

## ¿Qué estudia la ecología marina?

La ecología es la ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos con su entorno. Se trata de una disciplina muy amplia que comprende gran variedad de sub-disciplinas, como la ecología de poblaciones dedicada al estudio de las relaciones de individuos de una sola especie o la ecología de comunidades que estudia las interacciones entre especies. Incluso está la ecología de paisajes, abordando las interacciones entre diferentes ecosistemas en grandes extensiones geográficas o algo un poco más puntual como la ecología de ecosistemas estudiando los flujos de energía y las relaciones entre factores bióticos y abióticos dentro de un mismo ecosistema. Así mismo, está también la ecología económica, denominada la ciencia de la sustentabilidad (entendida como la capacidad para vivir dentro de límites ambientales), que busca integrar los conceptos y prácticas de la valoración económica (economía ambiental) con la ecología y/o la termodinámica (flujos energéticos) y aún más allá está la ecología política que pretende conectar la información científica (ecológica) con la toma de decisiones a nivel político.

Todas estas ramas de la ecología son contempladas dentro de la ecología marina. Bajo esta perspectiva es más que complejo abordar la temática en un solo módulo de estudio. Con esto en mente reducimos el espectro para abordar este curso sobre la ecología de los sistemas marino costeros desde conceptos básicos y fundamentales para la ecología, con particular énfasis en sistemas marinos y costeros.

Bajo esta línea de pensamiento es vital reconocer que hay diferencias radicales entre el ámbito marino (acuícola) y el costero (o terrestre). Ahora, la diferencia básica para esta clasificación se da en función de lo que prevalece en el medio, para el ámbito terrestre es el aire (atmósfera) y para el acuícola es el agua (hidrósfera). Para ser más específicos, en el ámbito acuícola tenemos los sistemas dulce acuícolas y marinos. Aproximadamente el 73% de la superficie de nuestro planeta es agua y solo 1% corresponde a los sistemas dulce acuícolas. Por lo tanto es factible afirmar que más del 70% de la superficie de nuestro planeta son sistemas marinos; dentro de ese porcentaje encontramos cerca de 600 mil kilómetros lineales que son de litoral, es decir sistemas marino costeros dominados principalmente por un medio acuoso.

Si a los datos anteriores le añadimos que al menos un 40% de la población mundial vive en un radio de 100 kilómetros de la costa, que las principales megalópolis del mundo son costeras, que al menos 40% de la población mundial depende de los océanos y que este mar es la principal fuente de proteína para la humanidad, nos damos cuenta de la importancia que tiene el estudio de las relaciones entre los seres vivos y el ambiente marino. Así mismo, debemos ser capaces de intuir que no hemos prestado la suficiente atención al estudio, manejo y conservación de estos ecosistemas; que su degradación es mucho más intensa y está ocurriendo a un ritmo supremamente más acelerado de lo que hemos estimado. Resaltando así la necesidad de que más colegas como ustedes muestren interés, compromiso y mística para trabajar por la conservación de nuestros recursos naturales marino costeros.

## Factores abióticos del medio marino

Ahora, para trabajar de manera apropiada en el ámbito marino es necesario saber y conocer qué lo caracteriza y como estas características tienen efecto sobre nuestros enfoques para hacer una mejor gestión de estos recursos. De tal manera que en los próximos párrafos abordaremos las características abióticas clave de los sistemas marino costeros. Sin embargo, con el ánimo de hacer algo más dinámico este proceso de enseñanza les comparto este vínculo en el cual encuentran una presentación de la colega Isabel Olivares. Altamente recomendado que revisen con cuidado las primeras 8 láminas de la presentación.

<https://www.slideshare.net/paleoecologia/mdulo-iv-ecosistema-marino>

Para resumir un poco, los principales factores abióticos que debemos contemplar en la ecología marina son: Radiación solar, Temperatura, Salinidad, Densidad, Presión, Gases disueltos y pH. De estas solo la temperatura y la radiación solar son relevantes en el ámbito terrestre. Otras variables que son relevantes en tierra y no en mar son: evapotranspiración, altitud (en el mar se homologa con la profundidad) y la humedad relativa.

Al analizar estas variables debemos percatarnos de la relación estrecha que tienen con el agua, haciendo de esta sustancia líquida la principal característica abiótica que debemos considerar para la ecología marina, entendiéndola como la prevalencia de un medio acuoso. La naturaleza fluida de este medio tiene una profunda influencia sobre los procesos ecológicos y los factores abióticos clave para el mar. La dispersión, la fertilización, las migraciones, así como la circulación de nutrientes y la disponibilidad de estos se ve afectada por el medio acuoso. En otras palabras, el agua mantiene conectados a los genes, los individuos, las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas marinos (esto implica que hay conectividad en todos estos niveles de la biodiversidad a escalas tan y más amplias como el Gran Caribe en la figura 1), siendo el agua el principal medio de interacción para los procesos que estudia la ecología marina. Incluso, permitiendo la movilidad de los impactos antropogénicos en el ámbito acuícola (como especies invasoras, para ejemplo ver: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/pez-leon-la-lucha-contra-esta-especie-invasora-en-el-caribe/34980>). Resalto acá la importancia que tienen los sistemas dulce acuícolas (lénticos y lóticos) para los flujos corológicos positivos (nutrientes) y negativos (contaminantes) que finalmente llegan al océano.

