



explora
Un Programa CONICYT

PAREXPLORA
COQUIMBO
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



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

Guía de ecología marina para el mundo escolar



EDITOR

Sergio A. González Álvarez

Director PAR Explora de CONICYT Coquimbo
Departamento de Biología Marina, Universidad Católica del Norte

Desarrollo de Contenidos

Carla E. Förster Marín, Dirección de Evaluación y Calidad de Pregrado, Vicerrectoría de Pregrado, Universidad de Talca.

Erasmus C. Macaya Horta, Laboratorio de Estudios Algales (ALGALAB), Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.

Sergio A. González Álvarez, Director PAR Explora de CONICYT Coquimbo.

Revisión de contenidos

Katherine Yañez Navea, Encargada de TCC, PAR Explora de CONICYT Coquimbo.

Diseño

Daniel Esquivel Escobar, Diseñador Gráfico, PAR Explora de CONICYT Coquimbo.

Angelo González Puga, Diseñador Gráfico, PAR Explora de CONICYT Coquimbo.

Contacto

PAR Explora de CONICYT Coquimbo
51 2209786
explora.coquimbo@ucn.cl

Este material es resultado del Proyecto Asociativo Regional Explora de CONICYT Coquimbo financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) (ER16/004)

Coquimbo, Chile, 2019.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los contenidos para fines no comerciales citando la fuente.



explora
Un Programa CONICYT

PAREXPLORA
COQUIMBO
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



EXPLORANDO
EL ECOSISTEMA MARINO
DEL NORTE DE CHILE

Guía de ecología marina para el mundo escolar



ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| PRÓLOGO | 6 |
| 1. ENSEÑANZA DE CIENCIAS DEL MAR PARA TODO PÚBLICO. | 10 |
| 1.1. La tarea de divulgar ciencias del mar. | 11 |
| 1.2. De qué se trata esta Guía. | 15 |
| 1.3. Cómo usar la Guía. | 16 |
| 2. EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE SOBRE EL ECOSISTEMA MARINO. | 20 |
| 1 ¿CÓMO ESTÁ EL MAR ESTE DÍA? | 22 |
| Salida a terreno para determinar el estado del tiempo y del mar en base a códigos universales usados por especialistas del campo de la meteorología. | |
| 2 CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS: UN PROBLEMA DE CONCIENCIA. | 34 |
| Salida a terreno para realizar un muestreo en una playa y determinar niveles y composición de los residuos sólidos colectados. | |
| 3 RECURSOS MARINOS: ¿RENOVABLES E INAGOTABLES? | 44 |
| Salida a terreno y actividad de laboratorio para tomar medidas morfométricas a diferentes recursos marinos y determinar fracciones bajo la talla mínima comercial. | |
| 4 DIVERSIDAD BIOLÓGICA: ¿CÓMO LA MIDEN LOS CIENTÍFICOS? | 56 |
| Salida a terreno y actividad de laboratorio para realizar un muestreo de abundancia de fauna intermareal y luego calcular diversidad mediante un índice ecológico. | |
| 5 ZONACIÓN INTERMAREAL: CADA UNO EN SU LUGAR. | 66 |
| Salida a terreno para observar la distribución de la flora y fauna en una playa de costa rocosa y reconocer el patrón universal de zonación intermareal. | |



| | |
|---|------------|
| 6 UN MUNDO ENTERRADO: FAUNA DE PLAYAS DE ARENA. | 78 |
| Salida a terreno y actividad de laboratorio para realizar un muestreo de playa de arena determinando abundancia, composición y distribución de la fauna. | |
| 7 PLAYA DE BOLONES: VIDA BAJO PIEDRAS. | 90 |
| Salida a terreno para realizar un muestro biológico en una playa de bolones y estimar la composición y abundancia de la fauna presente en distintos niveles del Intermareal. | |
| 8 PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS: FUENTES DE VIDA Y COLOR. | 102 |
| Actividad de laboratorio para determinar la presencia de pigmentos fotosintéticos en algas verdes y rojas mediante una cromatografía simple usando alcohol como vehículo. | |
| 9 CLASIFICACIÓN DE LA VIDA: EL PORQUÉ DE ESOS NOMBRES EXTRAÑOS. | 112 |
| Actividad de laboratorio para ordenar conchas de moluscos en base a similitudes morfológicas, elaborar mapas conceptuales y construir una clave taxonómica con “nombres científicos”. | |
| 10. UN MUSEO DE ALGAS MARINAS. | 124 |
| Salida a terreno y actividad de laboratorio para coleccionar diferentes algas y luego realizar montajes museográficos. | |
| 3. GUÍA DEL ESTUDIANTE. | 134 |
| 4. NUEVOS DESAFÍOS PARA LAS CIENCIAS DEL MAR. | 136 |
| 5. QUIÉNES SOMOS. | 144 |



PRÓLOGO

Nuestro país, inevitablemente está ligado al mar desde Arica hasta la Antártica y dependemos del mar más de lo que pensamos. No obstante, tanto individual como colectivamente, observamos a diario actitudes y acciones que ponen en riesgo este ambiente. Es así que numerosos estudios científicos indican que el deterioro ambiental que se observa a nivel generalizado en nuestro planeta se debe en gran parte a decisiones políticas y económicas desinformadas, donde los ciudadanos son partícipes de las consecuencias de dichas acciones. Si a eso le sumamos el bajo conocimiento que tienen las personas sobre el ambiente marino, nos enfrentamos a una barrera difícil de vencer al momento de efectuar estrategias de manejo y desarrollo sustentable de dicho ambiente.

Con este escenario, fomentar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de actitudes de respeto hacia el ambiente desde la escuela es la mejor opción para formar a las nuevas generaciones de ciudadanos. Sin embargo, para que el aprendizaje de los estudiantes sea significativo y perdure en el tiempo, es importante que la tarea encomendada los motive y les ofrezca expectativas de poner en práctica estos aprendizajes. Una forma de captar el interés de los estudiantes es contextualizar los contenidos, dada la familiarización que implica con su entorno más cercano. Además, es necesario que los contextos y situaciones en las cuales se realice la enseñanza tengan sentido para los alumnos, de tal forma que éstos puedan atribuirles un significado. De esta forma, desarrollarán mejor las habilidades y sus aprendizajes serán más profundos, ya que al trabajar en un contexto que les sea familiar, los contenidos serán integrados a sus conocimientos previos, contrastando ideas iniciales para corroborarlas o descartarlas. Chile, con una costa tan extensa, así como con un pasado y presente ligado al mar, nos ofrece una importante oportunidad para contextualizar la enseñanza.

La contextualización de la enseñanza no sólo es importante en términos de la significancia de los aprendizajes que adquieren los estudiantes, sino que permite ajustar los objetivos educativos a las características de los alumnos, a las condiciones de los Establecimientos Educacionales y a las propias opciones pedagógicas. Además, la enseñanza contextualizada es muy funcional, pues por una parte facilita aprendizajes posteriores y por otro aumenta la capacidad de los alumnos para interactuar en su entorno con mayor autonomía.

La "Guía de ecología marina para el mundo escolar" es una herramienta didáctica para profesores de Enseñanza Media destinada a mejorar, en términos de contextualización y pertinencia, la calidad de la Enseñanza de las Ciencias, fomentar la Educación Ambiental y contribuir al conocimiento, valoración y conservación del ambiente marino de los jóvenes estudiantes de nuestro país. Es un material que resulta de una actualización del texto "Un Mar de cosas por Explorar: Guía práctica para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias del Mar" del Proyecto EXPLORA (ED5/00/015) de la Comisión Nacional para la Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT - Chile) en el que trabajamos conjuntamente científicos de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte, docentes y estudiantes de diferentes Establecimientos Educacionales de la IV Región de Coquimbo.

Creemos que este material será una herramienta útil para que otros grupos de científicos y tecnólogos asociados al ambiente marino puedan replicar las actividades, o simplemente servir como base para diseñar otras nuevas, lo que pudiera incentivar la divulgación y valoración de la investigación marina realizada en Chile. Esta guía es un buen ejemplo de articulación entre especialistas del mundo de la ciencia y el mundo de la

Educación, representada por docentes y estudiantes motivados por el trabajo científico como una herramienta generadora de conocimiento. Es ahí, precisamente, donde la contribución en esta guía es relevante. Sin duda, el texto " Guía de ecología marina para el mundo escolar " se traducirá en un manual de uso obligado, especialmente para centros educativos vinculados con el extenso sector costero de Chile.

En lo personal, tengo un hijo de 6 años, y espero que en su trayectoria escolar tenga profesores que le den la oportunidad de ver el maravilloso mundo que se esconde en nuestras playas de arena y en los roqueríos costeros, incentiven su curiosidad por aprender más sobre las ciencias del mar y colaboren en la formación de un ciudadano consciente de la fragilidad del ecosistema marino y que conviva respetuosamente con su entorno.

Carla E. Förster Marín
Dirección de Evaluación y Calidad de Pregrado
Vicerrectoría de Pregrado
Universidad de Talca



La "Guía de ecología marina para el mundo escolar" es una herramienta didáctica para profesores destinada a mejorar, en términos de contextualización y pertinencia, la calidad de la Enseñanza de las Ciencias, fomentar la Educación Ambiental y contribuir al conocimiento, valoración y conservación del ambiente marino de los jóvenes estudiantes de nuestro país.





ENSEÑANZA DE CIENCIAS DEL MAR

para todo público



1. Enseñanza de ciencias del mar para todo público

Por Sergio A. González

La conservación de los ecosistemas marinos no pasa por sólo dedicar tiempo a la investigación científica y publicar en revistas especializadas para denunciar el impacto que genera la actividad humana sobre el ambiente natural. Por nuestros días, cada vez más se consolida una aproximación socio-ecológica que reúne a quienes se dedican a estudiar los sistemas naturales, los sistemas sociales y su integración. Uno de las herramientas asociadas a esta aproximación es el manejo del ambiente basado en ecosistemas, que se inspira en el funcionamiento de los ecosistemas naturales que integran a diversos organismos que interactúan entre sí, para intentar integrar a todo los “actores” interesados e involucrados para manejar el ambiente. Una de las principales causas del deterioro ambiental son las formas de actuación de las personas,

por lo que se hace necesario estudiar que mueve a las personas y desde esa posición, promover comportamientos amistosos con el medio marino.

Para la conservación de los ecosistemas marinos es clave divulgar los resultados de la investigación científica y educar a todos los usuarios, ya que esto puede colaborar en concienciar y motivar actuaciones favorables al ambiente. En este contexto, la labor de quienes se dedican a la enseñanza de las futuras generaciones cobra gran importancia, algo que quienes se dedican al manejo de ecosistemas naturales deben reconocer y buscar formas de lograr una mayor integración.



Para la conservación de los ecosistemas marinos es clave divulgar los resultados de la investigación científica y educar a todos los usuarios, ya que esto puede colaborar en concienciar y motivar actuaciones favorables al ambiente.

Humedales costeros en Playa Grande de Tongoy (Coquimbo, Chile)

1.1. LA TAREA DE DIVULGAR CIENCIAS DEL MAR

Como lo ha expresado desde tiempo atrás Juan Carlos Castilla, ecólogo marino y Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas 2010: "Chile es mar". Sólo basta mirar un mapa para darse cuenta que el "maritorio" chileno es impresionantemente mucho más grande que nuestro "territorio". El territorio chileno está ligado al mar en toda su geografía. Aunque aún no se tome conciencia de esto, la sociedad chilena posee una fuerte relación con el ambiente marino evidenciada por la gran cantidad de ciudades y pueblos costeros, así como por toda la actividad económica que se mueve en torno a este ambiente. No en vano poseemos más de 6.000 km de costa y unos 3.641.000 km² de superficie marina, lo cual contrasta con los apenas 161.000 km² de superficie terrestre. Esta característica geográfica privilegiada se traduce en importantes ingresos económicos producto de los desembarques pesqueros, la creciente industria de cultivos marinos y las diversas actividades turísticas asociadas.

No obstante, se ha demostrado que a pesar de la importancia que posee el mar para nuestro país, como Sociedad poseemos escasos conocimientos de los procesos naturales y el impacto que ejercemos sobre este ambiente. Al parecer, esto tiene su raíz, básicamente, en la escasa representación del ambiente marino en la educación, la falta de material de apoyo a la docencia, así como en la ausencia de oportunidades de capacitación para quienes se dedican a la formación de las nuevas generaciones. De igual manera, nosotros los que nos dedicamos a la investigación marina tenemos una alta responsabilidad debido a la baja dedicación e interés por acercar esta área del conocimiento a la población, lo que refleja en la pobreza de instancias de articulación y divulgación hacia la sociedad no-científica.

Sondeos que hemos realizado al interior de establecimientos educacionales del norte de Chile evidencian que un alto porcentaje de los estudiantes posee concepciones erradas o incoherentes en cuanto a la sustentabilidad de los recursos marinos, desconoce sus problemáticas, su institucionalidad y el impacto de sus propias acciones sobre este medio. Las respuestas de los profesores no son muy distintas de lo que piensan los alumnos. De igual forma, en un diagnóstico realizado a nivel de educación parvularia en el marco de un proyecto financiado por el programa Explora



Sondeos que hemos realizado al interior de establecimientos educacionales del norte de Chile evidencian que un alto porcentaje de los estudiantes posee concepciones erradas o incoherentes en cuanto a la sustentabilidad de los recursos marinos, desconoce sus problemáticas, su institucionalidad y el impacto de sus propias acciones sobre este medio.

de CONICYT detectamos bajos niveles de conocimiento en las educadoras de párvulos, lo que se agrava en temáticas como alimentación y reproducción de organismos marinos, tipos de ambientes y efectos de la intervención humana sobre el océano. Comparto lo dicho por Mario Quintanilla, especialista en didáctica de las ciencias de la Pontificia Universidad Católica de Chile, "este elevado nivel de desconocimiento requiere urgentemente, dentro del marco del desarrollo sustentable, de un mayor protagonismo de la educación en la conservación del ambiente marino, la que debería tener la intencionalidad de contribuir a generar una cultura marina respetuosa de este medio, su historia y su cultura".



No obstante, a lo largo de varias décadas y con un creciente aumento en los últimos años, hay que reconocer que siempre ha habido un grupo de “quijotes” que han levantado la voz, o en forma anónima, han estado trabajando en la divulgación del conocimiento que generan en sus laboratorios y trabajos de terreno. Por ejemplo, desde su creación oficial, en 1985, el objetivo de la Facultad de Ciencias del Mar (FCM) de la Universidad Católica del Norte ha sido crear, cultivar y difundir el conocimiento de las Ciencias del Mar. Ya por un par de décadas, desde la Facultad de Ciencias del Mar estamos desarrollando acciones de divulgación sistemáticas y permanentes con establecimientos educacionales. En una primera instancia se trabajó con pescadores artesanales y luego, con sus hijos en pequeñas escuelas rurales próximas a la costa. Estas acciones se ampliaron a niños de escuelas urbanas en un programa de educación ambiental y enseñanza de ciencias. Esta experiencia fue apoyada por el programa Explora de CONICYT, resultando en el texto “Un mar de cosas por explorar: Guía para la enseñanza y divulgación de las ciencias del mar” destinado a docentes y alumnos de Enseñanza en el año 2002. Además, se trabajó en el diseño y edición de un texto dirigido a la educación parvularia en el año 2005, centrado en diferentes aspectos de las ciencias del mar, el cual también fue financiado mediante un proyecto presentado al Programa EXPLORA CONICYT. Dicha etapa, respondió a las necesidades ya mencionadas, así como al alto nivel de demanda de conocimiento científico sobre ciencias del mar de educadores que trabajaban en la implementación de las nuevas Bases Curriculares de educación parvularia, lo que fue posteriormente replicado por el Gobierno Regional a través del Fondo Regional de Cultura (GORE Coquimbo) en el año 2007.



