especie. Las conchas pueden ser separadas por formas. Es probable que para todos sea evidente la diferencia entre la forma de una lapa y un caracol. La concha de la lapa no posee un espiral como lo posee un caracol. Entre las lapas, el agujero superior puede ser ovalado o en "forma de ocho". Entre las lapas con agujero ovalado, algunas conchas poseen rayos coloreados muy evidentes y otras simplemente, poseen una concha con un solo color. Lo mismo, ocurre con los caracoles, los hay con aspecto redondeado y otros aguzados. Entre los

aguzados, hay con conchas lisas y otras muy ornamentadas. Y así, sucesivamente. Características no faltarán para separarlas y la imaginación de quienes participan podrá operar para lograr el objetivo de comprender el sistema de clasificación que usan las personas de ciencia dedicadas a la taxonomía.

Cada estudiante deberá averiguar las categorías de clasificación que usan quienes se dedican a la taxonomía. Dichas categorías las hemos analizado en el ejemplo de la clasificación del humano. Quizás los participantes de la experiencia, podrían hacer lo mismo.



## CONTENIDOS

En nuestro planeta, ya se han descrito más de 1.500.000 especies, sin embargo, se estima que aún faltan por describir unos 8 a 10 millones más. Ante esta diversidad de formas de vida, como una forma de ordenación, el hombre ha recurrido a la clasificación. Esta ordenación es necesaria para dar a la biología una base científica.

### LA CLASIFICACIÓN.

La clasificación podría definirse de manera sencilla como "colocar dentro de categorías objetos similares". No obstante, clasificar los organismos vivos no es tarea sencilla. Piense simplemente en la tarea de definir cuáles son o no son caracteres relevantes para formar las categorías donde colocaremos las distintas especies. ¿Servirá la forma?, ¿El color?, ¿El número de "patas?" o ¿qué cosa?.

Al parecer la idea de clasificar la vida ha sido una tarea que comenzó con la misma humanidad. Se dice que Aristóteles fue uno de los primeros en hacer esto en forma sistemática. Saltando en el tiempo, en la década de 1750, un naturalista y botánico sueco llamado Carolus Linnaeus, puso atención en los aspectos significativos, que asemejan o diferencian a los organismos vivos. Con esto, propuso sistemas de clasificación para plantas y animales, lo que dio inicio a la taxonomía moderna. Por esta razón, se le ha llamado el "padre de la taxonomía".



La taxonomía es el nombre dado a la clasificación de los organismos. Es una rama de la biología relacionada con la “determinación” y el nombre que reciben los organismos, se define como el estudio teórico de la clasificación, incluyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas. Cuando hablamos de determinación nos referimos a una forma de “identificación” de los organismos, como si usáramos los datos de un carnet de identidad y otros datos para saber el nombre de una persona.

La clasificación de Linnaeus se basó en un principio de homología. Esto se refiere que los organismos son clasificados de acuerdo a la presencia de órganos que presentan la misma estructura básica y un patrón de crecimientos similar, sin importar que su función final pueda ser distinta. Por ejemplo, es posible encontrar similitudes en los huesos de extremidades de un mono, una ballena o un murciélago, aunque el mono use sus brazos para colgarse, la ballena sus aletas para nadar y el murciélago sus alas para volar. Linnaeus consideró que a pesar de las diferencias en su función, la estructura de los órganos permitía agrupar a estos animales en una categoría similar. Lo mismo pasa con las patas de las aves. Estas poseen una estructura relativamente similar, pero hay aves que las usan para posarse en ramas y otras que las usan para nadar, pero todas siguen siendo aves.

Este sistema de clasificación ha permitido ordenar los organismos vivos en distintas categorías. Es así, que el sistema más ampliamente usado considera a la especie como la unidad fundamental de clasificación. Aquí se asignan todos los individuos de caracteres similares y que poseen la capacidad de reproducirse y dejar descendencia fértil. Las especies son ordenadas en grupos mayores denominados como género. El género agrupa especies muy similares entre sí. Por ejemplo, la gaviota dominicana que es la más conocida, de alas negras y pecho blanco, pertenece al mismo género que la gaviota chilena, de color gris. Los géneros relacionados conforman familias; las familias conforman órdenes; los órdenes se agrupan en clases y las clases forman phylum. Por último, los phylum (o fila) se agrupan en reinos. Con frecuencia, los taxónomos consideran necesario hacer más divisiones, por lo que se habla también de subfila, subfamilia, superfamilia, entre varias otras divisiones.

Como un ejemplo se puede analizar la clasificación del humano.

Reino	- Animal
Phylum	- Chordata
Subphylum	- Vertebrata
Clase	- Mammalia
Orden	- Primates
Familia	- Hominidae
Género	- <i>Homo</i>
Especie	- <i>sapiens</i>

En el caso del humano, al nivel de Reino compartimos esta categoría con más de 1.000.000 animales. Al menos, somos diferentes de los vegetales y los protistas. El reino animal, agrupa a seres que dependen de la ingestión de otros, siendo heterótrofos.

A nivel de Phylum, nos hemos separado de los invertebrados y estamos junto a unas 40.000 especies, todas con una notocorda, es decir, una columna nerviosa central, (médula espinal). Sin embargo, en el subphylum solo estamos junto a los que poseen una columna vertebral para proteger dicha médula espinal.

Más específicamente, a nivel de clase, compartimos la categoría con más de 4.500 animales vertebrados que poseen pelos, glándulas productoras de leche y que amamantan a sus crías. Otras características son la homeotermia, es decir la capacidad de mantener una temperatura corporal estable y la gestación interna. Esto implica, por ejemplo, compartir la categoría con una ballena, un mono y un murciélago. La ordenación taxonómica, nos pone junto a un grupo de animales denominados primates. El nombre de esta categoría proviene del latín “primum”, que significa “primero, principal o el más importante”, demostrando la tendencia antropocéntrica de la clasificación. En otras muchas características, los primates poseen 5 dedos móviles, manos prensiles, yemas táctiles y uñas protectoras. También destaca



La clasificación podría definirse de manera sencilla como “colocar dentro de categorías objetos similares”. No obstante, clasificar los organismos vivos no es tarea sencilla.



la visión estereoscópica, órganos de los sentidos dirigidos hacia delante y el desarrollo de la corteza cerebral.

En una categoría más específica, a nivel de familia y género, somos la única especie viva de éstas. Supuestamente compartimos la categoría con especies que existieron en el pasado.

### LOS NOMBRES CIENTÍFICOS.

Cada especie de plantas o animales recibe nombres distintos según sea el país o la cultura de cada pueblo. Por ejemplo, al "ostión del norte" en el Perú se le llama "concha de abanico", y al "loco" se le llama "pata de burro" o "chanque". ¿Cómo saber que hablamos de la misma especie? ¿Cómo hacer para compartir información sobre una especie entre un país y otro?

Por razones de orden, los científicos llamamos al "ostión del norte" *Argopecten purpuratus* y al "chanque" *Concholepas concholepas*. Este sistema de denominación binomial fue generado por el mismo Linnaeus y lo hemos seguido usando hasta nuestros días. Originalmente, este botánico usó palabras en latín para designar el género (el primer nombre) y la especie (segundo nombre). Con el tiempo, los científicos han "latinizado" palabras para asignar nombres a las especies.

Para asignar nombres de especies, se puede usar el nombre de una persona, como en el caso de la merluza común *Merluccius gayi*, en honor al profesor y naturalista francés Claudio Gay, o alguna característica de la especie, como el caso del erizo negro *Tetrapygus niger* y *Acanthopleura echinata*, por las espinas que posee el manto de este chitón; o por su lugar de origen, como la ostra chilena, *Ostrea chilensis*.

En la denominación de las especies, han surgido convenciones internacionales. Es así que se ha determinado que cada palabra del nombre científico de una especie debe ir subrayado o con letras cursivas. El nombre genérico siempre comienza con mayúscula y el específico con minúscula. Siempre se usan letras del alfabeto romano, sin importar el idioma original del científico o el lugar donde se desarrolla la investigación.

### LAS CLAVES TAXONÓMICAS.

Las claves son simplemente herramientas para determinar o asignar a una categoría, un organismo que nos interesa. Por lo general queremos que nuestra determinación (o "identificación") llegue hasta el nivel específico.

Como ya hemos dicho, puesto que las claves son simplemente herramientas, estas pueden estar construidas para un lugar específico, para un grupo de especies, o para un ambiente determinado, entre muchas otras opciones. Es así que podríamos encontrar una clave para los cangrejos de Bahía Concepción, o una clave para las especies de caracoles del género *Echinolittorina* del norte de Chile, por ejemplo.

Supongamos que vamos a clasificar un grupo de conchas de moluscos encontradas en la costa o cerca de un terminal pesquero.