Figura 1. Rasgos geográficos de la cuenca del caribe.



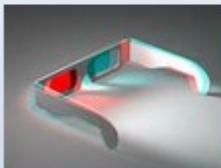
Fuente: <http://www.imateditores.com/banocc/caribe/>

Por ejemplo, que en el ámbito marino predomine el agua cambia nuestra concepción sobre las barreras físicas que pueden encontrarse entre ecosistemas. Para entender mejor esto, en el ámbito terrestre tenemos ríos, montañas y zonas áridas que constituyen verdaderas barreras físicas para la movilidad entre ecosistemas (tanto de organismos como de nutrientes o energía); en el océano estas barreras no existen, los ecosistemas (comunidades, poblaciones, individuos y genes) están conectados por la columna de agua. Por el contrario, podemos tener barreras en función de la disponibilidad de oxígeno en la columna de agua, la presencia de termoclinas, haloclinas o la simple presencia de una corriente ( <https://youtu.be/j3MsVvZYjak>) o marea ( <https://youtu.be/UHPQNDDrOQk>). Ambos, mareas y corrientes, son fenómenos importantes para la ecología marina (y la gestión de recursos marinos y costeros), pues son de gran influencia en la movilidad de factores bióticos y abióticos.

Es fundamental para un buen manejo tener en cuenta que la prevalencia líquida del medio marino nos obliga a realizar una gestión en tres dimensiones, algo que en tierra no hay que considerar.

### Características ambientales

Característica	Terrestre	Marino
Prevalencia del medio (gaseoso /acuático)	gaseoso	acuático
Distribución de especies por dimensión	2 dimensiones	3 dimensiones (superficie, fondo y columna)



Manejo en tres D



Podríamos decir que el mar está oculto a nuestros ojos por la *superficie* y esto tiene implicaciones de costos, por acceso y logística que son considerables para el manejo y gestión de un AMP. Así mismo, esta película de agua esconde de nuestros ojos tesoros de biodiversidad invaluable y nos dificulta establecer límites con referencias visuales (por lo que usualmente se recomienda establecer límites para AMP que sean rectilíneos y ojalá con ángulos de 90 grados). En esta superficie ocurre gran parte de nuestro desplazamiento (pesca, comercio, turismo, entre otros) y es punto de inicio de gran parte de nuestros impactos.

La *columna* de agua es el espacio para la movilidad de las especies marinas en general (reconociendo que hay especies que solo se desplazan por el fondo, sin embargo en algún momento de su ciclo de vida todas las especies marinas se mueven en la columna de agua). Es aquí donde se implementan la gran mayoría de esfuerzos de uso sostenible (o sustentable) de recursos marinos por medio de la gestión de la pesca (tema para otra unidad). Esta columna de agua permite la movilidad en los ambientes marinos, vital para todos los procesos. Así mismo, esta columna es donde más repercusión tiene nuestros impactos. El aumento de la temperatura del agua, la acidificación, el aumento de burbujas anóxicas, el aumento de partículas suspendidas (entre ellas coliformes fecales), todo esto se manifiesta en la columna de agua y finalmente en los habitantes de la columna.

Debemos reconocer que los fondos marinos presentan la topografía más intrincada de la tierra. Con fosas abisales (con profundidades que superan los 10 kilómetros en la fosa de las Marianas), cordilleras y montañas que superan los nueve mil metros de altura total (monte Mauna Kea en el Pacífico; altura total 9966 mt de los cuales 4200 están por encima del nivel del mar). Sin embargo, el *fondo* es más que la continuación de la superficie terrestre. Al igual que en continente los suelos oceánicos están llenos de vida, y no solo microscópica. Así mismo, sobre diferentes tipos de sustrato encontramos los hábitats que son críticos para el funcionamiento de los sistemas marinos: arrecifes de coral, pastos marinos, fondos rocosos, lodosos y arenosos, todos son clave para el desarrollo ontogenético de múltiples especies. El impacto humano también ha dejado su huella en el fondo, principalmente por el uso de artes de pesca de arrastre (ver video).

