



# Cornisas de Vermétidos

## ARRECIFES EN EL MEDITERRÁNEO

**Experiencia demostrativa para la reintroducción de vermétidos en la Comunidad Valenciana**



# MATERIAL PARA EL PROFESORADO

Impulsa:



Colabora:



En el marco del proyecto INTEMARES:



Ejecuta:



# Índice

Introducción .....	3
Objetivos.....	3
Destinatarios.....	3
Contenidos básicos .....	3
Actividades .....	4
Desarrollo de la sesión formativa y orientaciones didácticas.....	4
Marco teórico: Cornisas de vermétidos. Arrecifes en el Mediterráneo .....	5
1. Contexto.....	6
1.1. Arrecifes .....	6
1.2. Moluscos .....	8
2. El gasterópodo <i>Dendropoma lebeche</i> .....	10
2.1. Morfología .....	10
2.2. Alimentación.....	10
2.3. Reproducción .....	11
2.4. Distribución .....	12
2.5. Estatus legal.....	13
3. Las cornisas de vermétidos.....	14
3.1. Distribución .....	14
3.2. Bioconstrucciones .....	15
3.3. Importancia .....	16
3.4. Vulnerabilidad .....	17
3.5. Protección legal.....	19
3.6. Conservación de las cornisas de vermétidos. ¿Cómo puedes ayudar?.....	20
4. Reintroducción de <i>D. lebeche</i> en la Comunidad Valenciana.....	22
Actividad 1. El método científico en la investigación ecológica .....	24
Actividad 2. El cambio climático .....	26
Actividad 2.1. Cómo afecta el cambio climático a los organismos marinos.....	27
Actividad 2.2. El efecto de la acidificación sobre los animales con concha.....	27
Actividad 2.3. ¿Cómo contribuyo para evitar el cambio climático?.....	29
Actividad 3. Kahoot! “Arrecifes en el Mediterráneo” .....	31

## Introducción

Las cornisas de vermétidos forman paisajes que caracterizan el litoral mediterráneo español. En ellos, encontramos multitud de especies que aprovechan las condiciones singulares de estos enclaves. A pesar de tratarse de un hábitat de gran interés biológico y ecológico es un gran desconocido entre la población.

En el marco del proyecto LIFE INTEMARES, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en colaboración con la Generalitat Valenciana, ha impulsado una experiencia demostrativa donde uno de sus objetivos es aumentar el conocimiento acerca de la importancia de estas formaciones, incluidas en el Hábitat 1170 “Arrecifes” de la Directiva Hábitats. Para ello se han elaborado diversos recursos didácticos centrados en la biología y ecología de estos moluscos, así como en la problemática de su regresión y posibles amenazas.

## Objetivos

- Mejorar el conocimiento de los destinatarios sobre el Hábitat 1170 “Arrecifes”.
- Dar a conocer al gasterópodo *Dendropoma lebeche* como especie formadora de arrecifes en el Mediterráneo.
- Poner en conocimiento de los destinatarios la importancia y la vulnerabilidad de estos ecosistemas.
- Comunicar la experiencia del proyecto de reintroducción de *D. lebeche* en la Comunidad Valenciana.

## Destinatarios

La formación está dirigida a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la rama de Ciencias.

## Contenidos básicos

- Introducción al hábitat “Arrecifes” (código 1170).
- Generalidades de los moluscos.
- El gasterópodo *Dendropoma lebeche*.
- Las cornisas de vermétidos.
- Reintroducción de *Dendropoma lebeche* en la Comunidad Valenciana.

## Actividades

- Presentación de los contenidos: visita a la exposición.
- Debate con el alumnado sobre cuestiones relacionadas con la exposición.
- Concurso para reforzar el aprendizaje (Kahoot! “Arrecifes en el Mediterráneo”).
- El método científico en la investigación ecológica.
- El cambio climático.

## Desarrollo de la sesión formativa y orientaciones didácticas

La formación se lleva a cabo con la ayuda de la exposición, que los alumnos visitarán tras una breve presentación de los contenidos por parte del profesor, para lo cual se puede ayudar de la presente unidad didáctica y del video explicativo sobre los vermétidos.

Posteriormente se visita la exposición. La idea de la exposición es comenzar por determinar las características generales de los moluscos y los tres grupos más representativos (gasterópodos, bivalvos y cefalópodos). A continuación nos centraremos en la especie objetivo de la exposición, el gasterópodo *Dendropoma lebeche*. Se tratarán sus principales características y el hábitat que forman: los arrecifes o cornisas de vermétidos. Asimismo se profundiza en la importancia de los vermétidos desde el punto de vista ecológico y en las principales amenazas a las que se ven sometidos, tanto de origen humano como derivadas del cambio climático.

Posteriormente se expone el proyecto que se está llevando a cabo para la reintroducción de *Dendropoma lebeche* en la Comunidad Valenciana, momento que se puede aprovechar para hablar y profundizar sobre el método científico (ver Actividad 1). Si este tema se ha tratado anteriormente con los alumnos, la primera parte de la actividad planteada se puede realizar en el momento de visitar la exposición.

Por último, se analizan los comportamientos que se deben adoptar para ayudar a conservar estos ecosistemas litorales. En este punto vuelve a aflorar el tema del cambio climático, sobre el cual se plantean 3 actividades (ver Actividad 2). La primera de ellas persigue la inmersión del alumnado en la búsqueda de información, la segunda está directamente relacionada con los vermétidos y consiste en un sencillo experimento y la última analiza las actividades diarias de los alumnos llevan a cabo y que pueden ayudar a mitigar el cambio climático.

Para evaluar los conocimientos adquiridos se plantea la posibilidad de realizar con los alumnos un Kahoot! sobre la exposición (ver Actividad 3).



**Marco teórico:  
Cornisas de vermétidos.  
Arrecifes en el Mediterráneo**

# 1. Contexto

## 1.1. Arrecifes

El hábitat “Arrecifes” incluye todos aquellos sustratos duros compactos de origen biológico o geológico que afloran sobre fondos marinos en la zona sublitoral (sumergida) o litoral (intermareal).