Esta experiencia fue apoyada por el programa Explora de CONICYT, resultando en el texto “Un mar de cosas por explorar: Guía para la enseñanza y divulgación de las ciencias del mar” destinado a docentes y alumnos de Enseñanza en el año 2002.



Ese fue el punto de partida. Con el paso de los años y con nacimiento de las Coordinaciones Regionales y Proyectos Asociativos Regional del Programa Explora de CONICYT los escenarios se ampliaron con la creación de programas para Redes de Academias Marinas que han motivado la investigación científica escolar y la capacitación docente en ciencias del mar, la elaboración de material didáctico, así como iniciativas dirigidas al público general, siendo el caso de ciclos de charlas, laboratorios abiertos al público, salidas a terreno, notas periodísticas en muchos formatos en medios de comunicación escritos, web y redes sociales, espacios en radio, entre otros intentos. Recientemente en el 2017, diseñamos de una exposición modular itinerante llamada "Océanos y Sociedad", la cual ha recorrido toda la región y alcanzado a unas 30.000 personas. Poco a poco hemos ido capitalizando experiencia, por lo que hemos iniciado el proceso de comunicar los resultados y aprendizajes logrados en espacios de entrenamiento profesional y publicaciones en revistas científicas, así como en la formación de pregrado, integrando al currículum obligatorio de biólogos marinos e ingenieros en acuicultura de la Universidad un curso de comunicación pública de la ciencia y algunas unidades en cursos como "Ecosistema y Sociedad" y "Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable".

En paralelo y muchas veces en forma articulada, hemos visto otras acciones de divulgación de ciencias del mar, como el caso del programa "Chile es Mar" asociado al Núcleo Milenio Centro de Conservación Marina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, la iniciativa ChileMIO del Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Sur-Austral de CONICYT y la Universidad de Concepción, los Científicos de la Basura de la Universidad Católica del Norte y el Proyecto Asociativo Regional del Programa Explora de CONICYT Región de Valparaíso de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. De igual forma, en los congresos de la Sociedad Chilena de Ciencias del Mar se iniciativas de divulgación muchas veces lideradas por gente joven, las que podrían venir a colocarle más energía a esta faceta de la ciencia.

De acuerdo con algunas declaraciones de la Academia Nacional de Ciencias de Chile sobre



"Conoce de forma entretenida nuestra relación con el mundo marino"



a una serie de medidas para reforzar las ciencias básicas, es necesario “incentivar a la comunidad científica para fortalecer lazos con los medios de comunicación social, e ir más allá de las colaboraciones ocasionales a título personal”. Sin duda, aún se requieren esfuerzos mayores y sistemáticos para que el país adquiera una mayor conciencia del quehacer y de los productos generados por la comunidad científica nacional y el destino final de las inversiones de fondos destinados a ciencia. Pero, en Chile están ocurriendo cambios y muchas esperanzas se han volcado al recientemente creado Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Este es solo un primer gran paso, que obviamente demandará un esfuerzo de todos los involucrados para lograr centralizar las políticas y programas de fomento y desarrollo de la ciencia con miras a incentivar y fortalecer la investigación científica. Se nos vienen muchos desafíos, entre los que destacan la urgencia de incrementar el porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) que destinamos a ciencia, pasando de un presupuesto de un 0,5% (sí... 0,5%!!) hasta al menos un 1%, y además, hacer de la ciencia un impulsor real del desarrollo con objetivos que impacten en la calidad de vida de las personas incluyendo los ámbitos ambientales, económicos y sociales (... y no sólo unas lindas palabras). Pero, no olvidemos que el nuevo Ministerio también gobernará sobre el CONOCIMIENTO, por lo que además de fomentar y facilitar la formación de capital humano avanzado, tendrá la tarea ineludible de desarrollar una cultura científica en la población general. Si esto no se hace, el conocimiento generado producto de la investigación científica seguirá llenando las bibliotecas y no logrará cumplir con el fin que declara de contribuir al desarrollo social, sino por el contrario, podría pasar a contribuir a profundizar las diferencias sociales.

Si bien, cada vez es más urgente crear, desarrollar y fortalecer una cultura científica que valore la relación ciencia y sociedad, y el papel que juega la comunidad científica en la construcción de nuestro país, también es necesario desarrollar una comunidad científica cada vez más reflexiva, permeable y contribuyente a las realidades que suceden más allá de los laboratorios, pues la publicación en una revista de alto impacto y la cantidad de veces que el trabajo es citado, no es suficiente como indicador de impacto.



Aún se requieren esfuerzos mayores y sistemáticos para que el país adquiera una mayor conciencia del quehacer y de los productos generados por la comunidad científica nacional y el destino final de las inversiones de fondos destinados a ciencia.

1.2. DE QUE SE TRATA ESTA GUÍA

El texto "Guía de ecología marina para el mundo escolar" es una actualización de nuestro texto "Un Mar de cosas por Explorar: Guía práctica para la Enseñanza y Divulgación de la Ciencias del Mar" del proyecto del ED5/00/015, financiado por el Programa EXPLORA de CONICYT y editado en el año 2002. Ese fue un trabajo conjunto entre científicos del área marina y del programa de Divulgación Científica y Educación Ambiental (Valoraciencia) de la Universidad Católica del Norte y docentes con especialidad en educación científica del Colegio Bernardo O'Higgins de Coquimbo, el Liceo Gabriela Mistral de la Serena y el Liceo Carmen Rodríguez de Tongoy.

En aquellos años, cada una de las 20 actividades que se presentaron en el texto mencionado fue probada en la práctica por estudiantes de los Establecimientos Educativos participantes, quienes acompañaron a terreno y realizaron los experimentos, contribuyendo con sus opiniones a la reformulación de la Experiencia de Aprendizaje Marino (EAM). En esta versión actual, hemos seleccionado 10 experiencias vinculadas a la ecología marina, pues hemos notado que son los temas que más llaman la atención y que además, tienen proyección para ser el punto de partida para desarrollar investigación científica escolar en ciencias del mar. Entre los contenidos de la guía destacan

las salidas a playas para descubrir las comunidades que viven enterradas en la arena mediante muestreos científicos sencillos. No menos atractiva puede resultar una visita a una costa rocosa para analizar los patrones de distribución de la flora y fauna,



incluyendo picorocos, lapas, caracoles y diversas algas marinas de distintos colores. Por otra parte, ¿qué hay de los organismos que viven bajo las piedras en una playa de bolones? Quizás para otros, resulte más motivador realizar una “cromatografía” para detectar pigmentos fotosintéticos de algas, salir a la costa o el mercado a inspeccionar la talla mínima de captura de especies comerciales, y hasta, montar un museo escolar.

Esperamos que la Guía siga siendo útil para quienes guían las experiencias de aprendizaje, como el caso de docentes de aula y monitores de agrupaciones sociales y quizás guías de turismo científico, pero no hay que olvidar que los protagonistas finales son las niñas, niños y jóvenes en edad escolar, quienes a través de las experiencias de aprendizaje en terreno y laboratorio podrán conocer aspectos significativos de la investigación que se realiza en el campo de las ciencias del mar. Sabemos que las experiencias propuestas han inspirado iniciativas como investigación científica escolar sobre residuos sólidos en las playas realizado por el Colegio Bernardo O'Higgins de Coquimbo que después de resultar seleccionados instancias regionales presentaron resultados en un Congreso Nacional de ciencia escolar, y que luego fueron replicadas tiempo atrás por los “Científicos de la Basura”, iniciativa que ha escalado a niveles regionales, nacionales e internacionales. Quizás cuantas iniciativas más podrán inspirar.

El material preparado apunta a despertar el interés por el trabajo de investigación científica, profundizando en aspectos de las ciencias del mar de un modo sencillo, ya sea mediante actividades prácticas donde quienes desarrollan la experiencia participan activamente en la construcción de su propio conocimiento, así como por el constante planteamiento de preguntas que acompañan a cada actividad. Las Experiencias de Aprendizaje Marino presentadas invitan al planteamiento y desarrollo de investigaciones sencillas vinculadas a problemáticas ecológicas y sociales reales, concretas y pertinentes al contexto donde se encuentra el centro educativo. De la misma manera, cada experiencia plantea diversas alternativas de difusión del conocimiento adquirido por el trabajo práctico, lo que constituye la fase final del proceso de enseñanza-aprendizaje en el modelo constructivista, el cual inspira el material didáctico elaborado.

A la vez, se crean espacios para que los mismos estudiantes y docentes sean agentes divulgadores del conocimiento vinculado a las ciencias del mar.

1.3. CÓMO USAR LA GUÍA

Si bien estamos apuntando al estudiante como usuario final de la Guía... paradójicamente, elaboramos este texto para quienes estarán a cargo de orientar el desarrollo del proceso educativo. Pero, nada extraño cuando reconocemos la necesaria y valiosa labor mediadora que realiza el docente. Atendiendo esto, en cada Experiencias de Aprendizaje Marino encontrará un resumen de los contenidos precisos que estimamos se requieren para ampliar y profundizar en el tema de la experiencia, siendo clave que quién esté a cargo de la experiencia pueda leerlas previamente al desarrollo de las actividades. Además, se presentan los resultados de aprendizaje esperados, se describe que es lo que se espera



En esta versión actual, hemos seleccionado 10 experiencias vinculadas a la ecología marina, pues hemos notado que son los temas que más llaman la atención y que además, tienen proyección para ser el punto de partida para desarrollar investigación científica escolar en ciencias del mar.

realicen los participantes de la experiencia y se da una serie de sugerencias para mejorar la calidad de la experiencia, incluyendo los materiales que se requieren. Por último, se ofrecen sugerencias para llevar adelante el proceso evaluativo, principalmente enfocado en la reflexión y la metacognición. Por último se ofrecen sugerencias de cómo generar actividades de profundización donde los equipos participantes pudieran iniciar proyectos de investigación científica escolar centrados en la temática marina conducente a la participación en ferias y congresos de ciencia escolar. En suma, ofrecemos muchas sugerencias para ampliar el “horizonte marino”, así como despertar la creatividad y la innovación en quienes tienen a cargo la formación académica de las niñas, niños y jóvenes.

Aunque con la información entregada es factible diseñar y secuenciar sus propias experiencias de aprendizaje, ponemos a disposición de todos una serie de “Guías del Estudiante” completas y de rápida aplicación, que se pueden descargar del sitio de la Sociedad de Profesores de Ciencia y Tecnología del PAR Explora de CONICYT Coquimbo: www.explora.cl/coquimbo Le invitamos a descargar el material libremente.

Un alcance: aunque la “Guía del estudiante” está diseñada para que sea desarrollada en forma autónoma por grupos de escolares conformados en equipos de trabajo, de todas formas los aprendizajes pudieran ser más amplios y profundos con la mediación de un especialista a cargo de la experiencia. Las experiencias de aprendizaje han sido diseñadas basándose en un ciclo de aprendizaje constructivista de 4 fases:

Iniciamos el ciclo con una **Fase de Exploración** buscamos activar y explicitar los conocimientos previos, así como generar cuestionamientos o plantear desafíos para generar el “conflicto cognitivo” en los integrantes del equipo de trabajo. Algo que mejora los niveles de aprendizaje es darle significado a la experiencia declarando el objetivo de la experiencia y que es lo que se hará, es decir, cuál será la “ruta de aprendizaje”. En el caso de las “Guías del Estudiante”, en su introducción ofrecemos preguntas y declaraciones que colaboran al respecto.

Continuamos con la aproximación a los nuevos conocimientos en la **Fase de Introducción**, sea mediante el diálogo, presentaciones



Aunque con la información entregada es factible diseñar y secuenciar sus propias experiencias de aprendizaje, colocamos a disposición de todos una serie de “Guías del Estudiante” completas y de rápida aplicación, que se pueden descargar del sitio de la Sociedad de Profesores de Ciencia y Tecnología del PAR Explora de CONICYT Coquimbo:



Le invitamos a descargar el material libremente.



Estudiantes de enseñanza media en la costa de la Pampilla de Coquimbo evaluando las experiencias de aprendizaje

digitales, lecturas guiadas, análisis de información de sitios web, entre otras, para facilitar la asimilación. Luego, en la lógica de contribuir al proceso de acomodación y de organización de los esquemas mentales de los estudiantes, en la **Fase de Estructuración**, invitamos a cada participante a desarrollar su labor en pequeños equipos de trabajo para el desarrollo de productos usando el nuevo conocimiento, sean mapas conceptuales y mentales, comics, afiches, dípticos de difusión, póster, presentaciones, propuestas, proyectos, entre muchos otros. Los resultados de cada equipo deben ser socializados en un plenario, haciendo contrastes y complementando los resultados de cada equipo. Así motivamos un aprendizaje social y mediamos, como "expertos" para llevarlo a mayores niveles de aprendizaje. En las "Guías del Estudiante" hemos considerado lo anterior, pero no hemos hecho una marcada distinción entre estas dos fases. Nuestra aproximación incluye una serie de actividades progresivas que introducen al estudiante en los contenidos, luego los profundizan y amplían, siempre acompañados de preguntas de análisis y reflexión que esperamos contribuyan a mejorar los niveles de aprendizaje.

Finalmente, aunque reconocemos que el ciclo se cerrará cuando apliquen los nuevos conocimientos en otros contextos, en la **Fase de Aplicación**, reflexionamos sobre los conocimientos aprendidos, proyectamos sus aplicaciones reales y su relación con otros contenidos respetando el principio de trascendencia de la mediación. Las "Guías del Estudiante" finalizan con una sección que invita al análisis y a la reflexión para llegar a las conclusiones de la experiencia en torno a las preguntas que se plantean las que se pueden responder en equipo y consignar las respuestas en un informe tipo manuscrito de investigación científica. Además, se sugieren actividades de proyección y continuidad, como el caso de proyectos de investigación científica escolar o muestras científicas escolares, que ofrecen nuevos escenarios para la aplicación del conocimiento desarrollado con la experiencia.

De esta manera, cada docente que se motive a abrir una ventana a las ciencias del mar de quienes tiene a su cargo, tendrá la responsabilidad de prepararse previamente leyendo la experiencia de aprendizaje, descargando la "Guía del Estudiante", preparando los materiales, programando el día de la salida y armando la mochila con traje de baño y zapatillas para la playa!