Testa o "concha" de un erizo de mar, que no es un molusco, sino un equinodermo

@AMY HUMPHRIES / UNSPLASH.COM CC

Hay que tener en cuenta que las claves se construyen con pares de frases contrastantes, las que deberán separar en grupos diferentes a las especies. En nuestro ejemplo un primer par de frases podría referirse a la forma de la concha y decir:

1. **A. Concha con espiral..... 2**  
**B. concha sin espiral.....X**

Con esto separamos las conchas de lapas de las de caracoles. Si alguien desea seguir clasificando las conchas de caracoles, deberá ir por la frase A y luego seguir hasta el punto 2 de la clave. Hemos puesto una "X" en la sentencia B, ya que aún no sabemos en que número continuará. Luego en el punto 2 podríamos separar las conchas de caracoles, en dos tipos:

2. **A. Concha con forma aguzada..... 3**  
**B. Concha con forma redondeada....Especie 1.**

¿Qué pasó acá? Puede ser que solo teníamos una concha con espiral y de forma redondeada, por lo que en este caso, ya hemos llegado a separar la especie 1 (sea cual sea). No obstante, aún tenemos más de una especie de caracol con forma aguzada, por lo que la clave deberá llevar otra sentencia más:

3. **A. Concha lisa..... Especie 2.**  
**B. Concha con rugosidades..... Especie 3.**

Ahora, ya tendríamos una especie con concha con espiral de forma aguzada y lisa y otra especie, con concha aguzada, pero rugosa. Como esta línea de separación o clasificación se ha terminado, podemos volver al Punto 1 y seguir con la frase B, para las conchas sin espiral. Ahora sabemos que el número para asignar será el 4:

1. **A. Concha con espiral..... 2**  
**B. Concha sin espiral..... 4**

La clave completa podría quedar finalmente como:

## CLAVE PARA LAS CONCHAS ENCONTRADAS EN LA CALETA DE PESCADORES

1. **A. Concha con espiral..... 2**  
**B. Concha sin espiral.....4**

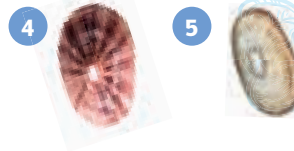
2. **A. Concha con forma aguzada.....3**  
**B. Concha con forma redondeada..... Especie 1.**



3. **A. Concha lisa..... Especie 2.**  
**B. Concha con rugosidades..... Especie 3.**



4. **A. Radios coloreados..... Especie 4.**  
**B. Sin radios coloreados..... Especie 5.**





Un ejemplo de clave aparece en la Guía del Estudiante.



## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### ACTIVIDAD 1: CLASIFICACIÓN: ORDENANDO CONCHAS Y UN MAPA CONCEPTUAL.

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante genere la capacidad de observación de patrones generales, en la diversidad biológica mediante la ordenación de conchas de moluscos, basándose en sus características morfológicas.

Cada estudiante observará un grupo de conchas de moluscos, el que deberá separar por tamaño, proporciones, coloración y casi todo rasgo constante. Para ordenarlas deberá seguir los pasos, en base a las preguntas planteadas en la guía del estudiante.

**Materiales:** Se requiere contar con un conjunto de conchas de distintas especies de moluscos, papel y lápiz.

**Sugerencias:** Para realizar la actividad, se podría organizar alguna salida a terreno donde los participantes de la experiencia colecten todas las conchas diferentes que puedan hallar. Otra alternativa, es simplemente, pedir que traigan conchas de moluscos al lugar de trabajo. Otras personas que realicen la experiencia científica, podrían preferir mantener un “set” de conchas que pueden utilizar una y otra vez. Durante el trabajo, se sugiere que cada estudiante confeccione un mapa conceptual, con la idea que esto facilite entender el concepto de ordenación taxonómica. Este mapa conceptual, se realizará una vez finalice la separación de las conchas y llevará a cada a estudiante a responder una serie de preguntas para que se den cuenta de ciertas características que ocurren en taxonomía.

### ACTIVIDAD 2: NOMBRES CIENTÍFICOS... ¿DE DONDE VIENEN?

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante entienda el origen e importancia de la nomenclatura científica de la especies,

mediante la asignación de nombres a un conjunto de conchas. Se utilizarán las conchas de la actividad anterior y se aprovechará la creatividad de cada estudiante para nombrarlas. Las explicaciones de cómo se compone el nombre científico de una especie se encuentra en la sección de la guía del estudiante, referente a esta actividad.

**Materiales:** Se continúan ocupando las conchas de la actividad anterior.

**Sugerencias:** En esta actividad, se invita a quienes participan de la experiencia a que nombren las especies que separaron en la actividad anterior. La idea es que ellos les coloquen nombres a las conchas, de acuerdo a los caracteres que usaron para separarlas, u otros que consideren importan. No es la idea que busquen en un libro, o alguien les diga los nombres científicos de las especies. Esto es algo que podrán hacer después de desarrollar la actividad. El objetivo es que conozcan el sistema de denominación científica, siendo ellos mismos, quienes asignen nombres a las conchas. Es importante generar discusión sobre la importancia de asignar nombres científicos a las especies.

### ACTIVIDAD 3: CLAVES TAXONÓMICAS

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante se aproxime al uso de las claves taxonómicas, como una herramienta desarrollada por personas que trabajan en taxonomía, a través, de la elaboración de una clave para un conjunto de conchas.

En la Guía del Estudiante se presenta un ejemplo de clave taxonómica y se va explicando cada una de sus partes, para que cada equipo de trabajo, pueda crear la propia.

**Materiales:** Se continúan ocupando los materiales de la actividad anterior.

**Sugerencias:** Se pretende que cada estudiante pueda construir su propia clave taxonómica para clasificar y determinar las conchas

con las que han trabajado. Podrán usar los mismos nombres que ellos designaron para las conchas. Se espera que conozcan, en el "hacer", la estructura de una clave y discutan sobre su utilidad.



## EVALUACIÓN

Se espera que los participantes de la experiencia, generen sus propias interpretaciones del valor que pueden tener las claves taxonómicas en la campo de la investigación biológica. Pueden trabajar en equipo y presentar delante del resto, sus conclusiones. Después de esta forma de diagnóstico, la persona a cargo de realizar la experiencia podría conducir algunas sugerencias de la utilidad que poseen.



## CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Por último, se sugiere que cada estudiante realice una clave para llegar a saber los nombres de sus compañeros. Esto puede resultar en una aplicación entretenida para reforzar el concepto de clasificación biológica. No obstante, sugerimos poner algunas normas sobre los caracteres que se utilizarán para la clasificación, pues quizás usen características que pudieran ofender a sus compañeros.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

Más información sobre clasificación biológica se puede encontrar en:

[http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/958/html/12\\_taxonoma.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/750/958/html/12_taxonoma.html)

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

<https://www.acerciencia.com/2013/05/13/clasificacion-de-los-seres-vivos/>



@AGLFOTOS/UNSPLASH.COM


# 10

## EXPERIENCIA

### UN MUSEO DE ALGAS MARINAS

Las algas marinas son de gran importancia en los ecosistemas marinos. Además, muchas especies son utilizadas en forma directa por el ser humano, ya sea para su consumo, como por el uso de algunos de sus compuestos derivados. Pero ¿conocemos las especies de algas presentes en nuestra costa? ¿Sabemos la importancia que tienen estos organismos fotosintetizadores?

Por Erasmo Macaya Horta

An underwater photograph showing a dense forest of brown algae (Macrocystis) in Chile. The algae are long, dark green-brown, and appear to be growing in a deep, clear water environment. The lighting is dim, creating a serene and somewhat mysterious atmosphere. The algae are arranged in vertical columns, with some fronds reaching towards the surface and others hanging down. The water is a deep blue-green color, and the overall scene is a lush, underwater forest.

Bosque submarino de algas pardas  
*Macrocystis*.





## OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Identificar las principales algas presentes en la zona estudiada, además de conocer las técnicas de colecta, preservación y herborización de especies algales.



## SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

La actividad consta de un trabajo en terreno y uno en laboratorio (o sala de clases). Para la salida a terreno, quienes participen de la experiencia científica, trabajarán en equipos. Solo se requiere que lleven ropa apropiada y algunos sencillos materiales.

Se debe buscar un sitio de costa rocosa, en el cual se aprecie a simple vista distintas especies de algas, pero a la vez, que no sea peligroso para los participantes.

Es necesario realizar la actividad durante una marea baja, puede consultar algunos sitios de Internet <http://www.shoa.cl/php/mareas.php> perteneciente al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en el cual encontrará la información sobre el horario y altura de las mareas. También en <https://tablademareas.com/cl> es factible ver el horario (ver Tabla de mareas). Otra opción sería consultar directamente en cualquier gobernación marítima del País.