Los arrecifes de origen biológico son sustratos originados por organismos vivos o muertos, como algas calcáreas, gasterópodos, bivalvos, poliquetos o bancos de corales, que proporcionan hábitat para diversas especies.

El hábitat de origen biológico más conocido son los arrecifes de coral. En el litoral mediterráneo destacan las cornisas de verméticos, en la que se centra la exposición.

Los arrecifes de origen geológico están formados por bloques de roca de diferentes tamaños distribuidos en el fondo que sirven de sustrato a una infinidad de algas e invertebrados así como refugio de peces.



Arrecifes de coral en Indonesia. Fotografía Diego García Guerrero

El hábitat “Arrecifes” se encuentra extraordinariamente extendido por todo nuestro litoral y fondos marinos, y las especies animales y vegetales que habitan en ellos albergan buena parte de la biodiversidad marina de nuestro entorno geográfico.

### **ARRECIFES ARTIFICIALES**

Un arrecife artificial se puede definir como una estructura sumergida colocada de manera deliberada sobre el fondo marino para imitar alguna de las características de un arrecife natural.

Los arrecifes artificiales están constituidos por bloques de rocas de gran tamaño, estructuras de barcos hundidos y pilotes de cemento. Todos ellos sirven de refugio y sustrato a muchos organismos invertebrados y vertebrados. La creación de arrecifes artificiales tiene la función de disminuir la presión sobre los arrecifes naturales, además de crear más sitios de refugio y reproducción de peces que actúen como repobladores de otros lugares, así como crear espacios alternativos para el buceo.

Los arrecifes artificiales son considerados como una de las herramientas más eficaces en las estrategias para la protección, rehabilitación y recuperación de los ecosistemas marinos.



# 1.2. Moluscos

Los moluscos componen uno de los mayores filos del reino animal, superado únicamente por los artrópodos. Se estima que el filo abarca en torno a 200.000 especies, de las que se calcula que quedan por descubrir cerca de 70.000.

## CLASIFICACIÓN DE LOS MOLUSCOS

Los moluscos se dividen en hasta 8 Clases, siendo las más conocidas los gasterópodos (caracoles, lapas y babosas), los cefalópodos (pulpos, calamares y sepias) y los bivalvos (almejas, mejillones y ostras). Los gasterópodos son la clase más diversa del filo, abarcando cerca de las tres cuartas partes de las especies de moluscos conocidas.



Clases más representativas de moluscos

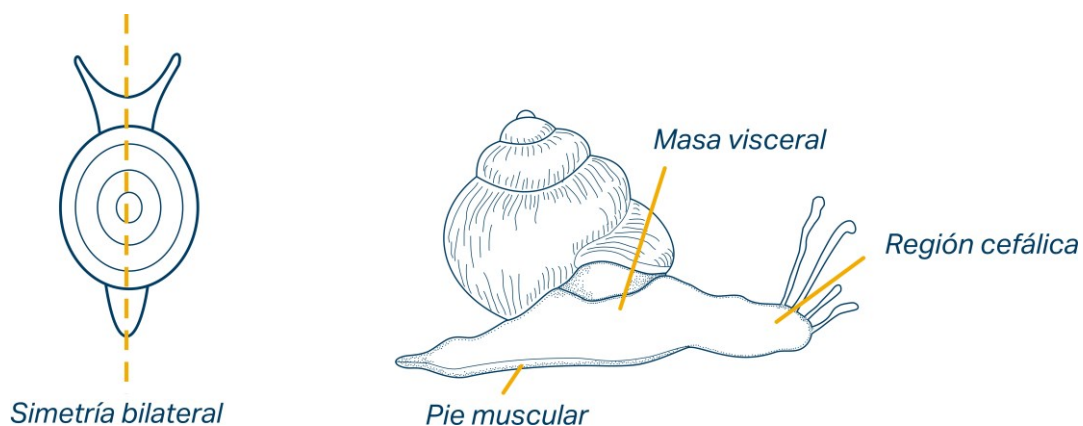


El éxito de los moluscos radica en que su evolución les ha facilitado su adaptación a ambientes terrestres y acuáticos, tanto de agua dulce como salada, ocupando casi en su totalidad todos los nichos ecológicos existentes gracias a su amplia variedad de morfometrías corporales.

Alcanzan tamaños desde microscópicos hasta superar los 10 metros (en el caso del calamar gigante), su alimentación varía en función de cada especie, encontrando moluscos herbívoros, carnívoros, omnívoros o incluso parásitos.

Los moluscos se caracterizan por ser animales con simetría bilateral; el cuerpo se organiza a lo largo de un eje longitudinal, es decir, la mitad derecha es una imagen especular aproximada de la mitad izquierda.

Su cuerpo es blando y está dividido en una región cefálica, una masa visceral y un pie muscular. La concha es calcárea y es segregada por un órgano presente en la piel llamado manto. Si bien la concha es característica del grupo, en su etapa adulta no siempre está presente, como es el caso de los pulpos y babosas de mar, o se encuentra en su interior y muy modificada, como en sepias o calamares. En muchas especies de moluscos destaca también la rádula, un órgano raspador compuesto de una membrana en forma de cinta sobre la que se encuentran hileras de dientes, desde unos pocos hasta varias decenas de miles. Con la rádula raspan la superficie del sustrato para alimentarse de las pequeñas algas y otros organismos que las recubren. Esta estructura no está presente en los bivalvos.



En cuanto a la reproducción, los moluscos se reproducen de manera sexual, existiendo especies monoicas (ambos sexos en un mismo individuo) y dioicas (sexos separados).

Se estima que los fósiles de moluscos más antiguos que se han encontrado datan del precámbrico tardío (período Ediacárico) o del Cámbrico temprano, es decir, de hace entre 650 y 500 millones de años.

## 2. El gasterópodo *Dendropoma lebeche*

Como se ha comentado con anterioridad, el hábitat arrecifes en el Mediterráneo está representado por las cornisas de verméticos. En el presente apartado vamos a centrarnos en la especie que forma estas cornisas, *Dendropoma lebeche*, conocida con el nombre común de vermético.