Cada docente que se motive a abrir una ventana a las ciencias del mar de quienes tiene a su cargo, tendrá la responsabilidad de prepararse previamente leyendo la experiencia de aprendizaje, descargando la "Guía del Estudiante", preparando los materiales, programando el día de la salida y armando la mochila con traje de baño y zapatillas para la playa!



EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE SOBRE EL ECOSISTEMA MARINO

Presentamos 10 experiencias de aprendizaje orientadas a diferentes aspectos del área de la ecología marina. Con el aporte de contenidos y las sugerencias de actividades entregadas, estamos seguros que con la creatividad de todos ustedes que se dedican a la formación de niñas, niños y jóvenes podrán planificar muchas alternativas diferentes para transmitir la complejidad del ecosistema marino y la necesidad de su conservación. Esta es una invitación a colaborar en la tarea de crear una cultura marina, respetuosa de este medio, su historia y su cultura.

Para realizar las experiencias le invitamos a descargar las Guías del Estudiante en el sitio:

www.explora.cl/coquimbo



Un estado de mar "calma" - como un espejo - es un espectáculo asociado a bahías protegidas del oleaje.

1

EXPERIENCIA

¿CÓMO ESTÁ EL MAR ESTE DÍA?

Elementos como la temperatura, la humedad del aire, la lluvia, la velocidad del viento, la exposición al sol, entre otros, determinan las condiciones meteorológicas de un lugar. Para medir estas condiciones los meteorólogos utilizan estándares y códigos. Esta es una actividad en terreno que acerca a los estudiantes a los códigos usados por los científicos para determinar algunas condiciones ambientales.

Por Carla Förster M. y Sergio A. González



El Servicio Meteorológico de la Armada de Chile
monitorea diariamente las condiciones del mar.

PXHERE.COM CC0



OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Determinar el estado del tiempo, nubosidad, viento y estado del mar utilizando códigos meteorológicos.
- Comprender la importancia de la utilización de estandarizaciones en las mediciones científicas.
- Reconocer cómo influyen las condiciones ambientales en la vida de los organismos del intermareal.

Además se espera que la experiencia pueda incentivar en los alumnos la observación del ambiente que los rodea.



SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Esta actividad corresponde a una salida a terreno, por lo que es recomendable advertir a cada estudiante que debe tener cuidado al caminar por las rocas pues podrían resbalar. Por lo tanto, es mejor que lleven zapatos adecuados y ropa de recambio ya que puedan mojarse. Para las actividades sólo necesitan contar con una ejemplar de la “Guía del Estudiante”, un cuaderno y un lápiz. Sería bueno asociar esta actividad a algún contenido del currículo y reforzar previamente algunos conceptos o hacer relaciones con otras materias en una clase posterior.

Es importante recalcar la necesidad de utilización de estándares en el trabajo científico para evitar que los datos obtenidos mediante observaciones directas sean subjetivos, de tal forma que visualicen la importancia del uso de códigos estandarizados como un “lenguaje universal”, no sólo en el ámbito de la meteorología sino en todas las áreas científicas, como por ejemplo las unidades de medida y los nombres científicos. Esto permite que especialistas en todas partes del mundo, de diferentes disciplinas y a través del tiempo, se aseguren de que estén hablando de lo mismo cuando describen algo.

Sugerimos reforzar materias como presión atmosférica, formación de nubes entre otros, a medida que van haciendo las actividades, ayudando a cada estudiante a enfocar sus respuestas en el tema que estén ejecutando.

Al comienzo de la “Guía del Estudiante” hay algunas preguntas de diagnóstico, además sugerimos otras preguntas: ¿Cómo se forman las nubes?, ¿qué es la meteorología?, ¿cómo se genera el viento?, ¿qué relación puede existir entre el clima y los océanos?, ¿de qué depende el estado del mar?



CONTENIDOS

¿TIEMPO O CLIMA?

Para empezar hay que hacer una distinción entre estas palabras. El clima está definido como las condiciones meteorológicas características o prevalentes de un lugar o región. En contraste, el tiempo es el estado de la atmósfera en un momento determinado, es decir, hay que diferenciar entre el estado del tiempo y el “estado promedio del tiempo” o Clima.

¿QUÉ ES LA METEOROLOGÍA?

Es la ciencia que estudia el estado de la atmósfera y las variaciones que ésta presenta. Como toda ciencia, requiere datos exactos que expresen las condiciones generales del lugar en el que fueron tomados. Para suprimir o minimizar cualquier apreciación subjetiva de estos datos, se utilizan códigos estandarizados, los cuales permiten comparar observaciones hechas por distintas personas de forma objetiva. Existen distintos códigos para determinar, entre otros, el estado del tiempo, el tipo y cantidad de nubes, la velocidad y dirección del viento.

¿QUÉ RELACIÓN EXISTE ENTRE EL CLIMA Y LOS OCEANOS?

Casi el 71% de la superficie de la tierra está cubierta por los océanos, por lo que el contacto de la atmósfera y la hidrosfera es bastante extenso. El agua conserva más el calor que la tierra; es más lenta para calentarse y también más lenta para perder





Casi el **71%** de la superficie de la tierra está cubierta por los océanos, por lo que el contacto de la atmósfera y la hidrósfera es bastante extenso.

el calor, ejerciendo una influencia moderadora de la temperatura del planeta, y da mayor estabilidad climática a las regiones marítimas. La distancia “tierra adentro” hasta la que alcanza la influencia del mar en los continentes depende de la dirección predominante del viento y de la facilidad o dificultad que presente el relieve terrestre para el paso del aire procedente del océano.

¿QUÉ FACTORES Y ELEMENTOS DETERMINAN EL CLIMA DE UN LUGAR?

Hay una serie de elementos que influyen en el clima, como la temperatura, la humedad del aire, la lluvia, la velocidad del viento, la duración a la exposición al sol, entre otros. Estos elementos son resultantes de la acción recíproca de diversos factores como la latitud, la dirección del viento, la distancia al mar, la vegetación, y muchos más.

¿QUÉ SON LAS NUBES?

Las nubes son simplemente vapor de agua condensado. Cuando el aire se enfría, el punto de saturación del vapor de agua baja, condensándose y formando las nubes. Cuando hace frío y respiramos, nuestro aliento forma una pequeña nube. La nubosidad es una de las características de los climas marinos y constituye una de las causas que mantienen uniforme la temperatura en dichos climas, ya que durante el día impide la radiación solar y durante la noche la radiación terrestre.

¿CÓMO SE MIDE LA NUBOSIDAD?

La nubosidad generalmente se mide en porcentaje o décimas partes del cielo que aparece cubierto por nubes. Para esto, imaginariamente, se divide el cielo que está sobre nosotros en diez partes, y se cuenta cuantas partes están cubiertas por nubes. Al observar, no se debe ver ni tierra ni mar, solo cielo.

¿QUÉ EFECTOS TIENE LA NUBOSIDAD EN LA VIDA MARINA?

Las nubes interfieren con la luz solar en mayor o menor grado, por lo que la temperatura y luminosidad a la cual están expuestos los organismos es menor que si el día estuviese despejado. Esto tiene gran importancia para los organismos del intermareal,

ya que tanto animales como algas se desecan menos cuando baja la marea y pueden soportar mejor la llegada del agua en la próxima marea alta.

¿QUÉ ES LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA?

Nosotros vivimos en el fondo de un océano invisible de aire (la atmósfera), el cual está hecho de una mezcla de gases. La fuerza de gravedad hace que la atmósfera ejerza una presión en las cosas inmersas en ella, llamada presión atmosférica. Los cambios en la presión atmosférica ejercen una fuerte influencia en lo que llamamos tiempo, pues las diferencias de presión hacen que la masa de aire se desplace de un lugar a otro.

¿CÓMO SE GENERA EL VIENTO?

No toda la atmósfera terrestre tiene la misma presión atmosférica, hay zonas de alta y de baja presión las cuales presentan distintas densidades lo que genera un flujo de aire desde zonas de alta presión a zona de presión más baja, este flujo es lo que denominamos viento.

Sin embargo, los vientos están fuertemente influenciados por la rotación de la tierra, si la tierra no rotara, el aire caliente se desplazaría desde el ecuador hacia los polos a una gran altura y retornar, aire frío desde los polos en alturas cercanas a la superficie. Sin embargo, esto no ocurre. Debido a la diferencia de la velocidad de rotación que existe en las distintas latitudes, los vientos se desvían a favor de las manecillas del reloj en el hemisferio norte y en contra en el hemisferio sur, lo que genera irregularidades en la atmósfera y por tanto, en la presión atmosférica.

¿CÓMO SE MIDE EL VIENTO?

Hay dos componentes del viento que deben ser consideradas: la velocidad y la dirección del viento.

Par medir la velocidad se usa un instrumento llamado anemómetro, que mide la velocidad en kilómetros por hora o metros por segundo. Otra forma es a través de la “Escala de Beaufort” que estima la velocidad según sus efectos sobre el mar y la tierra (Se puede encontrar esta Tabla en la Guía del Estudiante).



Hay una serie de elementos que influyen en el clima, como la temperatura, la humedad del aire, la lluvia, la velocidad del viento, la duración a la exposición al sol, entre otros.

La dirección del viento se designa según los puntos cardinales desde los cuales soplan, por lo que para saber la dirección basta con levantar un pañuelo u observar hacia donde se mueven las olas o árboles alrededor. Cuando el viento sopla con fuerza 6 o más, en la Escala de Beaufort, la dirección del viento puede ser estimada por las líneas de espuma que se forman en la superficie del mar.

¿QUÉ EFECTOS TIENE EL VIENTO SOBRE LA VIDA DE LOS ORGANISMOS DE LA ORILLA?

Los efectos del viento a menudo son dañinos tanto para las algas como para los animales, ya que al quedar expuestos en la zona intermareal, el viento contribuye a una evaporación acelerada, desecándolos tanto como el calor extremo. Además, el oleaje depende directamente del viento, por lo que si este sopla con fuerza, el choque de las olas contra la costa puede desprender a los organismos que se encuentren allí.

¿DE QUÉ DEPENDE EL ESTADO DEL MAR?

Depende principalmente de las condiciones ambientales tales como el viento y en la costa de la marea. Estos factores determinan la distribución de los organismos en la costa, ya que dependiendo de sus adaptaciones se encontraran en la zona intermareal, expuestos al oleaje o en zonas protegidas, como grietas o pozas.

¿QUÉ ES EL NIÑO?

Se conoce como El Niño al desplazamiento de aguas cálidas desde el ecuador a la costa occidental de América del Sur, durante el verano del Hemisferio Sur. Se presenta con intervalos de 2 a 7 años.

¿CÓMO SE PRODUCE EL NIÑO?

Durante un año normal, los vientos alisios soplan en el Océano Pacífico, arrastrando el agua cálida del ecuador hacia el oeste, alejándola de la costa de Sudamérica que se caracteriza por aguas frías y las bajas precipitaciones. Cuando se produce el evento de El Niño, se altera la presión atmosférica en zonas muy distantes entre sí, los vientos alisios se hacen débiles o hasta se

invierten, así las aguas frías de la corriente de Humboldt que van hacia el Oeste, se debilitan, favoreciendo el transporte de aguas cálidas hacia la costa de América del Sur. Con esto se genera un desplazamiento anormal hacia el sur, muy superficial, de aguas de alta temperatura y bajas salinidades.

En años normales las aguas cálidas alcanzan hasta los 14° S no sobrepasando las costas peruanas. No obstante, durante períodos con El Niño, estas aguas pueden desplazarse alcanzando hasta los 30° o 40° S (aproximadamente a la altura de Concepción).

¿QUÉ EFECTOS TIENE EL EVENTO DE EL NIÑO SOBRE EL CLIMA?

En Sudamérica se producen fuertes precipitaciones que superan entre 3 y 10 veces los promedios normales, produciendo enormes desastres como aluviones, derrumbes e inundaciones, mientras que en zonas normalmente lluviosas se producen grandes sequías y la vegetación se seca, incrementándose la probabilidad de incendios. Sin duda este evento es un factor de inestabilidad climática que afecta más fuertemente y con mayor frecuencia, a las regiones costeras del norte de Chile. La frecuencia, severidad y el límite sur hasta donde se extiende la influencia de este fenómeno varían de una manera que aún resulta impredecible.





"La gran ola de Kanagawa" del artista japonés Katsushika Hukosai publicada entre el 1830 y 1833.

Wikipedia CC

NORMAL**EL NIÑO****¿QUÉ EFECTOS TIENE EL NIÑO SOBRE LOS ORGANISMOS MARINOS?**

El mayor impacto para los organismos marinos se produce por el debilitamiento de la surgencia costera, proceso oceanográfico característico de las costas de Chile y Perú. Este afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes sostiene la trama trófica característica de la zona norte de Chile y Perú. Al debilitarse o desaparecer la surgencia, los peces como la anchoveta migran a otras zonas y las aves como pelícanos, pingüinos de Humboldt y patos guanay, así como lobos marinos no tienen de que alimentarse generándose grandes mortandades que finalmente varan en las playas. Los organismos que no pueden migrar, el caso de algas, moluscos y crustáceos y que no son capaces de adaptarse a los cambios de temperatura y salinidad del agua, mueren. Es muy común encontrar roqueríos sin organismos cuando hay evento de El Niño.

Pero no todos los efectos son negativos, el ostión, por ejemplo, se ve favorecido con estas condiciones ambientales, aumentando en más de tres veces su abundancia normal. Además bulbos y semillas de flores en el desierto germinan gracias al aumento de lluvias, dando origen al tan conocido "desierto florido".

**DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA**

Además de la "Guía del Estudiante", para esta actividad, sólo necesitan lápiz y cuaderno para tomar apuntes.

Actividad 1: Estado del tiempo

El **objetivo** de esta actividad es que todos los estudiantes determinen el estado del tiempo a través del uso de códigos estandarizados. Para esto determinarán el estado del tiempo usando una tabla universal con diferentes estados y códigos.

Sugerencias: Esta actividad es muy simple y requiere muy poco tiempo.

Actividad 2: Nubosidad

El **objetivo** de esta actividad es que determinen el nivel de nubosidad a través del uso de códigos. Similar a la actividad anterior determinarán por observación directa la nubosidad del día usando una tabla estandarizada con diferentes niveles de nubosidad.



Sugerencias: Para esta actividad se debe explicar a los integrantes del equipo de trabajo que la división del cielo es imaginaria, y que es importante que no vean ni mar ni cerros cuando determinen la nubosidad. Igual que la actividad anterior no debería demorar más de 15 minutos.

ACTIVIDAD 3: ESTADO DEL MAR

El **objetivo** de esta actividad es que el equipo determine el estado del mar a través del uso de códigos estandarizados utilizados por la Armada de Chile conocida como Escala de Douglas. En este caso, el estado en que se encuentra el mar se determinará por observación directa usando una tabla provista en la "Guía del Estudiante", la que ofrece diferentes estados del mar considerando altura de las olas, características del mar y el nombre de dicho estado. Por ejemplo: "Mar llana" cuando las olas no superan los 10 cm de altura y el mar presenta un aspecto de escamas.