Una vez en terreno cada estudiante colectará el material algal, cuidando que los ejemplares estén completos. Se pueden ayudar con una espátula para extraer las algas adheridas a las rocas. Este material puede ser depositado en bolsas plásticas, con un poco de sal de mesa. La sal permite conservar las algas durante bastante tiempo (varios meses, incluso un par de años), sin que estas se descompongan. Solo se debe agregar unas cuantas cucharadas

en la bolsa y posteriormente depositar el alga, la cual debe secar previamente con papel absorbente.

Una vez recolectado el material comenzará el proceso de herborización para la confección del algario. Deberán ayudarse del esquema presente en la guía del estudiante.

La idea es que logren clasificar la mayoría del material colectado, para lo cual pueden consultar literatura especializada (ver bibliografía), o visitar también algunas páginas en Internet (ver direcciones útiles).

Para la confección del algario, cada estudiante puede trabajar en sus casas, cuidando de seguir paso a paso las instrucciones de la guía del estudiante. Es importante recalcar, que deberán cambiar el papel absorbente cada día, y de esta manera acelerar el proceso de secado, y evitar la descomposición del material.



## CONTENIDOS

### ¿QUE SON LAS ALGAS?

Las algas corresponden a organismos fotosintéticos simples, sin raíces, tallo y hojas, que carecen de tejidos especializados conductores de agua, como las plantas superiores. Crecen en todos los tipos de ambientes acuáticos donde penetre luz, así como en algunos medios terrestres. Estos organismos varían de tamaño en un intervalo que va desde pequeños individuos unicelulares hasta grandes plantas que alcanzan 15 o 20 metros de longitud, como es el caso de *Macrocystis pyrifera* un alga café. El cuerpo de un alga se conoce como talo y se emplea el término de plantas taloides o talófitas para referirse a ellas.

### ¿CÓMO ES SU MORFOLOGÍA?

Podemos encontrar algas unicelulares, coloniales, formas filamentosas ramificadas y con ausencia de ramificaciones, en forma de láminas ó adheridas al sustrato como verdaderas

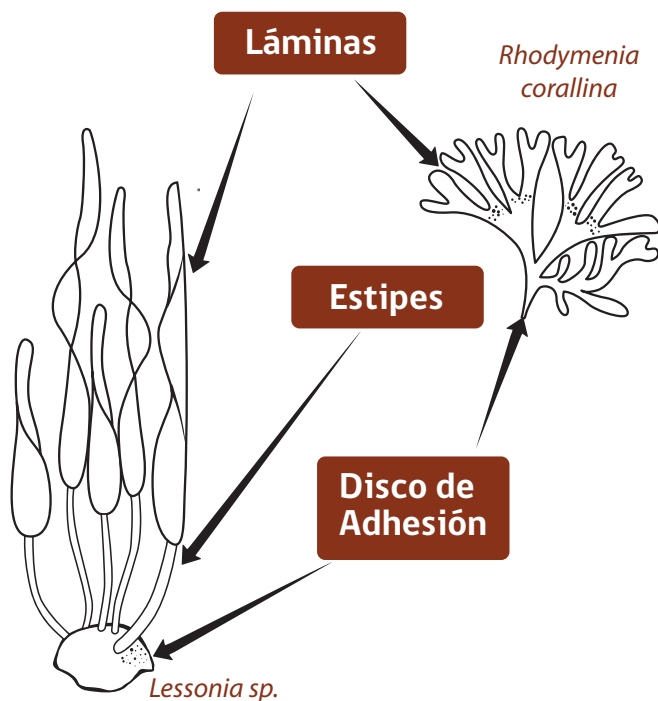


Las algas corresponden a organismos fotosintéticos simples, sin raíces, tallo y hojas, que carecen de tejidos especializados conductores de agua, como las plantas superiores.

La División **Chlorophyta** reúne algas verdes de agua dulce y marina.

alfombras o costras que están formadas por miles de pequeños talos fusionados entre sí.

En general el cuerpo de un alga se divide en tres partes: una o varias "frondas", que son estructuras aplanadas en forma de hojas. Estas frondas son sostenidas por un "estipe" que corresponde a una estructura engrosada o gruesa como tallo y el "disco adhesivo o grampón", que es la estructura especializada en anclar el alga al sustrato.



## ¿CÓMO SE ALIMENTAN Y CÓMO CRECEN?

Dado que son organismos fotosintetizadores obtienen la materia orgánica a partir de la luz y CO<sub>2</sub>, requiriendo para su crecimiento, nutrientes como nitratos y amonio. A diferencia de las plantas terrestres, los nutrientes ingresan al alga mediante difusión por cualquier parte del talo. El crecimiento de las algas se produce a partir de tejidos especializados denominados meristemas, cuyas células poseen la capacidad de dividirse muy rápido.

## ¿CÓMO SE REPRODUCEN?

Los mecanismos de reproducción en algas son de dos tipos: Sexuales y Asexuales.

Los procesos sexuales implican la unión de gametos provenientes de plantas diferentes.

Los procesos asexuales pueden ser de diferentes formas: regeneración de talos a partir de trozos vegetativos llamados propágulos, también a partir de células especializadas llamadas esporas y por regeneración de los discos adhesivos.

## ¿CÓMO SE CLASIFICAN?

La clasificación de este grupo está determinada sobre la base de su composición bioquímica, su forma y aspectos citológicos. Por ejemplo, las diferencias más importantes desde el punto de vista bioquímico están en la pigmentación de estos organismos, este carácter es el que define los nombres comunes de las algas: verdes, café y rojas. Además de la clorofila "a", las algas contienen otras clorofilas "b", "c" y "d", así como carotenoides (carotenos y xantófilas), que son pigmentos liposolubles de colores desde el amarillo hasta el naranja, ficobiliproteínas (ficocianina y ficoeritrina), que son pigmentos hidrosolubles con tonalidades azules o rojas. Los diferentes grupos de algas presentan diversas modificaciones de estos pigmentos, lo cual conforma un criterio más completo para la separación taxonómica.



### ¿CUÁLES SON LAS ALGAS PARDAS?

Las algas pardas o cafés se encuentran agrupadas en la División Ochrophyta, Clase Phaeophyceae. Casi todas estas algas son de tamaño macroscópico y no se conocen especies unicelulares en este grupo. Poseen clorofila a y c, beta caroteno y un pigmento carotenoide accesorio: la fucoxantina, que posee una coloración parda que enmascara el verde de las clorofilas. Las paredes de estas algas poseen un polisacárido complejo que contiene azufre, llamado ácido alginico. Este posee importancia económica porque se utiliza para mantener el color de los alimentos, así como para darles una textura cremosa al chocolate y los helados. También tienen otras aplicaciones comerciales como emulsificantes. Algunos ejemplos de esta división son el Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*) y el Huiro Negro (*Lessonia sp.*).



*Durvillaea antarctica*

### ¿CUÁLES SON LAS ALGAS ROJAS?

Las algas rojas las encontramos dentro de la división Rhodophyta. Al igual que las algas cafés, no presentan especies unicelulares y todas son de tamaño macroscópico. Los pigmentos que posee este grupo son clorofila a y d, y pigmentos llamados ficocianina y ficoeritrina, este último responsable de la coloración roja. Las paredes de las algas rojas están compuestas por los ficocoloides, agar agar y los carragenanos. Algunos ejemplos de esta división son el Pelillo (*Agarophyton chilensis*) y la Chicoria de mar (*Chondracanthus chamissoi*).

### ¿CUÁLES SON LAS ALGAS VERDES?

Se encuentran en la división Chlorophyta y existen representantes tanto de agua dulce como marina. Los cloroplastos de las algas verdes poseen clorofila a y b, beta caroteno y diversas xantófilas (es decir, la misma combinación que las plantas terrestres). Las paredes celulares están compuestas por celulosa y sustancias pécticas, al igual que las plantas vasculares, presentan ficocoloides dentro de su estructura celular: xilanos y mananos, pero estos no poseen importancia económica. Como ejemplo de esta división está la Lechuga de mar (*Ulva sp.*).



*Chondracanthus chamissoi*

## ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA QUE POSEEN LAS ALGAS?

Debido a que son organismos fotosintetizadores, las algas utilizan la luz solar transformándola en energía química, liberando oxígeno importante para los animales marinos. Por otro lado, constituyen la base de las cadenas tróficas, siendo similar al rol que cumplen el pasto o hierbas en las cadenas tróficas terrestres. Conforman el hábitat de numerosas especies de animales brindando refugio a invertebrados y peces, constituyendo en algunos casos importantes zonas para que las hembras de diferentes organismos depositen sus huevos. La presencia de estos ficocoloides en sus paredes celulares hace de algunas especies, importantes recursos económicos, siendo extraídas muchas veces en forma indiscriminada por el hombre. Sirven además, como fuente de alimento dada la importante cantidad de minerales y vitaminas presentes en ellas.

## ¿QUE ES UN ALGARIO?

Es un conjunto o colección de algas secas, que previamente han sido recolectadas y clasificadas (similar a los herbarios). En un algario los especímenes están organizados sistemáticamente, ya sea en un orden alfabético (por familias, géneros y especies), o filogenéticamente (es decir, según relaciones de parentesco evolutivo entre las familias), y están archivadas en gabinetes de metal o madera.