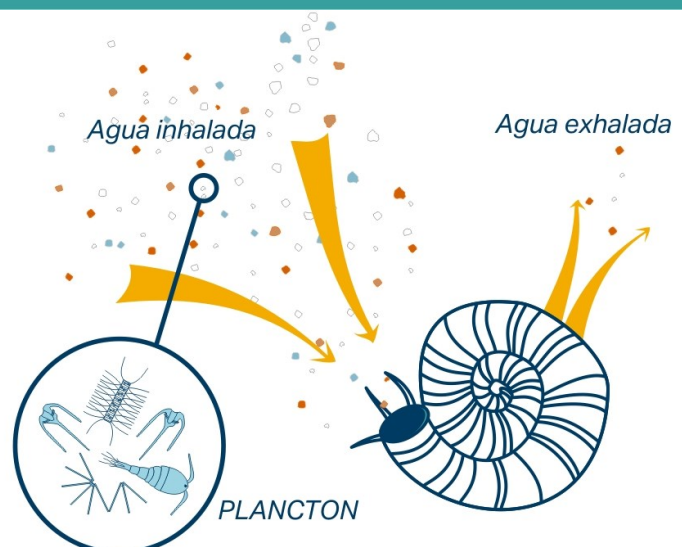
### 2.1. Morfología

*Dendropoma lebeche* es un gasterópodo de pequeño tamaño -de apenas 2 centímetros de largo y 3 milímetros de diámetro- que, a diferencia de las caracolas típicas, vive fijo al sustrato formando arrecifes. La concha de estos moluscos se enrosca en sentido de las agujas del reloj cuando los ejemplares se localizan aislados o en colonias poco densas. Pero a menudo, cuando se agregan en colonias muy densas, la falta de espacio hace que la concha se curve de manera irregular.



### 2.2. Alimentación

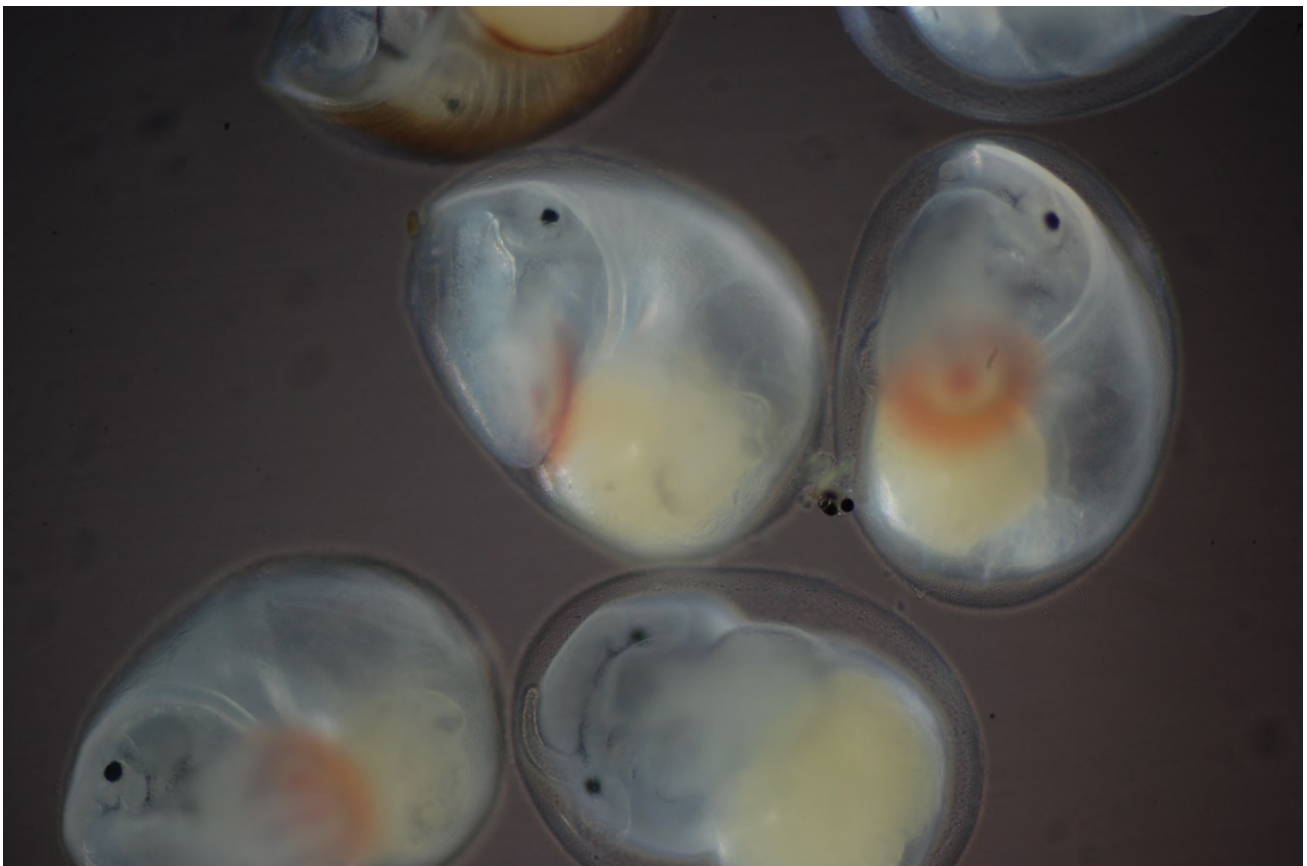
Son animales filtradores; su estrategia de alimentación consiste en filtrar el agua de su alrededor, de donde capturan las partículas necesarias para su alimentación.