Sugerencias: En esta actividad se debe tener la precaución de explicar a cada estudiantes que no miren muy cerca de la orilla, porque su determinación va a estar influenciada por el efecto de la costa. Deben mirar un punto a cierta distancia de la orilla. La observación del golpe de la ola en la orilla, no sirve.

ACTIVIDAD 4: VIENTOS

El **objetivo** de esta actividad es que todos los participantes determinen la velocidad del viento a través de la Escala de Beaufort y la dirección de éste. En la misma lógica de las actividades anteriores, por observación directa y uso de una tabla con la descripción del efecto del viento sobre el mar y la tierra, se puede definir su estado y "estimar" un rango de velocidad del viento.

Sugerencias: Aunque esta actividad es muy simple, algunos estudiantes pueden tener problemas con algunas de las descripciones de los efectos del viento, es bueno estar atento a eso.

ACTIVIDAD 5: EFECTOS SOBRE LA BIOTA

El **objetivo** de esta actividad es cada estudiante analice el efecto que tienen las condiciones ambientales en los organismos que viven en ese lugar. Una vez que hayan evaluado el tiempo se espera que observen y reflexionen sobre los efectos de los factores físicos a una micro-escala, comparando la biota presente en la cara expuesta al oleaje de una roca versus la cara protegida del oleaje.

Sugerencias: Para esta actividad refuerza la advertencia de caminar con cuidado, y no arriesgarse sin necesidad.



EVALUACIÓN

Para evaluar si se cumplieron los objetivos de esta salida, puede motivarlos a responder individualmente las preguntas de diagnóstico planteadas en el encabezamiento de la "Guía del Estudiante". Otra opción es construir nuevas preguntas relacionadas a qué les gustó de la actividad, qué fue lo que encontraron más difícil y qué cosas nuevas aprendieron en la forma de un proceso metacognitivo. Otra sugerencia es que todos los estudiantes resuman sus resultados en una tabla y elaboren un informe explicando la importancia de usar códigos estandarizados. También pueden discutir si las mediciones hechas con las tablas que usaron son objetivas.



CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Los integrantes del equipo pueden hacer un trabajo de investigación, registrando el estado del tiempo en su localidad durante un período largo.

También se pueden organizar indagaciones sobre el evento de El Niño en relación al clima y a los efectos que tiene en Chile. Pueden preguntar en alguna caleta o en el Servicio Nacional de

Pesca (SERNAPesca) sobre los efectos para el sector pesquero. Cada equipo puede tomar un aspecto distinto y hacer una presentación al resto del curso o preparar un panel informativo para la comunidad escolar.



FUENTES DE INFORMACIÓN

DIRECCIONES DE INTERNET

www.atmosfera.cl

www.meteochile.cl

www.shoa.cl

www.directemar.cl

<http://meteoarmada.directemar.cl>

https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-27019_recurso_pdf.pdf



BIBLIOGRAFÍA

Guzmán, J. M. 1958. Manual de Instrucciones para observaciones oceanográficas. Secretaría de Marina. Servicio de Hidrografía Naval. República Argentina. Buenos aires. 222 pp.

Lehr, P. & W. Burnett. 1975. Weather. A Golden Guide. Golden Press, New York. 160 pp.

Miller, A. 1966. Climatología. Ed. Omega S. A. Barcelona. 379 pp.





La dirección de los vientos se designa según los puntos cardinales desde los cuales soplan, por lo que para saber la dirección basta con levantar un pañuelo u observar hacia donde se mueven las olas o árboles alrededor.

Surfistas en Avenida del Mar (La Serena, Chile).

2

EXPERIENCIA

CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS:

Un problema de conciencia

La acción del hombre sobre el ambiente marino puede manifestarse de diversas maneras. Es así como encontramos distintos focos de contaminación. En esta actividad nos referiremos a la gran variedad de desechos sólidos (plásticos, restos de cigarrillos, botellas, y muchos otros más) que contaminan nuestras playas y en el cómo afectan a quienes habitan allí.

Por Sergio A. González y Carla Förster Marín



2 EXPERIENCIA

CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS: Un problema de conciencia



OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Determinar qué tipo de residuos se encuentran en las playas, su origen.
- Estimar la cantidad de basura presente en una playa de su localidad.
- Proponer medidas para prevenir y/o solucionar esta situación.



SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Al comienzo de la "Guía del Estudiante" ofrecemos algunas preguntas de diagnóstico. Es bueno que el docente explique los conocimientos previos y evalúe el nivel de conocimientos que tienen los estudiantes antes de comenzar la actividad. Con esto, se puede reforzar, en una clase previa a la experiencia, los conceptos que sean necesarios y así obtener el máximo provecho de esta salida a terreno.

Es recomendable que todos los estudiantes utilicen guantes quirúrgicos para revisar la basura que encontrarán en la playa. Siempre será útil hacer hincapié en que tengan cuidado con los vidrios u otros elementos cortantes.



CONTENIDOS

¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN MARINA?

Desde el punto de vista científico existen varias formas de definir este problema y cada nueva teoría aporta su propia definición. Sin embargo, nosotros utilizaremos la siguiente: "La contaminación marina es la introducción humana directa o indirecta, de

sustancias o energía en el medio marino, que produzcan o puedan producir efectos nocivos", que es la definición que hace un grupo de expertos de las Naciones Unidas.

Un dato interesante es que los principales problemas de degradación ambiental y contaminación marina se observan en las bahías. Esto se debe a los múltiples usos que se les da y al carácter protegido que tienen.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES QUE AFECTAN AL AMBIENTE MARINO?

Hidrocarburos: Como el petróleo y sus derivados usado como combustible para los motores de las embarcaciones.

Plaguicidas: Provenientes del sector agrícola y llegan al mar a través de los ríos.

Metales pesados: Los que están presentes en pesticidas, germicidas y fungicidas agrícolas, fábricas de elaboración de metales, e industrias de productos químicos y farmacéuticos.

Residuos industriales y domésticos: Existe una amplia gama de contaminantes que pueden encontrarse en esta categoría. Incluye la contaminación microbiológica, descarga de residuos industriales líquidos (RILes), residuos sólidos y detergentes, principalmente.

De todos estos contaminantes, en esta actividad nos concentraremos en los desechos sólidos que se encuentran en las playas de arena.

¿A QUÉ LLAMAMOS RESIDUOS SÓLIDOS?

Los residuos sólidos corresponden a cualquier objeto hecho por el hombre ya sea de madera, metal, vidrio, goma, tela, papel, plástico u otro material y que se deposita en el ambiente marino como resultado de la actividad humana.



“La contaminación marina es la introducción humana, directa o indirecta, de sustancias o energía en el medio marino, que produzcan o puedan producir efectos nocivos”.

¿DE DÓNDE VIENE LA BASURA?

Dependiendo de los usos que tenga la playa será la cantidad y la clase de basura que se encontrará, así por ejemplo, si es una playa turística, la mayor cantidad de basura corresponderá a cigarrillos, palitos de helado y de fósforos, envoltorios, entre otros. En una playa que tenga asociado centros de cultivo, se pueden encontrar mayor cantidad de desechos, como redes, sogas, boyas de plástico y botellas desechables. Además una gran cantidad de basura - incluyendo múltiples objetos y tipos de plásticos - proviene de las ciudades que descargan los drenajes de aguas lluvias directamente a los ríos o al mar, sin ningún tipo de filtración o tratamiento. En estos drenajes se acumula basura que, luego es arrastrada al mar en la época de lluvia. Otra fuente importante de contaminación de residuos sólidos son los cruceros que producen cerca de 6 toneladas de basura diariamente.

¿CUÁNTO TIEMPO PERMANECE LA BASURA EN LA PLAYA?

Mucha de la basura que se encuentra en las playas puede permanecer allí cientos de años, ya que su degradación es muy lenta. Por ejemplo: una lata de bebida demora entre 200 y 500 años; un chicle, 5 años; los envases plásticos entre 150 y 1.000 años; colilla de cigarro, 1 a 2 años; una hoja de papel, 1 año; un envase de Tetrapack (cartón plastificado y cubierto de aluminio), 30 años; pilas, más de 1.000 años; zapato, 200 años; tapa de botella, 30 años; vidrio, 4.000 años, y así, una larga lista de productos de la actividad humana.

Hay que tener en cuenta que el vidrio y el plástico no se degradan, sólo se desintegran en partículas muy pequeñas. Además, el tiempo de degradación es relativo, ya que puede aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones de humedad y los microorganismos presentes en el suelo. En el caso de la arena de una playa, el tiempo de degradación tiende a ser más extenso.

¿QUÉ EFECTOS TIENE LA BASURA SOBRE LA FAUNA MARINA?

La fauna del lugar se puede ver profundamente afectada, llegando incluso a desaparecer. En el caso de los plásticos, estos se fraccionan en "microplásticos" es decir trozos de plástico microscópico, que pueden ser consumidos por animales marinos

y luego, por el humano, aun desconociéndose todos los efectos que esto produce a la salud. Los organismos marinos ingieren estos residuos provocándoles obstrucciones intestinales y la muerte. Muchas aves quedan atrapadas en los plásticos y cuerdas, ocasionándoles laceraciones y estrangulamientos. Las gaviotas, por ejemplo, comen las bolitas de plástico como si fueran huevos de peces, incluso alimentan a sus crías, provocando daños ecológicos de consideraciones. Los lobos marinos y los peces se enredan y a medida que crecen se va produciendo una estrangulación hasta la muerte. En general, las basuras de la playa provocan un gran impacto en la fauna, ya que esta gasta energía en ingerir cosas que no son alimento, en liberarse de las "trampas" de basura, lo que los debilita hasta enfermarlos y morir.

¿CÓMO SE PUEDEN ENFRENTAR ESTOS PROBLEMAS?

Las vías de solución del problema se pueden separar en dos:

Normativas y legislativas: La dictación de leyes de protección que limitan la cantidad de contaminantes permitidos de incorporar al ambiente y el control de las actividades humanas, incluyendo multas y otras penas a quienes contaminan. En el caso de Chile, las más importantes son la Ley de Bases del Medio Ambiente N° 19.300 del 1904, una serie de normativas que definen el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental el sistema, así como la Normativa vigente de la Dirección de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR).

Compromiso ciudadano: Esta es la vía más importante y en la cual, la educación, juega un rol fundamental. En países desarrollados, que cuentan con una amplia experiencia en el combate contra la contaminación, es muy importante la Educación Ambiental ya que vincula la naturaleza con la sociedad, buscando formar hábitos en la vida de cada individuo, e incentiva la compatibilidad del sistema económico y el ambiente.





Playa de Totalillo (Coquimbo, Chile).



DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

ACTIVIDAD 1: LO QUE NO VEMOS... ¿O NO QUEREMOS VER?

Esta actividad tiene por **objetivo** estimar cualitativamente, mediante una apreciación a simple vista, la cantidad y tipo de basura que se encuentra en el sector de la playa elegido. En este caso se realizará una breve inspección visual a la playa en forma libre.

Materiales: Sólo se requiere cuaderno y lápiz.

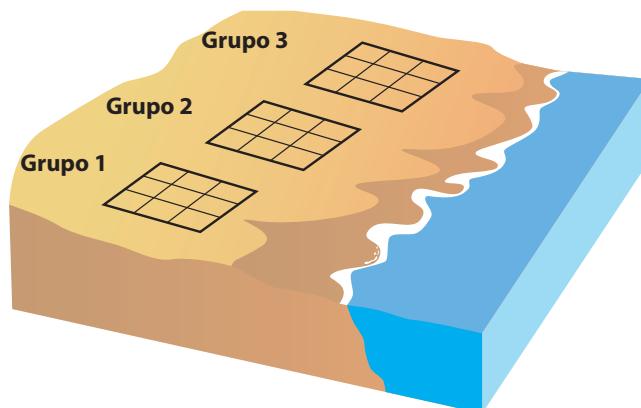
Sugerencias: Esta actividad es corta, no deberían demorarse más de 10 minutos, el docente debe insistir en eso, ya que las otras actividades requieren más tiempo.

ACTIVIDAD 2: ¿CÓMO ESTÁN NUESTRAS PLAYAS?

El **objetivo** de esta actividad es realizar un muestreo para determinar la cantidad, procedencia y tipo de desechos que se encuentran en una playa. Se conformarán equipos de trabajo y luego, la playa se dividirá en tres franjas (alta, media y baja) y en cada una de ellas se definirán 3 cuadrados de 1 m por lado, para luego recoger todos los residuos sólidos presentes en cada cuadrado, los que se guardarán en bolsas etiquetadas para su posterior análisis.

Materiales: Cada equipo necesitará una huincha de medir o una cuerda de 10 metros marcada cada un metro, 9 bolsas plásticas para la recolección de las muestras, balanza con capacidad de pesar en gramos y 1 par de guantes por alumno. Cada estudiante podría disponer de un colador de plástico de unos 15 cm de diámetro, lo que facilitará la colecta de los residuos sólidos.

Sugerencias: Los equipos deben trabajar relativamente separados, para abarcar una zona amplia de la playa. Con los datos que obtengan pueden hacer una extrapolación más exacta de la cantidad de basura que hay en la playa.



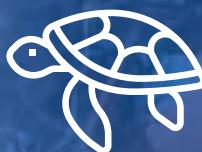
Esquema general del muestreo de playas para evaluar cantidad de residuos sólidos.

Es importante insistir en que todos los integrantes del equipo hagan una revisión a conciencia de la zona de muestreo (área que les tocó revisar) y que deben tener cuidado con los vidrios y metales que les puedan aparecer. El grupo debe organizarse para trabajar rápido de lo contrario, no alcanzará a terminar la actividad.

Si no tienen mucho tiempo para esta actividad, pueden hacer un menor número de muestras por grupo.

En esta etapa se sugiere recalcar que el diseño de muestreo (con niveles y réplicas) es parte esencial en un trabajo científico, permitiendo tener una representación más real de la situación de la playa.





En el caso de los plásticos, estos se fraccionan en “microplásticos” es decir trozos de plástico microscópico, que pueden ser consumidos por animales marinos y luego, por el humano, aún desconociéndose todos los efectos que esto produce a la salud.

ACTIVIDAD 3: CLASIFICANDO LOS RESIDUOS

Objetivo: El objetivo de esta actividad es que el equipo clasifique y cuantifique los residuos sólidos de la playa y analicen sus resultados, mediante la confección de un gráfico de barras. Para esto, los residuos de cada bolsa se separarán de acuerdo a su composición, pudiéndose usar el listado de la tabla sugerida en la “Guía del Estudiante”. Una vez separados, se obtendrá el peso de cada ítem usando una balanza.

Materiales: necesitan una balanza que registre el peso en gramos, cuaderno de apuntes, papel milimetrado, lápiz y regla.

Sugerencia: Masar (“pesar”) puede resultar un poco complejo en la misma playa, por lo que es recomendable que la balanza esté en un lugar plano y estable. Mientras más protegido del viento se trabaje, la medición se hará más rápida y en forma más exacta. No es necesario que cada grupo tenga una balanza, sólo se requiere organización para que no se formen “atochamientos”. El gráfico lo confeccionarán con los datos de la Tabla de la “Guía del Estudiante”. En el eje X va los tipos de basura que encontraron y en el eje Y, el peso. No olvidar uniformar las unidades para todos los ítems y muestras (sea en gr o kg).