*Montemaria  
horridula*

El origen de los herbarios se remonta a los jardines de plantas medicinales establecidos por los Herbalistas durante el Renacimiento en Europa Occidental.

A partir de la colección de un herbario, se puede obtener información diversa, tanto para estudios taxonómicos, como para estudios florísticos, biogeográficos (es decir, áreas geográficas o zonas de vida en las que se distribuye una especie), así como para la obtención de nombres vulgares o comunes, usos medicinales, alimenticios, forrajeros y cualidades químicas de las algas.

La función de un herbario o algario depende de sus objetivos propios, antigüedad, tamaño, apoyo económico institucional y la cantidad de investigadores que laboran en él. En función de esto, existen herbarios dedicados a la enseñanza y herbarios para la investigación.



## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### ACTIVIDAD 1: COLECTA DE ESPECIES

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante conozca las técnicas de colecta y preservación de algas marinas.

Para ello, trabajarán en equipos de 4 personas y recolectarán algas de diversos lugares marinos, deben escribir con lápiz grafito en un trozo de papel diamante el lugar de la colecta, fecha de colecta, nombre del colector y otro dato que pueda parecer interesante para el colector, por ejemplo el hábitat de donde se colectó el alga (por ej. Recolectada en una poza intermareal, fondo de arena, etc).

**Materiales:** para esta actividad se necesita por equipo: un par de espátulas, 6 bolsas plásticas, 1 Kg de sal, trozos pequeños de papel diamante en los cuales se anote con lápiz grafito algunos datos importantes.

**Sugerencias:** en general, quienes participarán de esta experiencia de aprendizaje, no están acostumbrados a este tipo

de actividades, por lo que les cuesta empezar, sería bueno revisar en clase, o antes de salir a terreno, la forma en que van a trabajar, para que no pierdan tiempo en ponerse de acuerdo en terreno. No olvide recalcar, que deben realizar la actividad con cuidado, para evitar golpes y caídas.

Debe enfatizar en que anoten la mayor cantidad de datos posibles, como: lugar de colecta, fecha, nombre del colector, referencia de la ubicación del alga (hábitat, lugar donde estaba ubicada: sobre rocas, conchas, etc.), coloración, etc.

## ACTIVIDAD 2: CONFECCIONANDO EL ALGARIO.

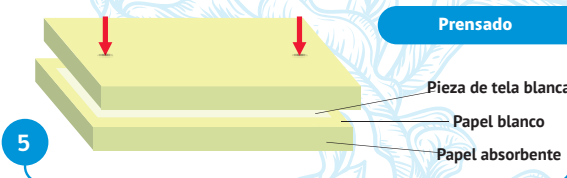
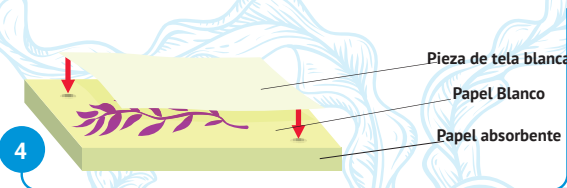
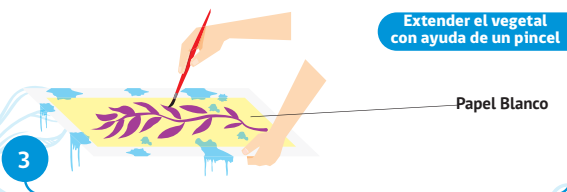
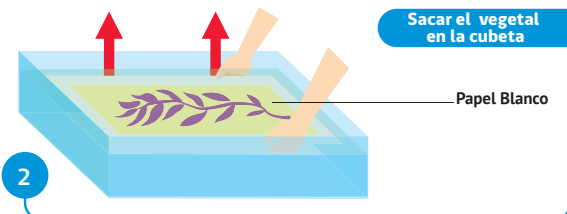
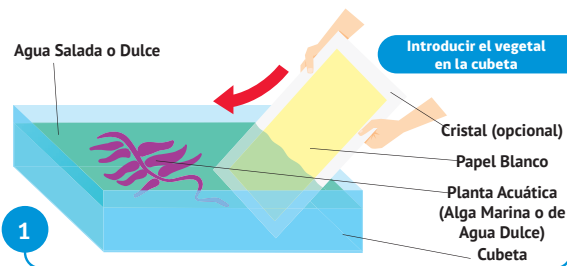
**Objetivos:** Se espera que cada estudiante logre desarrollar un algario y comprenda su utilidad como herramienta de clasificación.

En la guía del estudiante se explica el paso a paso para secar las algas y dejarlas una a una, para posteriormente armar el algario. Deben procurar limpiar cada especie con agua de mar y dejarla claramente identificada, ya que una vez se sequen las podrán ordenar de acuerdo a la identificación previa.

**Materiales:** para esta actividad se requiere por equipo: un block de dibujo chico o mediano (número 60 o 99 respectivamente), diario suficiente para secar las algas (al menos 3), una toalla de papel absorbente, al menos 6 trozos de género (del tamaño de una hoja de block), una bandeja honda, agua de mar (dos litros).

**Sugerencias:** Esta actividad debe iniciarse en la sala de clases o laboratorio, después quienes participan de la experiencia de aprendizaje, pueden llevarse el material a sus hogares, mantenerlos en el laboratorio o sala de clases, lo importante es realizar el recambio de papeles durante 5 a 6 días, para evitar la descomposición del tejido y apurar el proceso de secado.

Si el procesamiento de las muestras y confección del algario no se hace inmediatamente después de la salida a terreno, las bolsas con las algas se pueden mantener a baja temperatura, en el congelador (eliminar el agua de las bolsas previamente). Posteriormente sólo se deben descongelar y realizar el trabajo.



### ACTIVIDAD 3: CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS.

**Objetivo:** Se espera que cada estudiante realice un trabajo de investigación bibliográfico o consultas en Internet para llegar a clasificar las especies colectadas.

En este caso puede visitar las páginas web sugeridas y comparar las especies colectadas.

Una vez que clasifiquen las algas, deberán colocar en el extremo inferior derecho de cada hoja, una ficha de aproximadamente 10 cm de largo por 6 cm de ancho, con los siguientes datos:

#### Nombre del establecimiento educacional

Nombre específico del alga:

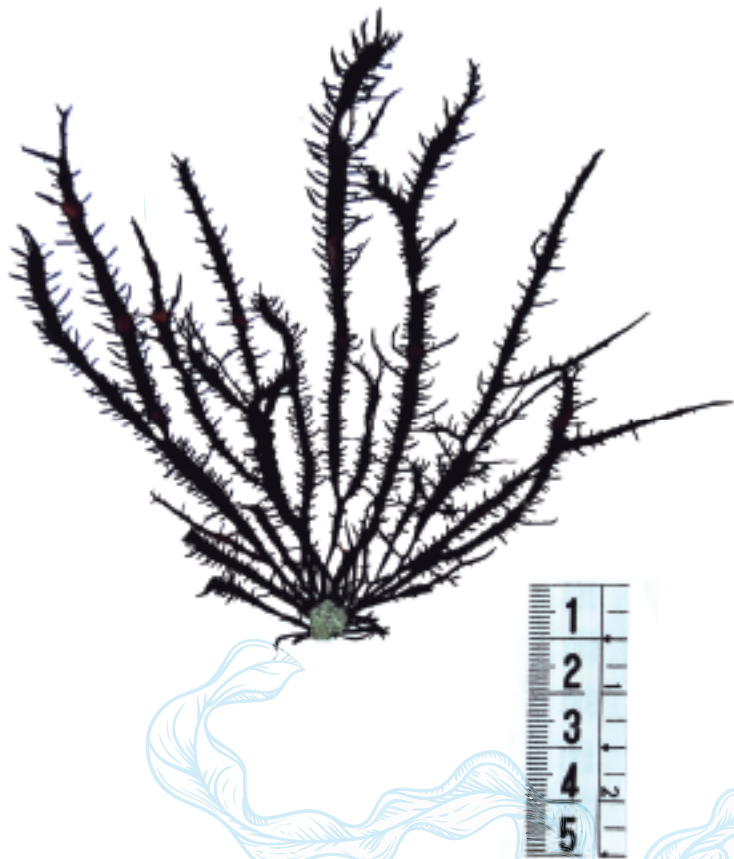
Nombre común (si tiene):

Fecha de colecta:

Lugar de colecta:

Nombre del colector:

Observaciones:



#### Nombre del establecimiento educacional

Nombre específico del alga: *Chondracanthus chamissoi*

Nombre común (si tiene): **Chicoria de mar**

Fecha de colecta: **23 Octubre 2013**

Lugar de colecta: **Caleta Cocholgue, Región Biobío, Chile**

Nombre del colector: **Valeria González C.**

Observaciones: **Material varado en playa de arena**



## EVALUACIÓN

Esta actividad ofrece diferentes alternativas para su evaluación, en primer lugar puede evaluar la actitud de cada estudiante en terreno, considerando aspectos como: trabajo en equipo, responsabilidad, etc. Luego se puede evaluar la confección del algario, siguiendo algunas pautas como: calidad del trabajo desarrollado, clasificación, etc.



## CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad se presta para realizar trabajos de exposición con el material colectado, pueden también formar una colección permanente para dejarla en la biblioteca del establecimiento y así todas las personas tengan la posibilidad de observar el material. Otra alternativa es utilizar las algas secas para realizar muestras artísticas, solicitando la colaboración de los docentes del área de artes. Se pueden elaborar tarjetas y plastificarlas para que duren más tiempo. También se podrían organizar presentaciones orales o paneles en los que se informe de la utilidad de las algas tanto para los ecosistemas marinos, como para la humanidad.



## FUENTES DE INFORMACIÓN

### DIRECCIONES INTERNET

Algaebase: Base de datos mundial de algas, se puede corroborar los nombres de especies actualizados (información en inglés)  
<http://www.algaebase.org/>

Industria de las algas marinas  
<http://www.fao.org/docrep/004/y3550s/Y3550S04.htm>

Algas rojas (información en inglés)

<http://www.ucmp.berkeley.edu/protista/rhodophyta.html>

Algas pardas  
[http://personal.us.es/zarco/carromzar/Botanica\\_I/Temas\\_Botanica\\_I/T18\\_Algas\\_pardas.html](http://personal.us.es/zarco/carromzar/Botanica_I/Temas_Botanica_I/T18_Algas_pardas.html)

Algas verdes  
[http://personal.us.es/zarco/carromzar/Botanica\\_I/Temas\\_Botanica\\_I/T20\\_Algas\\_Verdes.html](http://personal.us.es/zarco/carromzar/Botanica_I/Temas_Botanica_I/T20_Algas_Verdes.html)

Confección de herbarios y algarios  
Tutoriales en youtube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=w2tvS48HyL8>

<https://www.youtube.com/watch?v=Xb-AFwGE3j4>

Puede consultar también, las direcciones en internet dadas en la guía de zonación.

### BIBLIOGRAFÍA

Hoffman, A. y B. Santelices. 1997. Flora Marina de Chile Central. Ediciones de la Universidad Católica de Chile. 434 pp.

Ramírez, ME., Bulboa, C., Contreras, L. & Mora AM. Flora Marina de Quintay. Ril Editores, Santiago, 164 pp.

Santelices, B. 1989. Algas marinas de Chile. Distribución, Ecología, Utilización y Diversidad. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 400 pp.

Dawes, C. 1989. Botánica Marina. Editorial Limusa. México. 209 pp.

Poster de Divulgación con fotos de especies comunes de algas en la costa de Chile continental e insular.  
<http://www.algalab.com/posters.html>



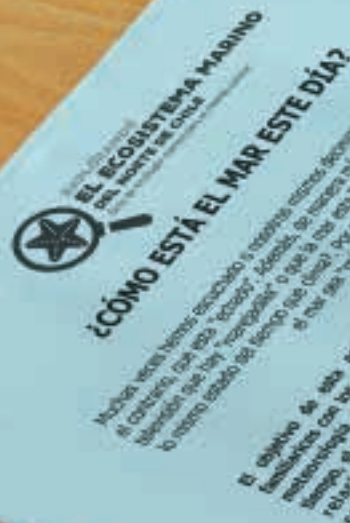


# GUÍA DEL ESTUDIANTE

Cada una de las “Guías del Estudiante” se pueden descargar del sitio de la Sociedad de Profesores de Ciencia y Tecnología del PAR Explora de CONICYT Coquimbo en la dirección de internet:

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

El objetivo de ofrecer este material en formato descargable es que ustedes podrán usarlas en forma directa, enviarlas a quiénes las desarrollarán para que las estudien y/o impriman, o para que ustedes mismos las impriman.





## EL ECOSISTEMA MARINO

Imagina que estás viajando al extranjero y estás en un país que habla un idioma que no entiendes. ¿Cómo podrías comunicarte con las personas que están allí? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?

En Chile	En el extranjero
1. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	1. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
2. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	2. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
3. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	3. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
4. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	4. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
5. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	5. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
6. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	6. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
7. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	7. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
8. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	8. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
9. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	9. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?
10. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?	10. ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?

### Actividad 3: ESTADO DEL MAR

¿Cómo está el mar hoy? ¿Cuándo estuvo en su mejor momento? ¿Cuándo estuvo en su peor momento? ¿Cuándo estuvo en su peor momento? ¿Cuándo estuvo en su peor momento?

CÓDIGO	ESCALA DESECUPTIVA	Tabla 3: ESTADO DEL MAR	
		ACUÑA DE LAS GUIS	LONGITUD
01	Calma	0-0,1	0-10
02	Luz	0,1-1,0	10-20
03	Algo	1,0-2,0	20-30
04	Pequeño	2,0-3,0	30-40
05	Grande	3,0-4,0	40-50

Tabla 2: Estado de agua de la zona  
CÓDIGO DESCRIPCIÓN

¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el idioma?

Actividad 1: ESTADO DEL TIEMPO  
¿Qué cosas podrías hacer para entender el tiempo? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el tiempo? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el tiempo? ¿Qué cosas podrías hacer para entender el tiempo?

Actividad 2: INVESTIGACIÓN  
¿Qué cosas podrías hacer para investigar? ¿Qué cosas podrías hacer para investigar? ¿Qué cosas podrías hacer para investigar? ¿Qué cosas podrías hacer para investigar?



# Desafíos de las CIENCIAS DEL MAR

Cuando caminamos por una extensa playa de arena... ¿qué vemos? Mucha arena y olas... en algunos casos, muchas aves... pero, ¿dónde está el resto de los organismos marinos? Una playa de arena puede parecer un desierto, pero bajos sus arenas la vida fluye. En general el mundo marino es silencioso... pero bajos sus olas se descubre un sistema dinámico, poblado de variadas, sorprendentes y hermosas formas de vida.

Escarabajos, pulgas, chanchitos, gusanos, machas, almejas, jaibas son parte de una comunidad de organismos que viven enterrados en la arena. Bajo nuestras toallas cientos de animales esperan que sea la noche para salir a la superficie y cumplir distintas funciones que les permiten completar su ciclo de vida y perpetuar la especie.

Por Sergio A. González



El gradiente de humedad que se genera desde la orilla del mar hasta la parte alta y seca de la playa, sumado a los cambios mareales de cada día, producen una distribución de los organismos marinos de playas de arena en forma de bandas paralelas a la costa. En la parte más alta de la playa, ya casi llegando a las dunas, encontramos escarabajos adultos y sus larvas. Los adultos son principalmente carnívoros y en las noches salen de sus madrigueras para bajar a la orilla y alimentarse de restos de animales muertos. Las larvas se concentran bajo los restos de algas pardas y se alimentan de ellas. Un poco más abajo, la pulga saltarina tiene apéndices adaptados para excavar en la arena y dar saltos para desplazarse. Se alimenta principalmente de algas varadas en la arena. La zona media de la playa es ocupada por pequeños crustáceos de aspecto aplanado conocidos como "chanchitos de arena". Ya a altura del agua, habita uno de los organismos que habitualmente encontramos en la playa, la "pulga enterradora" o "limanche", la cual está adaptada para enterrarse rápidamente en la arena y así escapar de sus depredadores. Este organismo se alimenta de diatomeas y restos de material orgánico. Las diatomeas son algas marinas unicelulares, invisibles al ojo humano que viven errantes, flotando en el agua de mar (Fito= vegetal; Plankton=errante). Gracias a estas plantas marinas el planeta Tierra cuenta con el oxígeno que respiramos los organismos terrestres. Más abajo aún, se encuentran gusanos que se entierran en la arena, así como machas y almejas, que ocupan su "pie" muscular como un ancla para enterrarse en la arena. Bajo el agua, "caracoles olivas" llamados así por la forma de su concha, se desplazan semi-enterrados en la arena buscando una presa, principalmente almejas. Peces por el mar y aves por tierra también buscan alimentarse de estos animales, vinculando de esta manera a las playas de arena con otros ecosistemas tanto o más variados que este.