## 2.3. Reproducción

Se reproducen desde primavera hasta otoño, siendo la primavera la época de mayor intensidad. El proceso de fecundación es peculiar: los machos liberan el esperma al medio, pero las hembras retienen los huevos en su interior, captando del mar los gametos masculinos que utilizan para fecundarlos. A diferencia de la mayoría de gasterópodos, las hembras incuban los huevos en el interior de la concha hasta su eclosión. El proceso de fecundación es por tanto interno, pudiendo las hembras albergar hasta 90 huevos en su interior y no presenta una fase larvaria de vida libre, ya que salen del tubo de la madre como pequeños juveniles sin gran capacidad de dispersión, por lo que apenas se pueden alejar unos metros de sus progenitores, 10 m como máximo, y a menudo apenas se alejan y se asientan en las inmediaciones de la abertura de éstos.

Sigue siendo un misterio el cómo teniendo esta estrategia reproductiva ha llegado a colonizar islas relativamente alejadas de la costa (p.ej. la de Alborán). La teoría más extendida es que estos pequeños juveniles tienen capacidad para mantenerse en aguas abiertas, flotando por tensión superficial o reptando bajo la superficie del mar.



Larvas de *Dendropoma lebeche*

## 2.4. Distribución

Durante mucho tiempo se ha pensado que en el mar Mediterráneo había una sola especie de vermético formadora de arrecifes: *Dendropoma petraeum*. Sin embargo, hace menos de una década, detallados estudios genéticos permitieron discriminar que en este mar había 4 especies, todas ellas con una morfología bastante similar (aun con pequeñas diferencias) pero con una distribución geográfica bastante diferenciada:

- *Dendropoma cristatum*: se distribuye en la zona central del Mediterráneo.
- *Dendropoma anguliferum*: forman colonias en la zona más oriental del Mediterráneo.
- *Dendropoma lebeche*: ubicada en el margen más occidental de la cuenca mediterránea.
- *Dendropoma sp.*: especie aún por describir y nombrar ubicada en el entorno del mar Egeo.

Por tanto, en el litoral mediterráneo español la especie que se encuentra es *Dendropoma lebeche*.



Distribución del género *Dendropoma*.

## 2.5. Estatus legal

La importancia ecológica de *Dendropoma lebeche*, su distribución endémica y la elevada resiliencia de las formaciones organógenas a las que da lugar -crecimiento muy lento y edad de centenas de años-, ha motivado la inclusión de este gasterópodo en las siguientes listas de especies protegidas:

- Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona). Anexo II (Lista de Especies en Peligro o Amenazadas). 1976.
- Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (Convenio de Berna). Anexo II (Fauna en Peligro o Amenazada). 1979.
- Catálogo Español de Especies Amenazadas. Dentro de la categoría de “vulnerable”. 1999.
- Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas con la categoría de “vulnerable”. 2008.
- Lista Roja de los Invertebrados Marinos del Mar Balear, con la categoría de “casi amenazada”. 2016.

La categoría “vulnerable” significa que corre el riesgo de pasar a estar “en peligro de extinción” si los factores adversos que actúan sobre ella no son corregidos. Una especie está “casi amenazada” cuando ha sido evaluada según los criterios para en “peligro crítico”, “en peligro” o “vulnerable”, y no los satisface actualmente, pero está próxima a satisfacerlos, o posiblemente los satisfaga en un futuro muy próximo.

## 3. Las cornisas de vermétidos

Las cornisas de vermétidos son estructuras microarrecifales constituidas por la asociación de dos grupos de organismos: moluscos gasterópodos (vermétidos) que viven fijos al sustrato, y algas calcáreas, que cementan los espacios entre los vermétidos.

En el sureste peninsular, estas bioconstrucciones están formadas por la asociación del gasterópodo *Dendropoma lebeche* y algas calcáreas; la más habitual *Neogoniolithon brassica-florida*.



Cornisa de vermétidos

### 3.1. Distribución

Estas formaciones se desarrollan en la zona de rompiente, entre la orilla y los 3 m de profundidad, sobre plataformas rocosas de escasa pendiente, en los tramos de litoral bañado por aguas limpias, no contaminadas y con escasos aportes terrígenos.

Las cornisas de vermétidos son endémicas del Mediterráneo, es decir, se distribuye de forma natural en las costas mediterráneas, y únicamente se desarrollan en las áreas más cálidas. En el litoral peninsular alcanzan su máximo desarrollo en las costas de Alicante, Murcia y Almería.

## 3.2. Bioconstrucciones

Las cornisas de vermétidos son bioconstrucciones, es decir, estructuras sólidas creadas por organismos vivos. De hecho, los vermétidos son considerados especie ingeniera de ecosistemas ya que, a menudo, viven asociados a un alga calcárea que crece alrededor de los individuos, cimentándolos y dándoles una consistencia que da lugar a distintos tipos de formaciones arrecifales. Estas, que suponen un hábitat en sí, son muy características y llegan a albergar una gran diversidad de algas e invertebrados (principalmente poliquetos, moluscos y pequeños crustáceos).

La formación de las cornisas de vermétidos es un proceso muy lento; existen formaciones arrecifales en el Mediterráneo datadas entre 450 y 650 años, aún en crecimiento, que presentan ejemplares vivos en su superficie.



Cornisa de vermétidos. El hábitat que forman alberga a otros organismos

### 3.3. Importancia



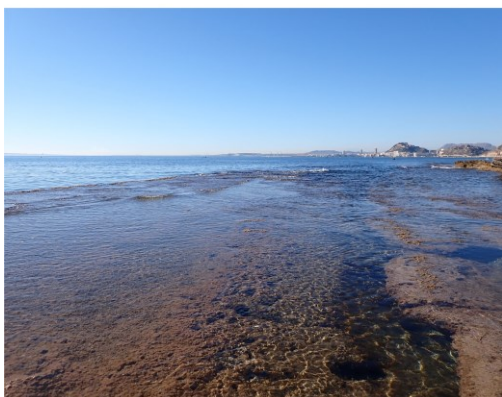
La cercanía a la orilla de las colonias y su poca profundidad protegen a la costa del oleaje al ejercer de escolleras naturales, impidiendo así que la energía del oleaje durante los temporales marítimos impacte directamente sobre la costa, con los consecuentes daños que eso conlleva.



Al tratarse de una especie sensible a la contaminación, es un excelente indicador de la calidad del agua y del estado de conservación del ecosistema. Además, filtran el agua de mar reduciendo la turbidez, los nutrientes y los compuestos nocivos.