ACTIVIDAD 4: ¿CUÁNTA BASURA HAY?

Esta actividad tiene como objetivo que los estudiantes estimen la cantidad de basura que es posible encontrar en una playa. Se requerirá estimar un promedio del peso de cada ítem de basura usando las 3 muestras del mismo nivel. Con esto se obtendrán los valores promedio de los residuos en los niveles alto, medio y bajo para 1 metro cuadrado de playa. Con este dato, y con la superficie de la playa (largo por el ancho) que se puede obtener de un mapa o programas informáticos como “Google Earth”, se extrapola, la cantidad de basura total para la playa mediante “regla de tres simple”.

Materiales: Solo necesitan un cuaderno, lápiz y calculadora.

Sugerencias: Se recomienda que la persona a cargo de la experiencia averigüe la longitud de la playa antes de realizar la actividad. Además, algunos estudiantes suelen tener algunas

dificultades para hacer cálculos, por lo que es importante estar asistiéndolos constantemente. Para tener una aproximación más cercana a la realidad, los alumnos pueden compartir sus datos, haciendo un promedio general por zona, utilizando los datos de todos los grupos.

**EVALUACIÓN**

La sección “saquemos conclusiones” de la “Guía del Estudiante” es una buena instancia para que los estudiantes integren las actividades que han realizado, discutan sus opiniones dentro del grupo y con el resto del curso, refuercen ideas y tomen conciencia de lo importante que es la responsabilidad que tenemos como individuos en la contaminación de nuestras playas. Además, en esta etapa el docente puede hacer preguntas de retroalimentación de la actividad.

**CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Es importante que este tipo de actividades sean difundidas, por ejemplo a través de una exposición de los resultados, o una investigación científica, haciendo un muestreo en otras playas y luego comparándolas, por ejemplo. Si el trabajo se hace rigurosamente, se puede animar al equipo para que lo presenten en algún congreso de Ciencia Escolar. A veces resulta interesante compartir información con la prensa local o enviar cartas a las autoridades. Existen experiencias exitosas basadas en este trabajo, como el caso de los “Científicos de la basura”, la que podrá conocer en el sitio: www.cientificosdelabasura.cl





FUENTES DE INFORMACIÓN

DIRECCIONES INTERNET

<http://www.reciba.org>

<https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-basuras-playas.pdf>

<https://www.tierra.org>

<https://www.coastal.ca.gov/publiced/marinedebris.html>

<http://chilecientifico.com/contaminacion-marina-una-ola-peligrosa/>

<https://oro.home.xs4all.nl/ultramarine/fidalmar2001/08-prevencion.html>



PXHERE.COM CCO

3

EXPERIENCIA

RECURSOS MARINOS:

¿Renovables o inagotables?

Visitando una caleta de pescadores o un terminal pesquero los participantes analizarán la composición de las capturas de recursos marinos de interés comercial, en términos de diversidad y tamaño de extracción. Además tendrán la oportunidad de entrevistar a quienes allí trabajan y obtener más detalles de las especies capturadas. Los datos obtenidos será usada para realizar cálculos estadísticos.

Por Sergio A. González



Bahía de Tongoy (Coquimbo, Chile)
donde conviven pescadores y cultivadores



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

- Conocer los recursos marinos comercializados en su localidad.
- Registrar medidas morfométricas de recursos marinos.
- Sistematizar la información obtenida.
- Reflexionar sobre los problemas relacionados a la extracción de los recursos marinos.



SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Las actividades propuestas permiten la integración de varios áreas del conocimiento, como es el caso de la biología y las matemáticas, lo que pudiera ser aprovechado para realizar un trabajo coordinado con docentes de subsectores distintos. La actividad considera una salida a terreno para levantar datos, por lo que se deberá coordinar con alguna caleta de pescadores o terminal pesquero. Nosotros hemos realizado esta actividad en sectores de la costa donde se evidencian conchales del recurso "loco" y ha funcionado muy bien.

Es importante activar los conocimientos previos de todos los participantes, así como realizar un diagnóstico de conocimientos sobre el tema. En la introducción de la "Guía del estudiante" se sugieren algunas preguntas para estas fase del ciclo de aprendizaje.



CONTENIDOS

El ecosistema marino posee, al igual que en tierra, recursos renovables y no renovables. Los recursos renovables se refieren a los organismos vivos, tanto vegetales como animales. Mientras que los recursos no renovables están representados por

elementos que una vez extraídas no se pueden recuperar, como es el caso de los minerales.

Los recursos de importancia económica vinculados al sector pesquero son todas aquellas especies, animales y vegetales, extraídas con fines comerciales, ya sea para comercialización directa o posterior a cierta elaboración industrial. Estos recursos son consumidos como alimento o se extraen para obtener sustancias comerciales, como el caso de los geles de las algas, los que se usan en diferentes industrias como espesantes.

¿DE DONDE SE OBTIENEN LOS RECURSOS CHILENOS?

Estos recursos se obtienen del mar patrimonial de nuestro país o zona económica exclusiva, que es la zona que comprende la costa desde la línea de más baja marea hasta doscientas millas mar adentro. En un sentido práctico, el Estado de Chile tiene jurisdicción sobre los recursos naturales que se encuentren en esta zona tanto en las aguas, suelo y subsuelo marinos, y puede explorar, explotar y conservar los recursos que en ella se encuentren. Desde hace un tiempo atrás, se han entregado los derechos de uso de los recursos marinos a comunidades de pescadores artesanales en área específicas, conocidas como Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Marinos Bentónicos (AMERB). Otro caso son las Áreas de Acuicultura, donde un particular recibe en concesión una fracción de agua y fondo marino para cultivar organismos marinos.

Ahora bien, desde un punto de vista económico, la posición de nuestro país permite la explotación de diversas especies marinas, las cuales existen gracias a la presencia de la corriente fría de Humboldt y las zonas de surgencias (afloramiento de aguas profundas ricas en nutrientes desde la profundidad del océano). Ambos procesos oceanográficos permiten la existencia de grandes cantidades de fitoplancton, el cual sustenta una gran variedad de especies de importancia comercial.





Los recursos de importancia económica vinculados al sector pesquero son todas aquellas especies, animales y vegetales, extraídas con fines comerciales, ya sea para comercialización directa o posterior a cierta elaboración industrial.

¿QUÉ TIPOS DE PESQUERÍAS EXISTEN?

La extracción de recursos biológicos se ha clasificado en tres tipos de pesquería de acuerdo a la zona donde son explotadas:

(a) Pesquerías Bentónicas

Tiene como especies objetivo aquellos organismos que cuando son adultos viven en el fondo marino y que dependen de él para realizar todas sus actividades, y completar su ciclo de vida. Algunas especies bentónicas de importancia comercial son:

Almejas: ***Venus antiqua***; ***Protothaca thaca***

Culengue: ***Gari solida***

Chorito: ***Mytilus chilensis***

Erizo rojo: ***Loxechinus albus***

Lapa: ***Fissurella spp.***

Loco: ***Concholepas concholepas***

Macha: ***Mesodesma donacium***

Ostión del norte: ***Argopecten purpuratus***

Piure: ***Pyura chilensis***

(b) Pesquerías Pelágicas

Agrupar a los peces que nadan libremente, desarrollando toda sus actividades o ciclo de vida sin depender de las rocas o cualquier otro tipo de fondo marino para su supervivencia. Algunas especies pelágicas extraídas con fines comerciales son:

Anchoveta: ***Engraulis ringens***

Caballa: ***Scomber japonicus peruanus***

Cojinova: ***Seriola lalandi***

Jurel: ***Trachurus murphyi***

Palometa: ***Seriola lalandi***

Pez espada: ***Xiphias gladius***

Sardina española: ***Sardinops sagax***

(c) Pesquerías Demersales

Concentran su captura en aquellos peces o crustáceos que nadan o se desplazan libremente sobre el suelo marino o en zonas cercanas a éste, desarrollando parte importante de sus

actividades, como la reproducción o la alimentación. Algunas de las especies más comunes en esta pesquería son:

Bacalao de profundidad: *dissostichus eleginoides*

Congrio dorado: ***Genypterus blacodes***

Merluza común: ***Merluccius gayi gayi***

Merluza del sur: ***Merluccius australis***

Camarón nailon: ***Heterocarpus reedi***

Langostino amarillo: ***Cervimunida johni***

Lenguado de playa: ***Paralichthys adspersus***

¿A QUIÉN PERTENECEN ESTOS RECURSOS?

Aunque parezca extraño, nadie es dueño de los océanos, ni de los peces, crustáceos o moluscos que viven en ellos. Los recursos marinos naturales son por tanto bienes de uso comunitario, es decir, nos pertenecen a todos. Lo cual plantea una compleja paradoja: "lo que es de todos, en el fondo, no es de nadie" y ¿quién se preocupa de proteger lo que no siente como propio?

Por ello, muchos de los patrones de los barcos pesqueros, y hasta en muchos casos (no en todos y cada vez menos) los pescadores artesanales prestan poca atención a la conservación, no tienen incentivos adecuados que les hagan limitar sus capturas, aún cuando el resultado supondría asegurar su trabajo en el futuro. Como los recursos marinos pertenecen a todos, el pensamiento de quienes los explotan, es que el beneficio de conservar el recurso será mínimo ya que otro sacará lo que el está dejando para después. Bajo esta premisa, dará más beneficio económico sacar todo lo que se pueda ahora, antes que otro lo haga.

Es evidente que, si el volumen de explotación de un recurso aumenta sin control, en un tiempo corto, este recurso estará en peligro de sobreexplotación. Por otra parte, muchas pesquerías industriales son poco selectivas, es decir capturan individuos de todos los tamaños, agravando el problema, pues estos individuos por lo general, no alcanzan a reproducirse. Más aun, muchas pesquerías capturan especies de todos los tipos, por lo que muchas que no son de interés comercial son atrapadas y luego, de muertas son descartadas en el mar. Basta mirar las estadísticas mundiales para darse cuenta que la mayoría de los recursos marinos están en estado de sobreexplotación.



Es evidente que, si el volumen de explotación de un recurso aumenta sin control, en un tiempo corto, este recurso estará en peligro de sobreexplotación. Por otra parte, muchas pesquerías industriales son poco selectivas, es decir capturan individuos de todos los tamaños, agravando el problema, pues estos individuos por lo general, no alcanzan a reproducirse.

"Camarones al pil pil", es decir sazonados con ajo.

Por eso, aunque los recursos sean renovables, es necesario establecer normas para regular su explotación y conservarlos para el futuro... pues, bajo una presión de explotación muy fuerte, se pueden considerar como no renovables.

¿QUÉ MEDIDAS DE REGULACIÓN SE PUEDEN TOMAR?

La sobreexplotación a que son sometidos los recursos marinos se perfila como uno de los problemas más graves que padecen los océanos. Por esto, con el fin de impedir el agotamiento de éstos, el Estado ha establecido regulaciones o restricciones para su extracción basándose en la investigación científica realizada por biólogos pesqueros y marinos, como son:

Vedas: son medidas de administración pesquera que restringen el período de captura de determinadas especies. Existen dos tipos de vedas, biológica reproductiva y extractiva.

Veda biológica reproductiva: Establece que durante la época de reproducción de la especie está prohibida su extracción y tiene el objetivo de proteger etapas y procesos reproductivos.

Veda extractiva: Establece prohibiciones o restricciones de captura y extracción cuando un recurso se ha explotado al punto que quedan pocos individuos. Tiene como objetivo de restaurar la población parental y recuperar la sobrepesca. Un ejemplo es el del "loco", que durante varios años estuvo prohibida su extracción, y ahora hay cuotas de captura determinadas.

Tallas Mínimas de Captura (TMC): Esta es otra forma de regular las pesquerías, al establecer una medida de captura que impida que los individuos pequeños sean extraídos, asegurando la posibilidad de reproducirse y así mantener la población natural sin riesgo de sobreexplotación.

El problema de estas normas es que dada la baja fiscalización que se puede hacer en el país, dada lo extenso de la costa y la falta de recursos económicos para aumentar la dotación de inspectores, depende en gran medida de la conciencia que tengan quienes trabajan ese recurso y de quienes consumimos dichos recursos. Es decir, si nadie comprara recursos en veda o de baja talla, se acabaría el negocio para quienes los extraen en forma ilegal.

¿QUÉ CONFLICTOS SE GENERAN CON ESTAS NORMATIVAS?

Muchas de las medidas que es necesario imponer para proteger los recursos que están sobreexplotados, implican el cierre parcial o total de una pesquería. Esto genera grandes conflictos sociales y económicos, ya que mucha gente depende de la extracción y venta de estos recursos para subsistir. Además hay grandes disputas entre el sector pesquero artesanal y el industrial, puesto que el primero tiene cuotas mucho menores, y por lo tanto una menor presión sobre el recurso, mientras que los industriales siguen con cuotas altas puesto que de no hacerlo se cierran empresas y eso implica mayor cesantía.

Las decisiones en este campo son extremadamente complejas, ya que por una parte está la protección de los recursos y el manejo adecuado de ellos señalado por los científicos del área marina y ambiental y por otra el factor social y económico que involucra el bienestar de las personas, como lo expresan los políticos. Por eso es que en la actualidad se intenta dar una mirada más global al problema e involucrar a todos los interesados en la toma de decisiones, en algo que llamamos "aproximación basada en ecosistemas". En realidad, imitamos al ecosistema natural que involucra a todos los organismos de la comunidad para funcionar. La paradoja está en que si los recursos no se protegen, en un futuro próximo las pesquerías colapsarán y los problemas sociales aflorarán de la misma forma.

¿QUÉ PASA CON LOS VENDEDORES CLANDESTINOS?

Uno de los mayores problemas con este tipo de extracción ilegal es que no se sabe realmente cuanto se está sacando, lo que hace más difícil hacer un buen manejo de los recursos marinos. Con esto, la información oficial del volumen de captura que se dispone, pasa a ser incompleta, pues no se puede sumar la cantidad de captura ilegal, ya que es desconocida. Por otra parte, La ciudadanía no tiene conciencia del daño que hace al comprarlo, ya que incentiva a los vendedores clandestinos a seguir con el negocio. Si la gente no les comprara, ellos no tendrían razón para seguir sacándolos.

Chile tiene 4.200 Km de costa, lo hace muy complicado y costoso pensar en fiscalizar toda la extensión de nuestro país para hacer que las normas se cumplan. Mientras la gente no tenga





El Estado ha establecido regulaciones o restricciones para la extracción de recursos marinos basándose en la investigación realizada por biólogos pesqueros y marinos.

Mercado en Bahía Tongoy (Chile)

3 EXPERIENCIA

RECURSOS MARINOS: ¿Renovables o inagotables?

conciencia, y siga comprándoles, los recursos marinos van a seguir en peligro. Esta es la enorme importancia que tiene la educación en este sistema.



DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

ACTIVIDAD 1: ¿CUÁNTOS ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL CONOCES TÚ?