Quizás alguien se pregunte: ¿y para qué sirven todos estos organismos?, ¿por qué es tan importante conservar la biodiversidad marina? Los sistemas naturales ofrecen muchos servicios ecosistémicos que son afectados por la pérdida de biodiversidad. Por ejemplo, el mar aporta más de la mitad del oxígeno que respiramos y captura gran cantidad de carbono gracias al trabajo silencioso de millones y millones de algas microscópicas. Mientras la dieta humana se restringe a pocos organismos animales y plantas, el ambiente marino provee


*Mesodesma donacium*

*Glicera sp.*

*Lepidopo chilensis*

*Emerita analoga*

*Excilorana spp.*

*Orchestoidea tuberculata*

*Phaleria maculata*

*Tylos chilensis*


“  
**Más del 50% y potencialmente más del 90% de las especies marinas aún no han sido descritas por quienes se dedican a la investigación científica marina.**

de alimento a más de 3 billones de personas y es el medio de vida de más de 200 millones de personas. Más del 50% y potencialmente más del 90% de las especies marinas aún no han sido descritas por quienes se dedican a la investigación científica marina. Las especies marinas son materia prima para productos farmacéuticos, como un medicamento para el dolor crónico en base a neurotoxina proveniente de un caracol y la droga contra el cáncer Cytarabine inspirada en compuestos extraídos de esponjas marinas. Se han registrado unos 28.000 productos marinos, con potencial para inhibir el dolor, tratamiento del cáncer, el asma, y el herpes. En el campo de los nutraceuticos la gama de bioproductos marinos es mucho más amplia, con vitaminas, minerales y suplementos, como el reconocido aceite de pescado omega-3, así como también compuesto con funciones contra el cáncer, varios antiinflamatorios y antimicrobianos. Las proteínas bioluminiscentes de los organismos marinos han sido ampliamente usadas en la industria. Son muchos los cosméticos desarrollados a partir de algas marinas para protección y limpieza. En la industria, se cuenta con anti-incrustantes para la elaboración de pinturas y potentes bio-adhesivos que funcionan bajo el agua a partir de compuestos presentes en cirripedios (picorócos) y mitílidos (choritos). Se elaboran biocombustibles a partir de diatomeas y algas que producen aceites y azúcares carbohidratos. Las diversas adaptaciones de los organismos marinos a la alta presión, altas y

bajas temperaturas, la salinidad, la baja concentración de oxígeno, así como su tolerancia a concentraciones elevadas de sulfuro de hidrógeno y metano, son una inmensa oportunidad de utilizar la genética para hacer frente a una amplia gama de necesidades de la sociedad.

Investigadores han descubierto que los ecosistemas juegan, también, un importante papel al proporcionar ‘servicios’ a los humanos y que tales servicios pueden tener un valor monetario,

“  
**Los ecosistemas juegan, también, un importante papel al proporcionar ‘servicios’ a los humanos y que tales servicios pueden tener un valor monetario, así se calculó que la Tierra proporciona ‘servicios’ (gratuitos) anuales a los humanos por un valor mínimo que puede llegar hasta US\$54 billones.**

así se calculó que la Tierra proporciona 'servicios' (gratuitos) anuales a los humanos por un valor mínimo que puede llegar hasta US\$54 billones (comparados con el Producto Interno Bruto (PIB) total global que es de US\$18 billones). Por ejemplo, los pequeños organismos que viven enterrados en la playa, cumplen una importante función como "limpiadores" pues consumen algas y animales muertos que quedan varados en la orilla. Aprovechando los servicios y beneficios que ofrece el paisaje costero y particularmente, las bondades de una soleada playa de arena, la industria del turismo mueve miles de dólares. Aunque menos tangibles, la biodiversidad marina ofrece beneficios que también tienen alto valor, como el caso de la belleza escénica, el disfrute del paisaje, el ser fuente de inspiración artística, así el significado espiritual que le dan la persona, todo lo que contribuye con un marco psicológico y espiritual que mejora nuestra existencia. Por último, la biodiversidad en todas sus expresiones y las especies individuales, poseen un valor intrínseco que reconoce su derecho a existir.

Dado lo atractivo del mar y por los beneficios que ofrece, a los humanos nos gusta vivir cerca del mar. No obstante, la historia ha mostrado que nuestro acercamiento no ha sido muy amistoso. Construimos en la zona litoral y sobre las dunas alterando la dinámica natural de la arena generando proceso de erosión y pérdida de la arena. Con esto, las playas se angostan lo que trae un fuerte impacto ecológico, pues se reduce el hábitat de los organismos de playas. Los pequeños animales de la playa se quedan sin hogar y las aves, sin alimento. Para evitar la erosión por el impacto del oleaje, se construyen pesadas obras de ingeniería como defensas sean de piedra, concreto y metal, lo que altera aun más el hábitat natural. El humano es una fuerza que modifica



## LOS PELIGROS QUE AMENAZAN A NUESTRAS PLAYAS

### 50% de arena y 50% de roca

Dunas extraídas y reemplazadas por paseo peatonal para potenciar el turismo. Alteración de la dinámica natural de la playa.



intensamente la geomorfología de la costa. En verano, nos gusta ir a la playa, pero somos tantos a la vez, que generamos un tremendo impacto por el pisoteo de la arena y sobre las dunas, con el resultado de la pérdida de la flora y fauna. Además, nos gusta todo cerca, por lo que construimos lo más cerca de la playa posible, sobre las dunas mejor aún. No nos basta con el día, por lo que iluminamos intensamente las playas, generando un alto impacto en la fauna marina por la contaminación lumínica, ya que estos animales comen y se reproducen principalmente de noche. Nos gusta comer en la playa, y con esto generamos diferentes residuos que dejamos en la arena... papeles, colillas de cigarros, envases, bolsas vienen a contaminar el hábitat, y en la medida que se fraccionan, se transforman en microplásticos que suman a la dieta de organismos marinos causándoles enfermedad y muerte. Pero, nos gusta la playa limpia... así que los Municipios locales usan máquinas para limpiar la arena alterando fuertemente el hábitat natural, y junto con la basura, atrapan muchos organismos. Asociado a esto, también levantan las algas que sirven de alimento a los habitantes de las playas de arena. El paso de vehículos sobre la arena causa la muerte de los animales de la arena, destruye la vegetación de la duna y altera el hábitat de especies en peligro como aves y tortugas. Sin duda, "la contienda es desigual".

Los humanos tratamos de extraer todo lo que podemos del mar y sus playas. Muchos recursos marinos, como por ejemplo las "machas" están siendo sobreexplotadas, y mientras se revuelve el fondo arenoso para capturarlas, muchos individuos son afectados, muriendo los individuos juveniles y otros organismos que viven en ese ambiente. Para el humano, esto no es suficiente, así que removemos la arena de la playa y dunas para extraer minerales, lo que genera modificaciones en el hábitat y con esto, de las comunidades de playas.

El cambio en la manera de tratar el ambiente costero depende de nosotros. La investigación científica puede ayudarnos a identificar los procesos físicos y ecológicos de las playas, así como evaluar el estado de la playa producto de las perturbaciones antropogénicas. Uno de los sectores clave a proteger es el área de las dunas, evitando caminar sobre ellas y pisotear la vegetación. Para esto



## LA BASURA: EL ENEMIGO DE NUESTRAS PLAYAS



### COLILLAS DE CIGARROS Y BOLSAS PLÁSTICAS

Son confundidas por alimentos y su ingesta obstaculiza las vías respiratorias y digestivas, ocasionando la muerte.



se puede limitar el número de usuarios que visitan una playa o construir pasarelas por sobre la dunas. El paso de vehículos sobre la arena se ha demostrado que es incompatible con la conservación, por lo que debería permitirse sólo en casos excepcionales. A nosotros nos corresponde llevarnos de vuelta a casa todo lo que hemos traído y todo lo que compramos en la playa... botellas, envases, envoltorios, papeles, palitos... todo! Nada puede quedar atrás. Una de las opciones es el manejo ecosistémico, es decir, que quienes están encargados de administrar las playas lo hagan considerando que son sistemas multifuncionales que cumplen diferentes funciones (socio-cultural, natural, protección, entre otras). Y... como son multifuncionales, hay que considerar de forma integrada a todos los actores relacionados al momento de tomar decisiones. Por ejemplo, la costa puede ser dividida en zonas, dejando algunas para recreación, conservación y otras para manejo de recursos. Para la explotación de recursos, como la macha, el co-manejo donde se incluye a las autoridades, pescadores y comunidad en general, es una muy buena opción.

Por otro lado se trata de construir ciudades amistosas con la costa. Grupos de investigadores están realizando esfuerzos



**A nosotros nos  
corresponde llevarnos  
de vuelta a casa todo lo  
que hemos traído y todo  
lo que compramos en la  
playa... botellas, envases,  
envoltorios, papeles,  
palitos... todo! Nada puede  
quedar atrás.**

para diseñar estructuras portuarias que en vez de degradar los ecosistemas circundantes, incorporen múltiples funciones y contribuyan a preservar los servicios vitales de los ecosistemas, incluyendo la provisión de hábitats. Las mejoras incluyen: a) el uso de materiales naturales o respetuosos del medio ambiente (madera, conchas, piedras, hormigón de bajo pH), b) estructuras como pozas, grietas y hoyos, crestas, ranuras y texturas y c) la siembra de especies que forman hábitats naturales (por ejemplo, algas, moluscos bivalvos y coral).