Las colonias de *D. lebeche* dan hogar a multitud de especies de algas, invertebrados (como moluscos, poliquetos y pequeños crustáceos) y vertebrados (pequeños peces), lo que promueve la diversidad.



Las formaciones de vermétidos, tienden a localizarse entre la zona de rompiente, marcando el nivel medio del mar. Junto con la perdurabilidad de su exoesqueleto calcáreo (fácil fosilización) las colonias de *D. lebeche* son ideales para estudios paleoclimáticos, es decir, el estudio del cambio del nivel del mar, así como las variaciones de temperatura del agua superficial a lo largo de prolongados periodos de tiempo.



## 3.4. Vulnerabilidad

La sensibilidad a los cambios de su entorno hace que *D. lebeche* sea una especie particularmente vulnerable a las actividades humanas que se desarrollen en sus proximidades. La concentración de estas actividades cerca del litoral implica una entrada de nutrientes (eutrofización) que afecta al estado trófico del sistema. Uno de los primeros efectos es el crecimiento de algas oportunistas, que pueden “ahogar” a la propia bioconstrucción (además de afectar al resto de comunidades algales).

Su cercanía a la costa, muchas veces formando parte de esta, y su poca profundidad hace que las colonias que se encuentran próximas o en zonas de baño, sufran el pisoteo de los bañistas o incluso de pescadores que aprovechan esta plataforma para pescar. El pisoteo continuo puede romper las estructuras arrecifales y contribuye a la eutrofización de las aguas, lo que provocaría el efecto comentado anteriormente.

Además, su proximidad a la costa también hace a las colonias muy susceptibles de sufrir de manera, tanto directa como indirecta, las modificaciones que se realicen en la costa como puertos, escolleras, urbanismo o regeneración de playas. Una mayor carga de sedimento puede bloquear los mecanismos de filtración del vermético e incluso enterrar a toda la comunidad.

Las cornisas de verméticos son muy sensibles a diferentes vertidos o formas de contaminación. Un caso notablemente visible es el de los hidrocarburos. Las manchas de alquitrán se pegan en la zona de rompiente, justo en el propio hábitat de los verméticos (y de otras muchas especies), enterrando y asfixiando a los distintos organismos.

### ACTIVIDADES ANTRÓPICAS



Pisoteo de bañistas y pescadores.



Contaminación por hidrocarburos.



Vertidos de aguas dulces, salobres, de lastre y residuales.



Modificaciones de la línea de costa.

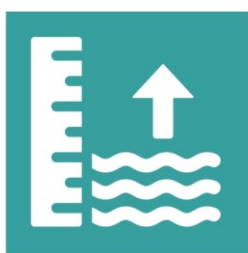
Por otro lado, las cornisas son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático. La subida de la temperatura del planeta en 1°C se ha visto reflejado en mares y océanos provocando, entre otros:

- La subida del nivel del mar, que implicará cambios en el entorno y la necesidad de un ajuste de la ubicación de sus hábitats. Como ya se ha comentado, las cornisas de verméticos marcan el nivel medio del mar, por lo que un cambio en esta característica

puede provocar que queden sumergidos y cubiertos por las algas, causando su muerte total o parcial. Ante este hecho los organismos constructores deberán modificar la ubicación de sus hábitats, lo cual supone un problema dada la escasa capacidad de dispersión de la especie.

- La disminución del pH oceánico (acidificación del agua) por el aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, afecta de manera directa a su exoesqueleto calcáreo, ya que produce la disolución de las conchas de los moluscos que forman los arrecifes. La acidificación también puede producir una disminución en la talla de los individuos de ciertas especies.
- El calentamiento de los océanos produce estrés térmico sobre *Dendropoma lebeche*, que puede afectar, entre otros, a su crecimiento y reproducción. El estrés térmico es un término para describir un cambio de temperatura que es lo suficientemente severo como para causar condiciones desfavorables, e incluso letales, para los organismos acuáticos, sus poblaciones, la estructura comunitaria o el ecosistema. Los organismos acuáticos han evolucionado para funcionar de manera más eficiente dentro de un rango óptimo de temperatura del agua; cualquier variación de temperatura les afecta a diferentes niveles (biológico, fisiológico, ecológico...).
- La entrada de especies exóticas invasoras que pueden desplazar a las especies autóctonas que forman los arrecifes. La mayoría de las especies marinas invasoras provienen del agua de lastre de los barcos, pero existen multitud de vías de entrada tanto intencionales como accidentales. Pueden desplazarse adheridas a cascos y amarres de los barcos, e incluso sobre las miles de toneladas de plásticos que flotan en el océano, o pueden ser liberadas de forma accidental. Si bien la principal entrada de especies marinas invasoras no está relacionada directamente con el cambio climático, sus efectos están permitiendo que las especies exóticas invasoras colonicen ecosistemas donde antes no estaban presentes.

### CAMBIO CLIMÁTICO



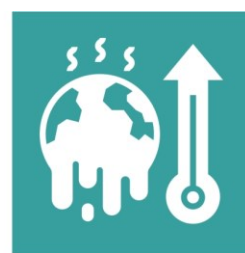
Subida del nivel del mar.



Entrada de especies invasoras.



Disminución del pH oceánico.



Calentamiento de los océanos.

## 3.5. Protección legal

Las cornisas de vermétidos se incluyen dentro del hábitat 1170 “Arrecifes” de la Directiva Hábitats europea (Directiva 92/43/CEE). Están consideradas, por tanto, como hábitats de interés comunitario, por lo que, tal y como establece la Directiva, su conservación dentro del territorio de la Unión Europea se debe garantizar mediante la creación de una red de espacios protegidos en los que estén representados. Esta red de espacios protegidos es la Red Natura 2000.