El **objetivo** de esta actividad es diagnosticar el nivel de conocimiento que poseen integrantes de los equipos sobre los recursos marinos que son comercializados en su localidad. Para esto, se motivará al equipo a hacer una lista. ¿Qué tan larga resultará?

Materiales: Libreta de apuntes y lápiz.

Sugerencias: Esta actividad no debería demorar más de 10 minutos. No importa que su lista sea incompleta, pues mediante el desarrollo de la actividad la podrán completar.

ACTIVIDAD 2: ¿QUÉ RECURSOS SE EXTRAEN? ¿EN QUE ESTADO SE ENCUENTRAN?

Objetivos: Se espera que los equipos completen su visión de los recursos comercializados al visitar una caleta o terminal pesquero y mediante entrevistas analicen preguntas relacionadas a la propiedad de los recursos y su estado de conservación. Luego de su visita, podrán reflexionar al responder algunas preguntas planteadas en la “Guía del Estudiante”.

Materiales: Similar a la actividad anterior.

Sugerencias: Es importante que la persona a cargo de la experiencia instruya a quienes realizarán las entrevistas sobre la forma en que deben dirigirse a las personas que van a entrevistar y recordarles que esta actividad no debe sobrepasar los 45 minutos. Aunque en la “Guía del Estudiante” se ofrecen preguntas para la entrevista, se pueden preparar otras, pero no olvidando el foco de la actividad.

ACTIVIDAD 3: ¿QUÉ HACEN LOS CIENTÍFICOS PARA PROTEGER LAS ESPECIES COMERCIALES?

El **objetivo** de esta actividad es que generen una tabla de datos a partir de sus propias mediciones de talla de recursos marinos y en forma similar a las usadas en la investigación pesquera. Por esto, en la “Guía del Estudiante” se ofrecen láminas que indican gráficamente que medida tomar.

Materiales: Regla o huincha milimetrada, libreta de apuntes y lápiz.

Sugerencias: Es conveniente explicar la necesidad de realizar mediciones, al menos, en 50 individuos con el fin de lograr una mejor representatividad estadística de la información obtenida. Aunque parezca mucho, quiénes trabajan en biología pesquera deben realizar cientos de mediciones similares, y en reiteradas ocasiones, para asegurar la validez de la información.

ACTIVIDAD 4: ¿CÓMO PODEMOS GRAFICAR NUESTROS DATOS?

Objetivo: Se espera contribuir a desarrollar la habilidad de los participantes por organizar y analizar la información obtenida en terreno mediante la confección de una tabla de frecuencia y gráfica. Además, la actividad pretende acercar al estudiante al trabajo científico, mediante la toma de datos, procesamiento, comparación con datos publicados y análisis. Para lograr lo anterior, en la “Guía del Estudiante” se explica mediante un “paso a paso” los cálculos que se requieren hacer para definir intervalos de talla y luego, elaborar las frecuencias de tallas para elaborar la gráfica.

Materiales: Calculadora, regla, papel milimetrado, libreta de apuntes y lápiz.

Sugerencia: Se recomienda la ayuda de la persona a cargo de la experiencia para la confección de las Tablas de Frecuencia, pues la definición de clases o intervalos de tamaño, pudiera ser algo árida. Sugerimos contar con la información sobre las tallas mínimas de captura (TMC) al momento de realizar esta actividad. Esto se encuentra fácilmente en el sitio Internet del Servicio Nacional de Pesca SERNAPesca (www.sernapesca.cl) o en cualquiera de sus oficinas.





Chile tiene 4.200 km de costa, lo hace muy complicado y costoso pensar en fiscalizar toda la extensión de nuestro país para hacer que las normas se cumplan. Mientras la gente no tenga conciencia, y siga comprándoles, los recursos marinos van a seguir en peligro. Esta es la enorme importancia que tiene la educación en este sistema.

Avenida del Mar (La Serena, Chile).



EVALUACIÓN

Las actividades 1 a 3 nos dan la oportunidad para evaluar el interés y responsabilidad de los diferentes integrantes de los equipos de trabajo. La Actividad 4, con la confección del gráfico y el análisis del mismo, ofrece la oportunidad al docente de calificar la actividad, analizando los procedimientos y las conclusiones entregadas por el equipo. Las preguntas de la sección "Saquemos conclusiones" permiten evaluar el entendimiento que el equipo logró sobre la actividad y la capacidad de relacionar conceptos, pues dichas preguntas integran la información tratada.



CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

En la "Guía del Estudiante" se sugiere la posibilidad de realizar alguna investigación en terreno de mayor alcance que la realizada en esta actividad. Los resultados de las propuestas ofrecen un buen sustrato para presentar los resultados en algún evento relacionado a ciencia escolar, como las Ferias y Congreso organizados por el Programa Explora de CONICYT.

Utilizando los Anuarios Estadísticos que cada año son editados por la Subsecretaría de Pesca (estos se encuentran disponibles en SERNAPesca), es posible hacer un seguimiento de la extracción de algunos recursos en el tiempo. Por ejemplo, se podría graficar y analizar la extracción del recurso "loco" desde 1980 en adelante, y en base a esto proyectar posibles efectos que la historia de esta pesquería puede haber tenido en la vida de los pescadores.



FUENTES DE INFORMACIÓN

DIRECCIONES INTERNET

Recursos pesqueros en Chile
http://www.euv.cl/archivos_pdf/Recursos.pdf
<http://www.ifop.cl>
<http://chileesmar.cl/mar/>

Vedas: Servicio Nacional de Pesca
www.sernapesca.cl

Estado de recursos chilenos: Subsecretaría de Pesca
www.subpesca.cl

Situación mundial de recursos marinos (FAO)
<http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/es/>

Conservación
<http://portal.mma.gob.cl/>
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2012000300002

http://www.curriculumnacional.cl/614/articles-30086_recurso_pauta_pdf.pdf





Mercado Bahía (Tongoy, Chile).

4

EXPERIENCIA

DIVERSIDAD
BIOLÓGICA
MARINA:¿Cómo la miden
los científicos?

La noción de diversidad no es nueva. Desde hace mucho tiempo los científicos han distinguido entre comunidades pobres y dominadas por unas pocas especies y, comunidades ricas en especies, donde casi no se puede determinar si existe alguna especie dominante. No obstante, en ciencia no basta con eso, más bien debemos tener una medida cuantitativa de la expresión de los fenómenos naturales. En el campo del ambiente marino, el intermareal de costa rocosa ofrece condiciones privilegiadas para trabajos relacionados a diversidad, tanto por el gradiente que muestra en relación a la humedad, la variedad de microambientes, así como la posibilidad de observar directamente la fauna sobre las rocas. Pero, ¿cómo podemos hacer para decidir que un ambiente es más diverso que otro?. Esta guía entrega los procedimientos necesarios, los que una vez aprendidos, no se limitan al intermareal, si no que pueden ser útiles para una infinidad de ambientes y situaciones de aprendizaje.

Por Sergio A. González



Las costas rocosas son reconocidas por la alta diversidad de organismos marinos que albergan.



OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

• Comprender los conceptos y principios ecológicos de Abundancia relativa, Riqueza de especies y Diversidad mediante la toma de datos en terreno y análisis numérico para calcular un índice ecológico.



SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Se recomienda realizar alguna actividad para activar los conocimientos previos y de diagnóstico con el fin de evaluar posteriormente el progreso de los estudiantes. Basándose en estos, quizás sea necesario ofrecer una pequeña clase con los conceptos teóricos. Al comienzo de la "Guía del Estudiante", se plantea un problema que pudiera servir como actividad de diagnóstico. Como realizarán cálculos matemáticos, creemos es una buena oportunidad para articular entre diferentes sectores del currículum escolar. Esta actividad requiere de marea baja por lo que deberá programarse con antelación. Una buena marea tendrá una altura inferior a 0,5 m. Los estudiantes deben llevar ropa y calzado adecuado para el trabajo en las rocas.



CONTENIDOS

¿QUÉ ES LA DIVERSIDAD?

Cuando hablamos de diversidad de la vida o "Biodiversidad" nos referimos a toda la variedad de vida en la Tierra. Puede abordarse de tres maneras: como variedad de ecosistemas, variedad de especies y como variedad de genes.

Variedad de ecosistemas: Es la variedad de comunidades de organismos que existen en determinadas regiones; incluye la

variedad de hábitats, de especies que los componen y de procesos ecológicos que ocurren.

Variedad de especies: Se refiere al número de especies diferentes que hay en una área geográfica. Es similar a la riqueza de especies.

Variedad de genes: Son las diferentes versiones de los genes (unidades de herencia) contenidos en los individuos de todas las especies del planeta. Estas diferencias, que son heredables, constituyen la materia prima de la variada complejidad de los seres vivos.

En este trabajo, abordamos en forma práctica el concepto de diversidad de especies.

Una diversidad alta es señal de una comunidad altamente compleja, la cual permitiría una gran cantidad de interacciones para una mayor variedad de especies. Las interacciones poblacionales que envuelven transferencia de energía (redes alimentarias), depredación, competencia y nicho son teóricamente más complejas y variadas en comunidades con alta diversidad de especies. Quiénes se dedican a la investigación en ecología, por lo general, concuerdan en que una diversidad alta está vinculada con la estabilidad de la comunidad, es decir la capacidad de mantener la estructura comunitaria estable cuando se afecta a alguno de sus componentes.

INDICES DE DIVERSIDAD.

Por lo general se usa la riqueza de especies (**R**), en su expresión más sencilla, el número de especies distintas de una comunidad, como un sinónimo de diversidad (**D**). Sin embargo, el concepto de diversidad no sólo contempla una lista de especies distintas, sino también la abundancia de estas especies y su relación con las demás especies. Para describir objetivamente esta relación, quienes nos realizamos estudios en ecología usamos índices numéricos que sirven para estandarizar las observaciones. En otras palabras, un índice de diversidad es una medida matemática para representar la diversidad de especies en una comunidad.



Cuando hablamos de diversidad de la vida o “Biodiversidad” nos referimos a toda la variedad de vida en la Tierra. Puede abordarse de tres maneras: como variedad de ecosistemas, variedad de especies y como variedad de genes.

Algas y animales de todo tipo componen la biodiversidad intermareal.

Los índices de diversidad proveen más información de la composición comunitaria que simplemente la riqueza de especies (número de especies presentes), pues también toma en cuenta la abundancia de las diferentes especies. Por ejemplo, consideremos dos comunidades de 100 individuos y cada una compuesta de 10 diferentes especies. Una de estas comunidades tiene 10 individuos de cada especie y la otra, 9 especies con un individuo y 91 individuos en una décima especie. ¿Cuál de las dos comunidades es más diversa?. Aunque poseen el mismo número de especies distintas (su riqueza es similar), la dominancia de una especie por sobre el resto, en la segunda comunidad, la hace menos diversa.

Al tomar en cuenta las abundancias relativas, un índice de diversidad no depende solamente de la riqueza de especies, sino también de cuán equitativa es la distribución de individuos entre las diferentes especies.

¿QUÉ IMPORTANCIA TIENEN LOS ÍNDICES?

Los índices proveen información sobre que tan rara o común es una especie en una comunidad. La posibilidad de cuantificar la diversidad es una importante herramienta para quienes tratan de entender la estructura de las comunidades naturales.

¿QUÉ CONSIDERAREMOS COMO UNA COMUNIDAD?

Si una población biológica se refiere a una agrupación de individuos de una misma especie que interactúan entre sí, comunidad será considerada como un conjunto de poblaciones de especies que se presentan juntas en un mismo espacio y tiempo. Por lo general, los límites de una comunidad son establecidos arbitrariamente por el investigador y responde a las necesidades de cada estudio. En nuestro caso, hablaremos de la comunidad de animales de la zona intermareal.

¿CÓMO CALCULAR LA DIVERSIDAD?

Existen diferentes índices matemáticos para calcular la diversidad y los biólogos usan una combinación de diferentes índices para aprovechar las ventajas de cada uno y lograr un entendimiento más completo de la comunidad. Una de las medidas más simples

para caracterizar una comunidad, toma en consideración tanto la abundancia como la riqueza de especies, es el **Índice de Simpson (D)**.

$$D = \frac{1}{\sum (AR^2)}$$

El índice de Simpson es una medida matemática simple que caracteriza la diversidad en una comunidad, que considera la proporción de una especie en relación al total de especies (AR) elevado al cuadrado.

En este índice, mientras mayor sea su valor, mayor será la diversidad de la comunidad. Ya que este valor depende tanto de la riqueza de especies, como de la regularidad o equitatividad con que los individuos están distribuidos entre las especies, una comunidad rica en especies, pero con una distribución irregular de individuos, tendrá un índice más bajo que otra comunidad con una riqueza menor pero con los individuos bien distribuidos. El máximo valor que podría asumir la diversidad (D_{máx}) se daría si los individuos estuvieran distribuidos totalmente uniformes entre las especies, entonces D_{máx} sería igual a la riqueza (R) de especies (D_{máx} = R). Por lo tanto, cuando calculemos la diversidad para dos comunidades, aquella que genere un valor de D más alto y más cercano a la riqueza (R) será la más diversa.

¿QUÉ FACTORES AFECTAN LA DIVERSIDAD?

En realidad son todos aquellos que afecten la presencia de una especie y los podemos agrupar en:

- 1. FACTORES FÍSICOS:** Estos consideran factores geográficos, como la latitud y la profundidad. También, la productividad del ambiente, variabilidad climática y la estabilidad del ambiente, entre otros, afectan la diversidad.
- 2. FACTORES BIOLÓGICOS:** La cantidad de depredación, competencia y la disponibilidad de refugios generados por los mismos organismos



Quiénes se dedican a la investigación en ecología, por lo general, concuerdan en que una diversidad alta está vinculada con la estabilidad de la comunidad, es decir la capacidad de mantener la estructura comunitaria estable cuando se afecta a alguno de sus componentes.

juegan un papel importante en la diversidad de una comunidad.

3. FACTORES EXTERNOS: Principalmente la intervención humana, como el grado de perturbación del ambiente debido a la sobre-explotación de recursos o contaminación, afectan directamente la diversidad, causando por lo general su disminución.

¿ES IMPORTANTE CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD?

Cuando se determina una disminución en la diversidad, esto implica que algo está pasando y que se ha alterado el equilibrio en la comunidad, quizás llegándose a tener una sola especie dominante. Por ejemplo, en ambientes intermareales de costa rocosa, los estudios científicos muestran que cuando hay alguna alteración por intervención humana, sea la descarga de los desechos de una minera o una pesquera, o quizás aguas servidas de uso domiciliario, la diversidad disminuye y las especies típicas del intermareal son reemplazadas por un manto homogéneo de algas verdes. Por lo general, son algas verdes filamentosas del género *Ulva sp.* (forma tubular). Estas algas parecen ser resistentes a estos ambientes alterados y logran dominar el espacio desplazando al resto de las especies.