Pero, ¿qué nos depara el futuro en nuestra relación hombre-mar? No podemos saberlo, pero... algunas cosas están pasando. Debemos reconocer que el mar es una enorme fuente de energía renovable. Algunos países ya experimentan con parques eólicos los que aventajan a los parques terrestres en que no hay limitantes de espacio y porque el flujo del viento es de mejor "calidad" (No obstante, emiten ruido que afecta la vida marina). Otra fuente de energía sostenible es la olamotriz o undimotriz donde se usan "serpientes marinas" que consisten en máquinas flotantes articuladas que obtienen energía del movimiento del agua. Otra opción de aprovechar la energía de las olas es mediante turbinas que se instalan en el fondo unidas a boyas que transmiten el movimiento de las olas hasta la turbina generando electricidad. Sumado a lo anterior, la energía mareomotriz es un tipo de energía renovable libre de emisiones y subproductos contaminantes, obtenida a partir de los cambios en los niveles del mar producto de las mareas (Pero... son caras, impactan en el paisaje y no se conocen sus efectos ambientales).

¿Colonizaremos el mar? Hace poco, para contribuir a la escasez de tierras cultivables, un diseñador alemán creó el "Vereos" que es un invernadero flotante que permite desalinar agua de mar para hacer el cultivo de hortalizas y proporcionar agua dulce a la gente de ciudades costeras. Así como los astronautas consiguieron cultivar lechugas en el espacio, la compañía italiana Ocean Reef Group está cultivando fresas, albahaca, porotos y tomates a 6 metros de profundidad bajo las aguas del Mar Mediterráneo, como una alternativa a las crecientes demandas de alimentos. ¿Ciudades submarinas? Ahora, dormir bajo el agua de mar ya no es un sueño de las novelas de Julio Verne. Es una realidad. Aunque no hay hoteles totalmente sumergidos, existen hoteles en varias partes del mundo que disponen de habitaciones submarinas. Sin



embargo, una compañía norteamericana está buscando inversionistas para la construcción del Planet Ocean Underwater Hotel... por ahora sólo están los planos. Por estos días, para solucionar uno de los grandes problemas de la arquitectura en Japón, la empresa de ingeniería Shimizu Corporation ha presentado un proyecto para la construcción de una ciudad submarina con una capacidad de 5.000 personas y 75 pisos de altura. La ciudad llamada Ocean Spiral que cuenta con la asesoría de la Universidad de Tokio y la Agencia Japonesa de Ciencias Marinas y Tecnología (JASTEC) se comenzaría a construirse en el año 2035. Los pisos inferiores serían destinados a la exploración del fondo oceánico.

Sólo hemos explorado menos del 10% del fondo oceánico. Nos queda mucho por hacer. Para explorar los fondos profundos, los científicos están usando Vehículos de Operación Remota (ROVs) que son robots no tripulados, conectados a un operador por una serie de cables. Estos robots son equipados con luces y cámaras y poseen un brazo mecánico articulado que permite tomar muestras. Vehículos Submarinos Autónomos (AUVs) pueden llevar adelante exploraciones de los fondos marinos hasta unos 1.500 m sin necesidad de un operador ni la presencia de cables que lo conectan a una embarcación. Pueden mapear el fondo, buscar embarcaciones hundidas, detectar fallas en estructuras, así como tomar datos de científicos. Una vez que completan la misión, regresan al punto programado. Para el éxito de la investigación, existen equipos que hacen que la embarcación siga automáticamente al robot. Para los humanos, recientemente la empresa canadiense Nuytco Research se ha desarrollado el traje

de buceo llamado Exosuit, que permite descender hasta 300 m y aporta unas 56 horas de oxígeno. Más sorprendente aún es el submarino Deepsea Challenger que fue tripulado en el 2012 por el cineasta James Cameron, quien logró llegar al fondo de las Fosas Marianas con 11.000 m de profundidad!! Este proyecto financiado por NASA, National Geographic y Rolex, sirve para que tengamos en cuenta que en lo referente al océano, quedan muchos mundos por explorar, encontrar, y descifrar.

Aunque bajar a los fondos submarinos profundos sigue siendo un desafío para la ciencia, quizás el mayor reto para quienes nos dedicamos a la investigación científica marina será motivar a las generaciones futuras a conocer este ambiente con el propósito de lograr una convivencia armónica entre el sistema social y el ecosistema marino.



CAMPANA



ESCAFANDRA

EQUIPO DE  
BUCEOROBOTICA  
SUBMARINA



# QUIÉNES SOMOS

Hemos querido agregar esta sección no para “auto - homenajearnos” nosotros mismos, ni porque nos sentimos importantes... Sino sólo con el afán de mostrar que quiénes trabajamos en ciencias somos personas comunes y corrientes, que hemos tenido altos y bajos, y que nuestros intereses y trabajos han ido cambiando en el tiempo, modelados no sólo por alguna hipótesis científica, sino por las interacciones sociales propias del ser humano.



PXHERE.COM CCO



## Sergio A. González Álvarez

Es un biólogo marino con maestrías en Ciencias del Mar (UCN) y Gestión Educativa de las Universidades Andrés Bello y Europea de Madrid. Desde un liceo público de la comuna de Quinta Normal en Santiago, motivado por un profundo interés en la naturaleza que le impregnó su madre desde niño sólo al mostrarle las plantas y animales en el patio de la casa, emigró a Coquimbo para estudiar biología marina. Siempre hubo una dualidad en él, entre hacer ciencia y comunicar la ciencia. En su vida de biólogo, ha realizado investigaciones y publicaciones sobre pastos marinos, ecología y manejo de ecosistemas costeros, efectos de la actividad humana sobre al ambiente marino, como mineras,

pesca, y ahora último, sobre el desarrollo en el sistema socio-ecológico de playas de arena de interés turístico.

Ya antes de terminar la carrera, se asoció con el actual Director del Colegio Bernardo O'Higgins de Coquimbo para organizar un taller de ciencias del mar en el colegio. Luego vinieron las postulaciones a proyectos de divulgación científica, hasta que llegó a ser el Director del Proyecto Regional Asociativo PAR Explora de CONICYT Coquimbo de divulgación científica, así como investigador en ecología marina y profesor del área de comunicación pública de la ciencia del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte. Con esto

llegaron las ferias y congresos escolares, proyectos con educadoras de párvulos, diseño de charlas y actividades para escolares, Semana Nacional de la Ciencia y Tecnología del Programa Explora, y un sin fin de acciones para comunicar ciencias del mar. Con todo esto, ha ganado una amplia experiencia en divulgación científica para niños y público general, siendo autor y editor de un par de textos sobre enseñanza de ciencias para párvulos y escolares. El trabajo que viene ahora es sistematizar toda la experiencia, compartirla con otros divulgadores en revistas científicas y otras instancias más públicas, así como traspasarla a las nuevas generaciones.

## Carla E. Förster Marín



**E**s bióloga marina con Magíster en Evaluación Educacional y Doctorado en Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Toda su infancia y adolescencia la pasó entre el campo y la costa, conociendo los bichitos, plantas, árboles, animales y aves que su madre le mostró con inagotable curiosidad y memoria para reconocerlos por sus nombres. Estudió en la Universidad Católica del Norte en Coquimbo, convencida de que “el futuro de Chile estaba en el mar”, donde conoció el deterioro de las playas y especies marinas. Estando en la universidad se unió al grupo “Valoraciencia” de profesionales y estudiantes, que querían cambiar esta realidad educando desde los colegios,

trabajando en divulgación científica y capacitación de profesores de colegios cercanos al mar.

Durante sus estudios de posgrado en Santiago, trabajó diseñando material educativo para el Aquarium Santiago del Museo Interactivo Mirador, entre otros proyectos. Sus investigaciones han estado centradas en las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y su relación con el interés por estudiar ciencias y el desarrollo de software educativo para estimular las funciones ejecutivas de niños precolares de contextos vulnerables y así dar más igualdad de oportunidades para aprender y desarrollarse. Se ha especializado en evaluación para el

aprendizaje y las competencias evaluativas de los profesores. En todos sus trabajos y publicaciones, el esfuerzo ha estado en utilizar el conocimiento científico para el desarrollo de programas de estimulación y material didáctico que dé a los profesores herramientas para hacer mejor su trabajo con los niños y jóvenes. Actualmente vive en Talca, casada y tiene un hijo de 5 años que se llama Javier.