### **EL HÁBITAT 1170 “ARRECIFES” DE LA DIRECTIVA HÁBITATS**

La Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (conocida como Directiva Hábitats) tiene por objeto la protección de los tipos de hábitat naturales y las especies silvestres de la Unión Europea (exceptuando las aves, que se regulan por la Directiva Aves (Directiva 2009/147/CE), mediante el establecimiento de una red ecológica y un régimen jurídico de protección de las especies. Identifica más de 200 tipos de hábitat y más de 900 especies de interés comunitario y establece la necesidad de conservarlos. Para ello obliga a que se adopten medidas para mantenerlos o restaurarlos en un estado favorable. Su principal resultado es la creación de la Red Natura 2000.

Uno de los hábitats identificado por la Directiva es el hábitat “Arrecifes” (código 1170) que incluye medios rocosos, parcial o totalmente sumergidos, como campos de bloques o guijarros, paredes verticales, etc., y superficies de origen biológico construidas por corales o moluscos.

### **LA RED NATURA 2000**

La Red Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Tiene como misión asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y hábitats de Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad y a compatibilizar la conservación con el desarrollo de actividades sostenibles. Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), establecidas de acuerdo a la Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves.

Es el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea.

## 3.6. Conservación de las cornisas de vermétidos. ¿Cómo puedes ayudar?

El litoral es el hogar de innumerables especies, un refugio para la vida silvestre y un escenario donde la naturaleza y el ser humano se encuentran. Cada acción cuenta para asegurar que las generaciones futuras también puedan disfrutarlo.

Al acudir a zonas de costa rocosa, es importante poner especial cuidado en escoger el lugar por donde entrar al agua para minimizar el riesgo de dañar o romper las estructuras microarrecifales de *Dendropoma lebeche* por simple pisoteo involuntario. Hay que tener en cuenta que junto a *D. lebeche* existen otras especies de animales y algas sensibles al pisoteo. Con tales precauciones, además, se minimizaría el riesgo de pisar especies peligrosas como los erizos o las anémonas, habituales en el litoral rocoso y en las plataformas de abrasión. De igual manera, hay que evitar instalar las sillas o tumbonas dentro del agua sobre las plataformas rocosas de la orilla.

De manera adicional, es importante no aplicarse en el cuerpo determinados aceites y cremas solares que, al entrar en contacto con el agua, se dispersen afectando al ecosistema. Actualmente, en el mercado existen aceites y cremas solares diseñadas específicamente para no dañar al ecosistema marino y con un etiquetado claro para diferenciarlas de las demás.

Hay que recoger todos los desperdicios que se generen durante la estancia en la costa y depositarlos en los contenedores adecuados; a ser posible, en los contenedores de reciclaje. De cualquier modo, lo ideal sería utilizar envases reutilizables y así evitar la generación de residuos.

Como hemos comentado con anterioridad, las cornisas de vermétidos son especialmente sensibles al cambio climático. Por tanto, también puedes ayudar a proteger el litoral en tu día a día, adoptando usos y costumbres que contribuyan a minimizar el cambio climático.

### ACCIONES QUE CONTRIBUYEN A MININIZAR EL CAMBIO CLIMÁTICO



Deposita la basura en los contenedores adecuados.



Reduce el consumo de energía.



Fomenta el uso de las energías renovables.



Opta por textiles fabricados con fibras naturales.



Usa bolsas reutilizables.



Elige productos ecológicos y de proximidad.



Escoge artículos hechos con material reciclado.



Opta por el transporte público.



Evita el uso de cosméticos que tengan microplásticos.



Participa activamente; hazte voluntario.

## 4. Reintroducción de *D. lebeche* en la Comunidad Valenciana

Dada la importancia de esta especie por los múltiples beneficios que aporta al ecosistema, se propuso la idea de trasladar colonias de *Dendropoma lebeche* a lugares donde las condiciones se consideran apropiadas para su crecimiento, pero que, por diversos motivos, no se ha establecido la especie de manera natural o han desaparecido debido a diferentes factores.

Para ello, lo primero que se ha hecho ha sido determinar las condiciones ideales para la reintroducción de esta especie. Según un estudio llevado a cabo por el Instituto de Ecología Litoral, las colonias de *Dendropoma lebeche* en mejor estado de conservación crecen principalmente en zonas donde la energía y la altura media del oleaje son bajas (menor a 1,30 Kw/m y menor a 0,80 m, respectivamente) y en ausencia de contaminación.

Teniendo en cuenta estos parámetros se estableció que las mejores zonas de la Comunidad Valenciana para el crecimiento de esta especie se dan en la provincia de Alicante, en los tramos de costa de sustrato rocoso. De acuerdo con estos resultados se estableció una zona donante (Cala Manzanera-Calpe) de donde se extrajeron los fragmentos de *Dendropoma* y tres zonas receptoras en donde no se reproduce la especie, pero que cuentan, *a priori*, con las condiciones ecológicas necesarias para su desarrollo: la escollera de Punta del Raset (Dénia), la escollera sur de Puerto Blanco (Calpe) y la escollera norte del puerto de El Campello.

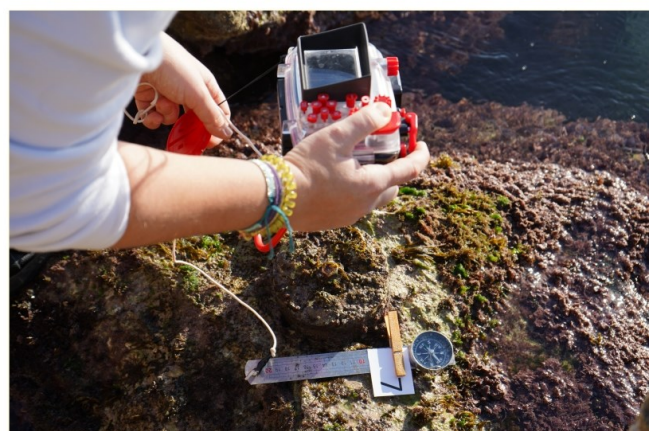


Zona donante. Cala Manzanera-Calpe

Se diseñaron y elaboraron unos soportes circulares de hormigón drenante sobre los que se adhirieron fragmentos de colonias de *D. lebeche* de entre uno y tres centímetros. Los fragmentos de colonia se extrajeron de la Cala de la Manzanera, en Calpe, donde se encuentra una colonia de *D. lebeche* muy extensa y en excelente estado de conservación. La extracción de estos fragmentos se realizó de forma manual, con ayuda de cincel y martillo, con objeto de dañar lo menos posible la zona afectada. Los fragmentos extraídos se fijan a los soportes de hormigón con masilla resistente al agua marina y fueron trasladados en recipientes de agua de mar hasta la zona receptora. En la zona receptora los soportes de hormigón se fijaron al sustrato con una broca.