Desde varios puntos de vista es preocupante la disminución y pérdida de especies en el planeta. Por una parte, muchos animales exóticos y escasos son usados para extraer sustancias químicas útiles en la producción de potentes antibióticos (sintetizados a partir de secreciones de ranas), medicamentos contra el cáncer (obtenidos de una esponja) o un calmante (proveniente del veneno de un caracol). Aún en nuestros días muchas especies son desconocidas, y tal vez, en un pequeño invertebrado se pueda encontrar alguna la cura para alguna enfermedad terminal, como el cáncer, VIH, y otras enfermedades degenerativas, por ejemplo. Hay mucho que aún desconocemos de las relaciones entre los sistemas naturales que sustentan nuestra existencia. La eliminación de un habitante del intermareal, podría afectar a toda una comunidad marina y a los recursos que de ella se extraen.

Estudios científicos han revelado que en el último siglo las actividades humanas, ya sea por la búsqueda de alimento o

espacio habitable, hemos acelerado varias veces la velocidad del proceso de extinción de especies. Algunos incluso hablan de una posible extinción masiva. Muchas especies están desapareciendo sin siquiera haberlas descubierto y con ello, bajamos cada vez más la biodiversidad

Las soluciones son tan diversas como complejas. Evitar la contaminación, detener la sobreexplotación de los recursos y promover el aumento de reservas o áreas de conservación ambiental lejos de la perturbación humana, son algunas de las soluciones. Esta es una tarea que todos debemos asumir para preservar la vida en nuestro planeta.



DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

ACTIVIDAD 1: ¿QUÉ DATOS NECESITAMOS?

Objetivo: Se espera que quienes participen de la experiencia logren determinar un área muestreal en dos alturas diferentes del intermareal, reconozcan y cuenten la fauna presente en ambas áreas. Como se detalla en la "Guía del Estudiante", esto implica definir dos áreas de muestreo de 2 x 2 m en la zona alta y baja del intermareal de algún sector costero, identificar organismos distintos y contar todos los individuos de cada organismo que encontremos dentro de esos cuadrados.

Materiales: Sólo se requiere una huincha para medir, y libreta de apuntes.

Sugerencias: Para hacer más evidentes los resultados, las áreas muestrales deberían ubicarse en zonas intermareales con características diferentes. Una de las áreas debería quedar en ambiente seco con escasa presencia de organismos y la otra en una zona más baja (más cercana al agua) donde exista mayor cantidad de fauna. Al realizar el conteo, los participantes de la experiencia deben contar todos los individuos que puedan encontrar de cada especie presente. Si no conocen el nombre de una especie, se puede colocar un nombre común o de fantasía. Lo importante es separar todas las especies que sea posible. Puede ocurrir que el lugar de estudio sea muy pobre en fauna, en



Una costa dominada por una especie muy abundante representa una baja diversidad biológica.

este caso, se puede ampliar el área de estudio (si se hace esto, entonces debe hacerse en ambas muestras, pues las áreas de muestreo deben ser iguales). Por el contrario, cuando tenemos demasiados animales y es casi imposible contarlos uno por uno, se podría hacer una estimación subdividiendo el área de muestreo por la mitad (o lo que sea necesario) y luego multiplicarlo por 2 (o por el valor que sea necesario).

El uso de la tabla provista en la "Guía del Estudiante" facilitará el trabajo de los cálculos posteriores, por eso se sugiere insistir a todos estudiantes que preparen una tabla separada para cada comunidad o área estudiada.

ACTIVIDAD 2: ¿CÓMO CALCULAMOS LA DIVERSIDAD?

Objetivo: Mediante cálculos simples, cada equipo deberá determinar el índice de diversidad de Simpson para las áreas estudiadas en el intermareal de costa rocosa. En la "Guía del Estudiante" se presenta un "paso a paso" con los cálculos necesarios y el uso de la fórmula del índice.

Materiales: Para esta actividad los estudiantes requieren libreta de apuntes, lápiz y calculadora.

Sugerencias: Se debe tener en cuenta que a quiénes participen de la experiencia, les puede tomar un poco de tiempo el comprender los procedimientos para el cálculo de la fórmula matemática para el índice de Simpson. Es recomendable indicarles que utilicen las Tablas provistas en la guía del alumno, para sistematizar los cálculos y facilitar la obtención de resultados.

SAQUEMOS CONCLUSIONES

El objetivo de esta sección es que el grupo pueda ofrecer alguna opinión personal sobre el uso de expresiones matemáticas en el campo de las ciencias. Se pretende que todo estudiante comprenda la importancia del uso de expresiones matemáticas como estándares para objetivar las observaciones y permitir comparaciones entre los resultados de investigaciones realizadas por distintos grupos de científicos.

La discusión o puesta en común también pudiera dirigirse hacia la importancia de conservar la diversidad.



EVALUACIÓN

La evaluación pudiera estar relacionada al esfuerzo y responsabilidad mostrada por cada estudiante al momento de hacer la toma de información en terreno, así como en el desarrollo de los cálculos necesarios para obtener el valor del índice. Los resultados del trabajo pudieran ser compilados en la forma de un escrito tipo publicación científica. En la "Guía de Comunicación Científica: Comunicando investigaciones escolares" editada por el mismo equipo de trabajo que la presente, encontrará sugerencias de cómo generar dicho documento.



CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Como se les señala a quiénes participan de la actividad en la "Guía del Estudiante", al aprender a calcular un índice de diversidad están ganando una valiosa herramienta de investigación. Se puede investigar la diversidad en distintos ambientes de la costa. También se pueden comparar sitios naturales con áreas contaminadas para evaluar los efectos de la actividad humana. Los resultados obtenidos de este tipo de trabajos son fáciles de presentar en Ferias y Congresos de ciencia escolar.



FUENTES DE INFORMACIÓN

DIRECCIONES DE INTERNET

CONCEPTOS

<https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/biodiversidad.html>

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700006

Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030
http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf

BIBLIOGRAFÍA

Begon, M. Harper, J.L. y C.R. Townsend (1999). Ecología: Individuos. Poblaciones y comunidades. Ediciones Omega. Barcelona, España.

Brower, J.E., Zar, J.H. & C.N. von Ende (1997). Field and Laboratory Methods for General Ecology. Editorial McGraw-Hill. Cuarta Edición. 288 pp.

Margalef, R. (1980). Ecología. Ediciones Omega. Barcelona, España. 951 pp.



5

EXPERIENCIA

ZONACIÓN INTERMAREAL:

Cada uno en su lugar

Cuando hablamos de Zona Intermareal, nos referimos a aquella franja costera que es cubierta y descubierta por el mar producto de las mareas. A esto debe su nombre "Intermareal" o "zona entre mareas". La Zona Intermareal se extiende desde el nivel más alto al que pueden llegar las olas durante el período de marea alta, hasta el nivel más bajo que puede llegar el mar.

Por Sergio A. González y Carla Förster Marín







OBJETIVOS

Se espera que cada estudiante sea capaz de:

• Reconocer que la flora y fauna intermareal de costa rocosa, presenta un patrón de distribución ordenado (zonación), producto de las características de cada especie, así como de la interacción con otros organismos y con el entorno físico.



SUGERENCIAS METODOLÓGICAS

Esta es una guía que requiere marea baja, lo que se puede consultar en el sitio Internet <http://www.shoa.cl/php/mareas.php> perteneciente al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en este sitio web encontrará la información sobre el horario y altura de las mareas. Una buena marea es la que tiene una altura inferior a 0,5 m. Es recomendable, que la persona a cargo de la realización de la experiencia de aprendizaje, pueda visitar con antelación el área de trabajo para reconocer la flora y fauna presente y los sectores más seguros. Para familiarizarse con las especies intermareales, se pueden visitar los sitios en Internet sugeridos al final de esta guía. Siempre resulta útil recordar a cada estudiante llevar ropa y calzado adecuado para el terreno.



CONTENIDOS

Una de las características más notables de la zona intermareal es que los animales y algas que viven aquí muestran una fuerte tendencia a distribuirse sobre las rocas en franjas o cinturones horizontales (uno sobre otro). Este fenómeno es universal, es decir, se presenta en todas las costas del mundo y se denomina "patrón de zonación intermareal". Usando esta característica natural de la flora y fauna intermareal, es que los científicos pueden dividir el intermareal en franjas u horizontes que están a distinta altura.

•FRANJA SUPRALITORAL

Corresponde a la Franja más alta en el intermareal y se extiende por sobre el límite superior de distribución de los cirripedios o "picorocos".

Ya que la Franja Supralitoral es la zona más alta del intermareal, evidentemente es también la más seca y despoblada. Esta franja está caracterizada por la escasa presencia de flora y fauna. En algunas ocasiones es posible observar la presencia de líquenes (asociación de algas y hongos) que crecen formando costras de diversos colores. La ocurrencia de estos organismos es importante pues desintegran lentamente la roca, lo que contribuye a la formación de suelo.

Los organismos más característicos de encontrar a esta altura del intermareal son unos pequeños caracoles conocidos por los biólogos como litorínidos. En nuestras costas podemos encontrar dos especies: *Echinolittorina peruviana* (litorina peruana), que es el típico caracol negro con rayas blancas, llamado comúnmente "caracol cebra" y *Austrolittorina araucana* (litorina chilena), que es más difícil de observar a primera vista, pues por lo general alcanzan unos 5 mm de talla y son de color gris azulado, a veces mezclado con tonos amarillentos.



*Echinolittorina
peruviana*





*Austrolittorina
araucana*

Junto a las litorinas, en invierno-primavera, es posible encontrar el alga roja laminar de los géneros *Pyropia* o *Porphyra* (en Chile hay cerca de 18 especies muy difícil de separar morfológicamente). Esta alga es comestible y es más conocida por su nombre común: "Luche".



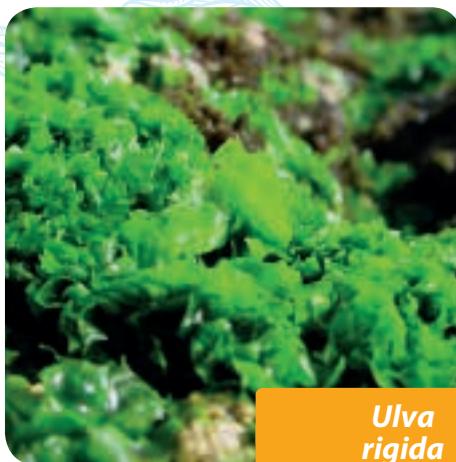
Pyropia o
Porphyra sp.

• ZONA MEDIOLITORAL

Corresponde a la zona media del intermareal y es la más rica en diversidad de especies. Sus límites se extienden entre el límite superior de distribución de los cirripedios (picorocos) y el límite máximo que puede ser alcanzado por las grandes algas pardas. En este caso, nos referimos a un alga de gran tamaño conocida como "Huiro negro" (Que a la altura de Coquimbo se trata de un complejo de dos especies: *Lessonia berteroa* y *Lessonia spicata*).



*Lessonia
berteroa*



*Ulva
rigida*

4 EXPERIENCIA

ZONACIÓN INTERMAREAL: Cada uno en su lugar

En esta zona se pueden encontrar diversos tipos de algas. Por su coloración y abundancia, una de las más notorias es el alga verde laminar *Ulva rigida* o "lechuga de mar". Esta es un alga que posee una alta capacidad de reproducción, por lo que es muy frecuente de encontrar y forma verdaderos prados sobre las rocas, además de poseer la capacidad de sobrevivir en sustratos que presenten alta salinidad, donde otras algas no podrían habitar. Otra alga que se puede observar con relativa frecuencia, es una roja de nombre común "chascas o champa" (*Gelidium chilense*). Esta es un alga de pequeño tamaño que forma parches rojizos y que tiene valor comercial, ya que es cosechada porque en sus paredes celulares posee un gel denominado "agar". Este gel es usado como sustrato para cultivar hongos y bacterias en proyectos de investigación. Además de su valor comercial, dada su morfología (compuesta de muchas ramas pequeñas) forman una especie de "césped", el que sirve de refugio y "salacuna" para "lapas", "erizos" y diversos organismos marinos.



*Gelidium
chilense*

En algunos sectores más húmedos, se puede observar una gran costra verde-oscuro formada por millones de talos puestos unos al lado de otro, de una alga llamada *Codium bernabei*. La forma de esta alga puede asemejar a una alfombra verde.



*Codium
bernabei*

Entre la fauna de la Zona Mediolitoral, destaca la presencia de pequeños moluscos gastrópodos, característicos por su forma cónica. La gente le llama comúnmente "sombreritos chinos" o "señoritas". Aunque algunos se parecen mucho entre sí, en nuestras costas aparece una larga lista de estos. Entre los más comunes se puede nombrar los pertenecientes a los géneros *Lottia* y *Scurria*. Estos son herbívoros y se alimentan raspando una delgada película de algas que crece sobre las rocas. Si miramos con cuidado, en algunos lugares se pueden observar las marcas de los raspados que hacen al comer.



*Scurria
zebrina*





Lottia orbigny

Aunque con bastante menos frecuencia, dada la alta presión de explotación que sufren, en algunas ocasiones en el intermareal se pueden encontrar ejemplares de las diferentes especies de "lapa". Las "lapas" son moluscos gastrópodos (gastro= estómago; Podo=pie) que poseen un orificio en el ápice de la concha por donde expulsan el agua luego de pasarla a través de las branquias. Debido a la presencia de este orificio, en otras partes del mundo se las conoce como "lapa ojo de cerradura" (Key-Hole, en inglés). Son organismos herbívoros y consumen algas del intermareal. Entre las "lapas" más frecuentes de encontrar se cuentan la "lapa bonete" (*Fissurella costata*) que tiene una concha alta tipo cónica y las "lapas marisco", *Fissurella crassa* que posee un orificio en forma de ocho y *F. limbata* la que se conoce como "lapa de huiros" y porque su concha presenta una coloración violácea. Cómo su nombre lo dice la especie *F. maxima* alcanza tamaños superiores al resto de las lapas, encontrándose conchas cercanas a los 15 cm de longitud.



Fissurella crassa

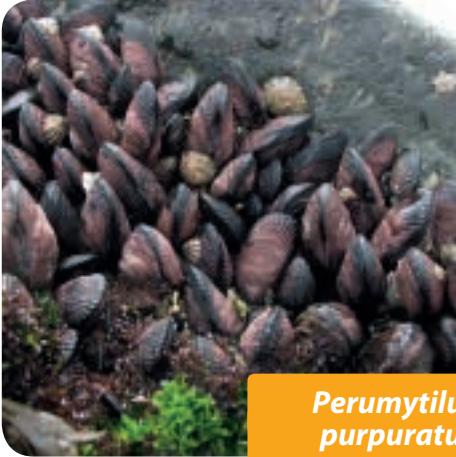


Fissurella maxima

Otro habitante del intermareal son los mitílidos, que son moluscos bivalvos (concha formada por dos valvas), comúnmente conocidos como "choritos". El bivalvo más común de encontrar en el intermareal es el "chorito maico" *Perumytilus purpuratus*, que se caracteriza por conchas de color negro-violáceo. Su tamaño es pequeño y los más grandes no sobrepasan los 4 cm. Son organismos filtradores y se alimentan durante los periodos de marea alta.