<https://www.youtube.com/watch?v=mb5upm7yggk>

Ahora, ya hemos identificado al agua como el principal elemento abiótico clave para el estudio de los sistemas ecológicos marinos, por su capacidad para mantener conectados los elementos bióticos (y abióticos) del sistema. Hemos revisado algunas variables que son fundamentales para la ecología marina (y las hemos diferenciado de otras que son claves para el ámbito terrestre) y aprovecharemos para mencionar otras características de este fluido que hacen de los océanos un componente más relevante bajo un contexto de cambio climático, como lo son: el almacenamiento y transporte de calor (capacidad calorífica y calor específico), el almacenamiento de gases y la evaporación de masas de agua. Ahora pasemos a ver un poco más de detalle sobre los ecosistemas clave que ya hemos mencionado.

### **Ecosistemas clave**

Para este curso propongo una clasificación para ecosistemas marinos clave de acuerdo con su grado de cercanía a la costa. En esta línea hay tres tipos de ecosistemas clave: costeros, marinos y oceánicos.

Los primeros son aquellos que tienen una estrecha cercanía con la costa, como los estuarios, manglares y en algunos casos las praderas de fanerógamas (pastos marinos); los segundos son ecosistemas cercanos a la costa con un grado menor de influencia terrestre, como los arrecifes de coral, los fondos rocosos o los bosques de algas (o de kelp), y los terceros son ecosistemas alejados de la influencia costera donde también encontramos arrecifes de coral, fondos rocosos, lodosos y arenosos, chimeneas hidrotermales, entre otros.

Debido a que hay una prolifera colección de información sobre estos ecosistemas disponible en internet, nuestro *foro de ecosistemas clave* girará en torno a entender mejor algunos de estos ecosistemas.

**Vínculo para ir a las instrucciones para el foro ecosistemas clave:**

### **Impacto humano**

**Para esta sección es relevante que recuerden algunos de los conceptos que aprendieron durante cursos previos de economía.**

Para finalizar quiero mencionarles dos características de los ambientes marinos que están relacionadas con la intervención humana, es decir el impacto antropogénico y su origen. Para iniciar hablemos sobre los niveles tróficos que son explotados en el mar.

En ambientes terrestres el uso o aprovechamiento se hace principalmente sobre la base de la cadena trófica (productores primarios), afectando la matriz boscosa. Específicamente árboles formadores de bosque. Aunque hemos domesticado consumidores secundarios no es propio de nuestro uso de recursos terrestres orientar nuestro esfuerzo sobre los consumidores primarios (predadores o herbívoros). Por el contrario en el mar los niveles tróficos explotados corresponden con los consumidores que están en la cima de la cadena trófica. Entonces, iniciamos nuestra explotación de recursos marinos extrayendo los predadores de gran tamaño, disminuyendo sus poblaciones a tal punto que ya la rentabilidad de esta práctica es muy baja. Pasamos así a extraer predadores pequeños hasta que sucede lo mismo y no nos queda otra opción más que iniciar nuestra extracción de herbívoros, de nuevo iniciando con aquellos de gran tamaño para pasar a los de menor tamaño. Este fenómeno se ha denominado cascadas tróficas. Les dejo acá dos videos que recrean este concepto que parte de la base de la extracción o re-incorporación de predadores. El primero directamente vinculado con el fenómeno en el mar y el segundo un poco más alentador vinculado con el ámbito terrestre.

1. <https://www.youtube.com/watch?v=d21G1xJN0wI>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=ysa5OBhXz-Q>

Para terminar les dejo con el gran dilema de los recursos marinos, para mí la fuente de origen de todos los males del océano. De alguna forma esa unidad la iniciamos hablando del acceso al medio marino y ahora quiero tocar otro aspecto de esta accesibilidad al mar, vinculada más con el uso de recursos compartidos, la definición de derechos de propiedad y los conflictos sociales asociados. En este artículo pueden leer un poco más sobre la importancia de estos derechos de propiedad (o dominio absoluto sobre un bien) para el desarrollo y la gestión de recursos:

<https://www.elcato.org/publicaciones/ensayos/ens-2006-04-05.pdf>

Para este curso en particular es relevante que consideremos que los ambientes marinos son bienes de uso común, es decir que su uso es compartido por todo aquel que así lo considere conveniente. Por lo cual son más susceptibles a la degradación por sobre explotación, ya que "lo que es de todos es de nadie". En esta línea es factible afirmar que estos recursos tienen una deficiente definición sobre los derechos de propiedad. Vale recordar que estos derechos de propiedad son herramientas de empoderamiento que favorecen la acción colectiva y que pueden

ser otorgados como derechos de gerencia sobre un recurso, derechos de retiro de un recurso, derechos de enajenación o transferencia del derecho en sí, y derechos de exclusión sobre otros usuarios. Para explicar mejor este concepto de bienes comunes los remito a Garrett Hardin en una versión traducida al español: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/624/603> de su artículo original en inglés: <http://science.sciencemag.org/content/162/3859/1243.full> bueno colegas con estas dos perlas cerramos el contenido de este módulos sobre bases ecológicas para la conservación en el medio marino.

Ahora están listos para continuar con las actividades para la unidad.

Texto preparado por Rodrigo Villate.