Se instalaron nueve soportes en cada una de las zonas receptoras, a las cuales se acude cada tres meses aproximadamente para revisar la evolución de las colonias trasplantadas, constatar si continúan vivas, o si se han reproducido y se han asentado nuevos juveniles de *D. lebeche*.

Asimismo, en la zona donante se instalaron también nueve soportes circulares con fragmentos para conocer la evolución de estos fragmentos como base de referencia, ya que el buen estado de conservación de la colonia presente en la cala denota que las condiciones medioambientales para el desarrollo de esta especie son óptimas en este punto del litoral.



1. Extracción de fragmentos de colonias donantes. 2. Fijación en soportes de hormigón. 3. Soporte de hormigón colonizado por nuevos ejemplares. 4. Toma de datos.

Los primeros resultados han arrojado los siguientes datos:

- Las zonas de las que se extrajeron los fragmentos donantes se recuperan.
- En los soportes instalados en la zona donante aparecen nuevos individuos de D. lebeche, indicando la viabilidad de los soportes como sustrato para la proliferación de vermétidos.
- Los fragmentos donantes instalados en las zonas receptoras continúan con vida en su mayor parte, confirmando que las condiciones del medio son aptas para el desarrollo de D. lebeche.

Esta iniciativa, impulsada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en colaboración con la Generalitat Valenciana, se enmarca en el proyecto LIFE INTEMARES. Esta acción está ejecutada por el Instituto Ecología Litoral.

# Actividad 1. El método científico en la investigación ecológica

## Objetivos

- Conocer las fases del método científico.
- Identificar las distintas fases del método científico en un proyecto.
- Plantear un experimento en el campo siguiendo las fases del método científico.

## Introducción

El método científico es una herramienta fundamental en la investigación en ecología. La ecología es la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y su entorno, y para ello, se apoya en el método científico para desarrollar hipótesis y comprobarlas a través de la experimentación.

La investigación ecológica sigue una serie de pasos que se enmarcan dentro del método científico. Estos pasos nos permiten abordar de manera sistemática los problemas ecológicos y obtener resultados objetivos y verificables.

Los pasos del método científico son:

1. **Observación:** Es una etapa fundamental en la ecología, ya que permite identificar los problemas ambientales y sus posibles causas. A partir de la observación, se pueden formular hipótesis que se someten a pruebas mediante experimentos y análisis de datos.
2. **Formulación de hipótesis:** A partir de la observación, se formula una hipótesis que explique el fenómeno o problema observado. La hipótesis es una suposición que puede ser probada y refutada a través de la experimentación.
3. **Experimentación:** Una vez formulada la hipótesis, se diseña un estudio, en el cual se realiza un diseño de muestreo para la obtención de datos.
4. **Recolección y análisis de datos:** Se lleva a cabo el muestreo y se recolectan los datos necesarios para probar la hipótesis. Es importante asegurarse de que los datos sean recolectados de manera precisa y objetiva. Una vez obtenidos los datos, se analizan, lo que permite evaluar si la hipótesis es compatible con los datos recopilados o es preciso refutarla y plantear una nueva hipótesis.
5. **Conclusiones y comunicación de resultados:** Finalmente, se extraen conclusiones basadas en los resultados obtenidos y se comunican los hallazgos a través de informes científicos, artículos o presentaciones.



Al seguir estos pasos, se pueden realizar investigaciones ecológicas sólidas y obtener resultados confiables que contribuyan al avance del conocimiento en el campo de la ecología

## Desarrollo

**Identificar las fases del método científico seguido en el proyecto “Reintroducción de *Dendropoma lebeche* en la Comunidad Valenciana”.**

El alumnado, en grupos de 2 o 3, rellenan la siguiente tabla a partir de los datos de la exposición.

Observación	
Hipótesis	
Experimentación	
Recogida y análisis de datos	
Conclusiones	

### Plantear un experimento en el campo

Este verano han aparecido gran cantidad de medusas en la playa y es importante conocer a qué se debe este aumento. El alumnado plantea una hipótesis sobre a qué se debe este aumento de medusas y el experimento que realizarían si fueran un grupo de investigadores para comprobarla o desestimarla. Se pueden plantear distintas observaciones para cada uno de los grupos que forme el alumnado.

Observación	Han aparecido gran cantidad de medusas en la playa.
Hipótesis	Es debido a un aumento en el número de turistas.
Experimento	<p>Selección de la/s zona/s de estudio.</p> <p>Toma de datos de avistamiento de medusas.</p> <p>Toma de datos de cantidad de turistas en la playa durante varios años.</p> <p>Análisis de datos para comprobar si existe relación entre el número de turistas y la cantidad de medusas.</p>

# Actividad 2. El cambio climático

## Objetivos

- Conocer cómo afecta el cambio climático al medio marino.
- Conocer cómo repercute el cambio climático en hábitats y especies marinas.
- Identificar usos y costumbres que ayudan a mitigar el cambio climático.

## Introducción

El cambio climático es una alteración en los patrones climáticos. Incluye modificaciones significativas de temperatura, precipitación y otras variables, que ocurren a largo plazo.

Los científicos coinciden en señalar que la causa del actual cambio del clima es la emisión, como resultado de la actividad humana, de los denominados “gases de efecto invernadero”. Estos gases, incrementan la capacidad de la atmósfera terrestre para retener calor, dando lugar al fenómeno del calentamiento global.

La subida de la temperatura global del planeta en 1°C se ha visto reflejada en cambios en el medio marino, de los cuales destacan:

- Aumento de la temperatura del agua.
- Aumento del nivel del mar.
- Acidificación de los océanos.
- Alteración de las corrientes oceánicas.
- Aumento de los fenómenos meteorológicos extremos.