4 EXPERIENCIA

ZONACIÓN INTERMAREAL: Cada uno en su lugar



Perumytilus purpuratus

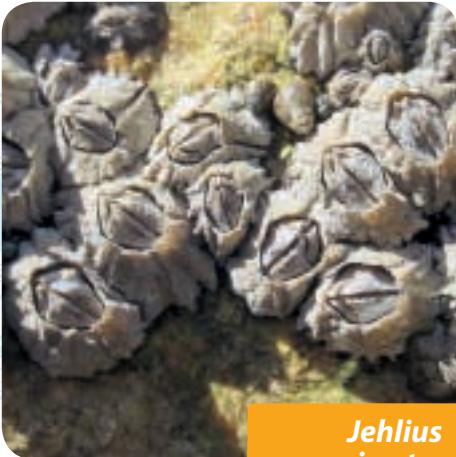
Sin duda, en mucha partes del mundo los organismos más recurrentes en el intermareal son los cirripedios o "picorocos". Los cirripedios, contrario a lo que cree mucha gente, no son moluscos, sino crustáceos parientes de las jaibas. Estos son crustáceos sésiles (viven fijos a la roca), cuyas partes blandas están protegidas por una concha dura formada por varias placas. Cuando estamos en la costa y miramos con detenimiento podemos observar sin mayor problema las diferentes placas. Son organismos suspensívoros, es decir atrapan alimento que está en



Notochthamalus scabrosus

suspensión en el agua, para lo que ocupan algunas "patas" que están adaptadas para este mecanismo de alimentación.

La fauna carnívora intermareal está muy bien representada por un equinodermo asteroídeo (pariente de los erizos, pero con forma de "estrella") conocido como "sol de mar" (*Heliaster helianthus*) dado el alto número de brazos que posee (25 a 42 rayos). Este organismo es un depredador por excelencia en la zona intermareal y en vista que no tiene muchos depredadores, se le considera un "depredador tope" en la cadena alimentaria intermareal. Su dieta es variada y se compone entre otras cosas de chorritos, cirripedios, chitones, erizos y lapas.



Jehlius cirratus

•FRANJA INFRALITORAL

La franja más baja del intermareal está caracterizada por la presencia de algas pardas de gran tamaño, principalmente el "Huiro negro" *Lessonia berteroa* la que puede encontrarse de la región de Coquimbo al norte y *Lessonia spicata*, que se puede encontrar desde la región de Coquimbo hacia el sur del país. Al ser la región de Coquimbo una zona de transición, pueden encontrarse las 2 especies de *Lessonia* juntas. Ocasionalmente, con mayor frecuencia hacia el sur del país, se puede encontrar también el "Cochayuyo" (*Durvillaea antarctica*), que como sabemos se consume y tiene valor comercial.

El "Huiro negro" es muy importante en el sistema, pues aporta una gran cantidad de biomasa y materia orgánica para las cadenas tróficas asociadas a la zona intermareal. Por otra parte, por su gran tamaño, que llega con facilidad a los 2-3 m de largo y unos 30-40 kg de peso, ofrece protección a muchos representantes de la fauna bajo sus estipes y frondas (equivalentes a tallos y hojas de las plantas terrestres), incluso al interior de su disco de adhesión, el que posee muchas cavidades apropiadas para ser usadas como lugares de refugio. De hecho, el disco del alga es una comunidad propia en la que se pueden encontrar representantes de distintos grupos de organismos marinos, incluyendo muchos juveniles.

A esta altura del intermareal, la superficie de las rocas puede aparecer cubierta de una costra de color rosado pálido. Esta costra, que es muy dura al tacto, corresponde a un alga crustosa calcárea del género *Lithothamnion*, es un alga que incorpora carbonato de calcio a sus paredes celulares, lo que le da esa consistencia dura y la hace resistente al "pastoreo" de los organismos herbívoros. Por lo general, asociada a esta, se aprecia otra alga calcárea, que forma como una especie de pequeño "coral" de unos pocos centímetros de altura. Esta no es crustosa, sino erecta y articulada y recibe el nombre científico de *Corallina officinalis var. chilensis*.

Junto a esta flora algal, los organismos de la fauna más comunes de encontrar en los niveles bajos del intermareal son los caracoles, chitones, erizos y las anémonas. Al observar con cuidado, en algunos sectores se pueden observar agregaciones del "caracol negro" *Tegula atra*. Este caracol es herbívoro y



*Corallina
officinalis var.
chilensis*

como puede alcanzar tamaños relativamente grandes (unos 5 cm de altura) también es extraído para consumo humano. Otro molusco común de encontrar en el intermareal, especialmente en sectores expuestos al oleaje, son los "chitones o apretadores". Estos moluscos pertenecen al grupo de los poli-placóforos (poli=muchas; placofora=placas) y son reconocidos fácilmente, porque su concha está dividida en 8 placas articuladas, lo que les permite "acomodarse" muy bien a superficies irregulares. Esto explica por qué cuesta tanto sacar uno de ellos de las rocas.

Existen varias especies de chitones en el intermareal, siendo más frecuente encontrar a un chitón con un manto (borde) adornado con granos negros llamado , otro con su manto adornado con escamas de colores anaranjados y violáceo es el *Enoplochiton niger* y uno de gran tamaño, con púas duras en su manto cuyo nombre es *Acanthopleura echinata*. Los chitones son herbívoros. Desgraciadamente, su carne se puede comer y se parece a la "lapa", por lo que en algunos sectores de la costa son extraídos en forma indiscriminada.

Un grupo de organismos propio del intermareal bajo y que llama mucho la atención a quienes llegan a esta zona, son las famosas "anémonas" o vulgarmente llamadas "potos de mar". Estos

4 EXPERIENCIA

ZONACIÓN INTERMAREAL: Cada uno en su lugar



**Acanthopleura
echinata**



**Chiton
granosus**

animales, llamados actinias por los biólogos 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. Sus colores pueden ser variados, como es el caso de la actinia *Phymactis papillosa* que puede presentarse de colores azul, verde y café. A veces también se puede observar la actinia

Phymanthea pluvia que se reconoce por su gran tamaño y su característico color naranja brillante. Una actinia de menor tamaño (hasta 2,0 cm de altura) que se puede encontrar en manchones en esta zona del intermareal es *Anthothoe chilensis*, de color generalmente blanco anaranjado con 12 bandas longitudinales amarillas anaranjadas (algunos ejemplares poseen estas bandas de un tono verde azulado). Una de las características de este animal es que posee células urticantes.

Cuando la marea está muy baja, quedan al descubierto los conocidos "erizos negros" (*Anthothoe chilensis*). Estos son equinodermos herbívoros y muy voraces. De hecho, donde ellos



**Phymactis
papillosa**



**Anthothoe
chilensis**



están presentes, las rocas están siempre desprovistas de algas. Poseen 5 dientes duros en la zona ventral con los que son capaces de raspar incluso hasta la costra de algas crustosas calcáreas. Es más, algunos científicos han estudiado una relación existente entre el erizo y las algas calcáreas, pues el erizo contribuiría a liberar esporas al raspar el alga y el alga le aportaría una sustancia química que favorece la reproducción del erizo. El "erizo negro" no se consume, ya que sus gónadas están evacuando gametos todo el año y no acumulan tantos huevos o espermios como los "erizos rojos" (*Loxechinus albus*).

Ocasionalmente, dado su interés comercial, se pueden encontrar algún representante del famoso "loco" (*Concholepas concholepas*) que es un caracol gástrópodo carnívoro. Su dieta principalmente se compone de cirripedios, chocha, piure y choritos.

EL POR QUÉ DE ESTA ZONACIÓN

Pero después de conocer algo de estas tres franjas principales del intermareal, nos preguntamos: ¿Por qué los organismos se disponen en bandas horizontales? La respuesta a esta interrogante es el resultado de mucha actividad experimental de terreno.

Se ha llegado a determinar que la zonación es el resultado del efecto que provocan diferentes factores abióticos y bióticos. Por lo general, se piensa que los límites superiores de distribución de los organismos son debido al efecto de factores físicos o abióticos. Es el caso del efecto de la desecación, la falta de agua, la luz y la temperatura. Por ejemplo, la banda del alga verde *Ulva rigida* o de los cirripedios, no se puede extender más alto en el intermareal, porque los factores físicos no se lo permiten... simplemente, se secan y se mueren.

Pero, ¿por qué las bandas no se extienden más abajo si allí no está el efecto de la desecación, por ejemplo? Porque allí entran en juego factores bióticos, como son la competencia y la depredación (o herbivoría en el caso de las algas). La misma *Ulva rigida*, no está más abajo porque se la comen los herbívoros o porque compite por espacio con otra alga. De esta manera, los organismos llegan a estar limitados a cierta altura del intermareal, dependiendo de

las características propias que le dan mayor o menor capacidad de resistir las condiciones intermareales.



DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

ACTIVIDAD 1: EL AMBIENTE FÍSICO... ¿LO PUEDES GRAFICAR?

Objetivos: Se espera que cada estudiante observe la morfología de una playa de costa rocosa, dibujen un perfil de la playa y piensen como continua hacia el submareal.

El dibujo se realizará desde las rocas más alejadas del agua hasta aquellas que llegan al mar, por lo que cada estudiante deberá buscar un lugar adecuado en el que pueda observar el perfil de playa.

Materiales: Libreta de apuntes y lápiz (idealmente grafito y goma).

Sugerencias: Se puede aprovechar la ocasión para reforzar conceptos relacionados a los ambientes costeros: intermareal y submareal.

ACTIVIDAD 2: ¿SE ORDENAN DE ALGUNA FORMA LOS ORGANISMOS INTERMAREALES?

Objetivos: Se espera que cada estudiante observe directamente en terreno y analice la distribución espacial de la flora y fauna intermareal.

Quienes participan de la actividad, se deben ubicar sobre una roca más o menos vertical, que quede al descubierto al bajar la marea, y puedan observar la distribución de las especies intermareales sobre la misma, destacando los cinturones de algas y las franjas de organismos que se pueden apreciar. El dibujo se realizará de manera similar al que se encuentra en la figura 1 de la guía del estudiante.

Materiales: Libreta de apuntes y lápiz (idealmente grafito y goma).

4 EXPERIENCIA

ZONACIÓN INTERMAREAL: Cada uno en su lugar

Sugerencias: Puede que a primera vista no sea sencillo apreciar la distribución de la flora y fauna en el intermareal. Por esto, se recomienda ayudar a cada estudiante a realizar vistas generales de la posición que ocupan las algas en la orilla. Al menos, deberían ver algas verdes en alturas superiores a las que ocuparían “prados” de pequeñas algas rojas y las grandes algas pardas. Que noten que existe cierto orden. Luego, de graficar las algas, será más fácil posicionar la fauna que puedan encontrar. Si no logran identificar alguna especie, no es un gran problema, pues por ahora, nos interesa el patrón de distribución.

ACTIVIDAD 3: ¿QUÉ NOMBRES DAN LOS CIENTÍFICOS A LAS FRANJAS DEL INTERMAREAL?

Objetivos: Se espera que cada estudiante reconozca y analice la terminología usada en ecología marina y las características de las distintas franjas del intermareal.

Cada estudiante logrará distinguir cada una de las zonas intermareales, en base a la información que recibirá directamente de la persona a cargo de la realización de la experiencia de aprendizaje, y a la relación que pueda hacer basada en la observación de las actividades anteriores.

Materiales: Libreta de apuntes y lápiz (idealmente grafito y goma).

Sugerencias: Esta actividad requiere de la ayuda de la persona a cargo de la realización de la experiencia, al proveer la información de los límites de las distintas franjas del intermareal, a cada estudiante. Una vez que las reconozcan en su gráfica, deberían hacer esfuerzos para observar este patrón directamente en las rocas de la orilla.



EVALUACIÓN

Sugerimos evaluar la actitud de quienes participaron de la experiencia, durante la salida a terreno en términos de dedicación y responsabilidad. Si se necesita una calificación, el esquema que debe desarrollarse en terreno puede ser una buena alternativa. La sección “Saquemos conclusiones” de la guía del estudiante, permite hacer una evaluación de la experiencia, a través del análisis que hacen quienes participan. De igual forma, se les puede evaluar con las actividades sugeridas, sean la confección de un panel o muestra fotográfica.



CONTINUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Se sugiere el desarrollo de una investigación para recoger imágenes del intermareal en distintas partes del mundo y verificar si el patrón de zonación se repite. Internet podría ser útil para esto. También se sugiere hacer esfuerzos para identificar la flora y fauna intermareal. La confección de una muestra fotográfica informativa, que puede ser presentada al resto de la comunidad educativa, es una buena opción para dar continuidad al trabajo de terreno.



FUENTES DE INFORMACIÓN

DIRECCIONES INTERNET

Intermareal

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

<http://marenostrum.org/ecologia/oceanografia/mareabaja/>



Fotografías de flora y fauna intermareal

Actinia *Anthothoe chilensis*

<https://www.thomasheran.com/anthothoe-chilensis>

Actinia *phymactis clematis*

<http://www.guiamarina.com/gallery/index.php?category/454>

Actinia *Phymanthea pluvia*

<https://www.naturalista.mx/observations/2691428>

"Señoritas" *Scurria variabilis*

http://www.gastropods.com/0/Shell_7480.shtml

"Señorita" *Scurria scurra*

http://www.gastropods.com/7/Shell_21527.shtml

"Lapas" *Fissurella latimarginata*

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=570473&pic=75675>

"Chitones" o "apretadores"

<https://www.geovirtual2.cl/animal/chiton-poliplacophora-atacama-01english.htm>

"Caracol cebra" *Echinolittorina peruviana*

http://www.gastropods.com/1/Shell_2501.shtml

Litorina chilena *Austrolittorina araucana*

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=446840&pic=69719>

"Caracol negro" *Tegula atra*

<http://www.ecoregistros.org/site/imagen.php?id=231286>

"Chorito maico" *Perumytilus purpuratus*

<https://www.naturalista.mx/observations/2406915>

Crustáceos: cirripedios

<https://www.flickr.com/photos/raulmunozh2001/8495937339>

"Erizo negro" *Anthothoe chilensis*

<https://www.ispotnature.org/communities/chile/view/observation/581151/tetrapygus-niger>

"Sol de mar" *Heliaster helianthus*

<https://www.inaturalist.org/taxa/255868-Heliaster-helianthus>

"Huiro negro" *Lessonia spicata*

<http://imsuuuuuure.wixsite.com/lessonia-spicata/habitat-y-reproduccion>

"Luche" *Pyropia o Porphyra*

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

Alga *Corallina officinalis* (página en inglés)

http://www.seaweed.ie/descriptions/Corallina_officinalis.php

"Lechuga de mar" *Ulva rigida*

<https://www.asturnatura.com/especie/ulva-rigida.html>

Alga crustosa calcarea *Lithothamnium calcareum* (España)

<http://www.thalgo.es/algues/lithothamnium-calcareum.22-l.html>

Alga *Gelidium lingulatum*

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

Alga *Codium* (diversas especies)

<https://www.asturnatura.com/genero/codium.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/>