## Erasmo C. Macaya Horta

Es biólogo marino y magister en ciencias del mar de la Universidad Católica del Norte y doctor en biología marina de la Universidad Victoria de Wellington en Nueva Zelanda. Actualmente se desempeña como Académico del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción, donde también dirige el Laboratorio de Estudios Algales (ALGALAB). Antes de ingresar a sus estudios de biología marina, su contacto con el mar había sido escaso, desde San Vicente de Tagua Tagua, en la zona central de Chile, sólo contaba con un par de visitas durante el verano a Pichilemu, más uno que otro viaje a Viña del Mar. Sin embargo, esas escasas experiencias fueron suficientes

para instalar la convicción de ingresar a estudiar biología marina, decisión que el tiempo le demostró ser muy acertada.

Su investigación se ha enfocado principalmente en macroalgas marinas, en diferentes aspectos tales como ecología, diversidad, taxonomía y genética. Ha recorrido Chile continental, Islas Oceánicas (Archipiélago Juan Fernández y Rapa Nui) y la Península Antártica documentando la diversidad de algas. Junto a otros investigadores ha descubierto varias especies nuevas de algas y publicado más de 40 artículos científicos. Junto con la investigación y docencia, considera la divulgación científica como una parte fundamental del quehacer académico. Sus

primeras aproximaciones en la materia las realizó trabajando en proyectos financiados por el Programa Explora de CONICYT a principios del 2000 junto a Sergio González. Desde allí en adelante, ha continuado trabajando y contribuyendo en esa línea, desarrollando material de divulgación, dictando charlas y talleres sobre biodiversidad, escribiendo artículos de difusión, entre otros.

## Katherine Yañez Navea



**E**s bióloga marina de la Universidad Católica del Norte. En la actualidad, se desempeña como Encargada de la Iniciativa Tus Competencias en Ciencias (TCC) Educación Parvularia, del PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo. Para ella fue fundamental el traslado desde un Liceo Comercial de la comuna de Ñuñoa, en la ciudad de Santiago de Chile, hacia un Liceo Científico Humanista. Este cambio le permitió conocer más sobre ciencia y, en especial, la biología su asignatura favorita. Gracias a esa decisión y sus deseos por seguir desarrollándose en esta área, emigró a la ciudad de Coquimbo, a estudiar biología marina en la Universidad Católica del Norte (UCN). En los últimos

años de estudio universitario, comenzó como monitora de muestras escolares en la Coordinación Regional del Programa Explora a cargo de la UCN, cautivada por el poder acercar la ciencia, específicamente la ecología marina, a niños y niñas de Establecimientos Educativos de la región. Con el pasar de los años, le fueron confiando la ejecución de actividades más complejas, como el Congreso Regional Escolar y Capacitación en método científico para Docentes, lo que le permitió llegar a ser Coordinadora del Área de Valoración del Proyecto, vinculando sus conocimientos en biología marina con diversos talleres realizados en el mismo. Paralelo a esto, se capacitó como relatora

de la Iniciativa TCC, realizando ponencias en las regiones de Antofagasta, Coquimbo y Libertador Bernardo O'higgins.

A lo largo de los años que lleva trabajando en el PAR Explora de CONICYT, Coquimbo, ha podido interactuar con educadoras de párvulos, docentes de educación básica y media, y con estudiantes de todos los niveles educativos. Esta interacción ha sido fundamental, para convencerla de que la divulgación científica es importantísima para la sociedad, pues permite que las personas sean conscientes de su entorno y puedan apropiarse de él, así como tomar decisiones fundamentadas en el conocimiento.





## Daniel Esquivel Escobar

Es Diseñador Gráfico de la Universidad Santo Tomás de La Serena y fotógrafo publicitario de la escuela Photodesign-Chile de Santiago. Actualmente se desempeña como encargado de Diseño del PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo y director de fotografía de las revistas Vida Magazine y Sarah.

Sus primeros pasos fueron en un pequeño pueblo llamado Contulmo en la octava región, a un costado de un lago Lanalhue y de la cordillera de Nahuelbuta, donde la naturaleza no te sorprendería, porque vivías con ella siempre, era parte de su día a día, un escenario perfecto para fomentar la creatividad. Hijo de un profesor de Física que le inculco el razonamiento

y el intereres por la tecnología y una madre profesora de artes que le enseñó el dibujo como una forma de expresarse, que luego decanto en un diseñador y fotógrafo que siempre busca crear con sentido, armonía y un buen sentido estético.

Desde segundo año de carrera de diseño ya comenzaba a hacer encargos de diseños y lograba una serie de vínculos con empresas locales, trabajando en Universidades como encargado de Diseño, hasta llegar al PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo por un pequeño encargo, que luego se transformo en una oportunidad para ser parte del equipo. Paralelo a eso, y como una forma de potenciar sus diseños, estudio fotografía, para hoy ser unos de

los fotógrafos con más experiencia en la región.

A lo largo de los años que lleva trabajando en el proyecto, a logrado incorporar una serie de recursos, tanto gráficos como audiovisuales, que han aportado a la identidad del proyecto y potenciado el posicionamiento del PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo.

En conjunto con el periodista del proyecto, lograron incorporar sub productos de divulgación y difusión científica, como es el caso de la revista El Explorador, que día a día, ha ido tomando fuerza y va ganando un espacio en la comunicación de la ciencia y la tecnología local.

## Angelo González Puga



Es Diseñador Gráfico formado en Ceduc-UCN, Coquimbo y actualmente se desempeña como apoyo en el área de Diseño del PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo.

Oriundo de la Ciudad de Coquimbo y criado en el pueblito de Guayacan, desde pequeño tuvo una gran cercanía con el mar. Comenzó con juegos en la playa y alrededores con sus amigos, tardes completas investigando y conociendo el entorno entre las rocas, moluscos y crustáceos.

La playa siempre fue su primera opción al salir a jugar, y disfrutando del medio ambiente, escondernos en las dunas y conocer todos los insectos, aves y uno que otro pez.

Desde temprana edad siempre existió esa necesidad de expresarse, comenzando con la música los fines de semana, mientras su padre y tío se reunían bajo el sonido de la guitarra, charango y zampoña. Pero la inspiración llegó de manos de su madre y su inmensa paciencia a la hora de trabajar con manualidades y el dibujo, invirtiendo muchas horas de sus días dibujando y coloreando.

Debido a estas aptitudes, ingresa a estudiar Diseño Gráfico, para luego especializarse en el área editorial, pasando por reconocidas imprentas de la Región de Coquimbo, conociendo de todos sus procesos de pre impresión, trabajo de prensa offset, terminaciones y encuadernación. Esta experiencia le permitió conocer la importancia de saber

elegir formatos adecuados, como también la separación de color y el comportamiento de este en relación a sus porcentajes utilizados al momento de diseñar.

Dentro de estas experiencias, la vida le permite conocer a temprana edad Daniel Esquivel, quien en la actualidad es el diseñador del PAR Explora de CONICYT Región de Coquimbo. Esta amistad que tiene con Daniel, le permite desarrollar y perfeccionar su arte, a través de la pintura, diseños en muros y eventos relacionados con el área. Hoy, gracias a esos lazos de confianza y profesionalidad, se desarrolla esta Guía de "Explorando el ecosistema marino del norte de Chile", plasmando todas esas formas, diseños, colores e ideas vinculadas a la vida del mar.





**explora**  
Un Programa CONICYT

**PAR**EXPLORA  
**COQUIMBO**  
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



**EXPLORANDO**  
**EL ECOSISTEMA MARINO**  
**DEL NORTE DE CHILE**

Guía de ecología marina para el mundo escolar



**eexplora**  
Un Programa CONICYT

**PAREXPLORA**  
**COQUIMBO**  
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



La “Guía de ecología marina para el mundo escolar” representa un importante material de apoyo en la docencia escolar, es una invitación tanto a profesores como estudiantes a conocer, descubrir, valorar, investigar y reflexionar sobre el ambiente marino. Recientemente, Chile se ha situado como líder en conservación marina, protegiendo un porcentaje importante de su territorio marítimo, sin embargo, la mayoría de los habitantes de territorio nacional desconoce la diversidad que habita en nuestras costas, y el importante rol que cumple el océano en nuestra vida diaria (alimentación, clima, oxígeno, entre muchos más). La Guía provee 10 experiencias para el aprendizaje sobre el ecosistema marino, tanto en laboratorio como terreno, actividades sencillas que estimulan la curiosidad de escolares y los llevan a ser protagonistas principales de la investigación. Temas relevantes y de contingencia como la contaminación, biodiversidad y pesquerías son abordados en esta Guía, los cuales además permiten generar actividades complementarias de divulgación para que el conocimiento no sólo se mantenga en el aula, sino además, que pueda ser traspasado hacia la comunidad. La invitación queda extendida. El material está disponible para que no sólo estudiantes y docentes puedan involucrarse y desarrollar las actividades propuestas, sino que también otros miembros de la comunidad para quienes la ecología marina y las ciencias del mar les resulta de interés, o simplemente para quienes quieren conocer un poco más sobre esta fascinante área.



## EXPLORANDO EL ECOSISTEMA MARINO DEL NORTE DE CHILE

Guía de ecología marina para el mundo escolar