Estos cambios en mares y océanos repercuten de manera directa en los hábitats marinos, lo que a su vez puede provocar la extinción de especies, migraciones y alteraciones en el metabolismo de las especies que los habitan.

Las respuestas humanas para hacer frente al cambio climático se agrupan en dos grandes categorías: la mitigación y la adaptación. La mitigación agrupa al conjunto de estrategias orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano, mientras que la adaptación agrupa estrategias orientadas a evitar o limitar los riesgos derivados del cambio climático.

Algunos ejemplos de acciones de mitigación son: la utilización de energías renovables, el fomento del transporte ecoeficiente (transporte público, bicicleta, etc.) y el reciclaje de residuos. Acciones de adaptación son, entre otras, la restauración de la cubierta vegetal, la construcción de diques para protegerse frente a los temporales, el desarrollo de sistemas de alerta meteorológica, y el desarrollo de planes de emergencia y evacuación.

# Desarrollo

## Actividad 2.1. Cómo afecta el cambio climático a los organismos marinos

Los alumnos se dividen en grupos, buscan información y preparan una breve presentación sobre cómo afecta o puede afectar el cambio climático a diversas especies, que pueden ser, entre otras:

- Tortuga marina
- Pingüino
- Arrecifes de coral
- Medusas
- Praderas de *Posidonia oceanica*
- Mamíferos marinos
- Especies invasoras

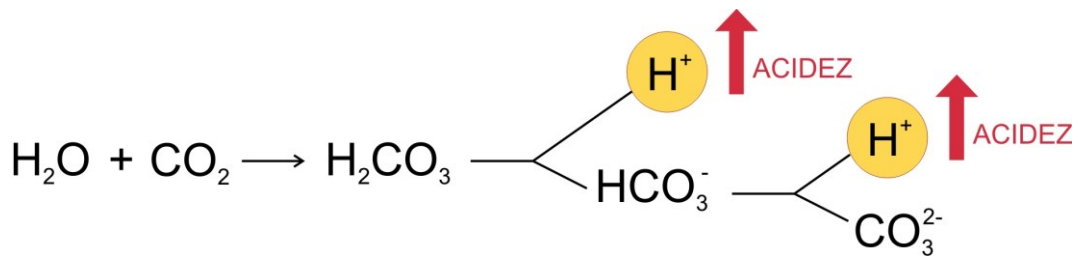
Las presentaciones se exponen en clase al resto del alumnado para compartir conocimientos.

## Actividad 2.2. El efecto de la acidificación sobre los animales con concha

Definición de acidificación del océano. *Reducción del pH del océano, acompañada de otros cambios químicos (principalmente en los niveles de iones de carbonato y bicarbonato), durante un período prolongado, típicamente décadas o más, que es causada principalmente por la absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico, pero también puede ser causada por otras adiciones o sustracciones químicas del océano.*

Es importante repasar en este momento con los alumnos el concepto de pH. *El pH es un índice ampliamente utilizado que nos indica el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. El pH (potencial de hidrógeno) indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una disolución. Los valores de pH establecen una escala que va desde 0 a 14 unidades. Si dicho rango se encuentra entre 0 y 7 hablamos de acidez, mientras que si se encuentra entre 7 y 14 diremos que la sustancia es básica o alcalina. Si el pH es 7, hablamos del valor neutro.*

El aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera conlleva que los océanos absorban mayores cantidades de dióxido de carbono a un ritmo cada vez más rápido. Cuando el CO<sub>2</sub> adicional liberado en la atmósfera se disuelve en el agua de mar, tienen lugar una serie de reacciones químicas que resultan en el proceso conocido como la acidificación oceánica. El CO<sub>2</sub> se disuelve en el agua de mar para formar ácido carbónico, liberando iones hidrógeno y cambiando la química de los océanos hacia condiciones más ácidas.



Ante el aumento de la acidez, los iones de hidrógeno ( $\text{H}^+$ ), que ahora están en exceso, se unen a los iones carbonato libres en el agua y forman iones bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). Esto afecta negativamente a los organismos con concha, que necesitan iones carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) para formar sus estructuras esqueléticas de carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ). Como consecuencia se reduce su capacidad de crecimiento, protección y supervivencia.

En esta actividad los alumnos descubren cómo afecta la acidificación de los océanos a los animales con concha mediante un sencillo experimento.

Materiales	Conchas marinas Envases de vidrio Vinagre Agua Etiquetas Marcador
Instrucciones	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir una concha marina en cada uno de los envases de vidrio</li> <li>2. Verter agua en el primer envase hasta cubrir la concha y etiquetar el envase con el nombre "AGUA"</li> <li>3. Verter vinagre (que es un ácido) en el segundo envase hasta cubrir la concha y etiquetar el envase con el nombre "ÁCIDO". El cambio climático no hará que los océanos sean tan ácidos como el vinagre, pero el uso de un ácido más fuerte hará que el experimento se lleve a cabo dentro de la capacidad de atención de los alumnos.</li> <li>4. Observa los envases. ¿Puedes ver algún cambio visible? Es posible que ya hayas notado la formación de burbujas alrededor de la concha marina en el recipiente de vinagre. Esto es una prueba de una reacción química. El ácido acético del vinagre está reaccionando con el carbonato de calcio de las conchas. Cuando reaccionan, liberan dióxido de carbono, que son las burbujas. Es una reacción ácido-base entre un ácido (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>) y un carbonato (<math>\text{CaCO}_3</math>).           <math display="block">2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math> </li> <li>5. Coloca los contenedores en un lugar seguro y déjalos reposar. Revísalos después de unas horas, y otra vez después de 24 horas. ¿Qué pasó con la concha en el agua con vinagre?, ¿es más fina?, ¿es más frágil?</li> </ol>

Conclusiones	El agua de mar ácida disuelve las conchas de los moluscos y dañará a los animales que viven en su interior, lo que a su vez puede perjudicar a los animales que se encuentran más arriba en la cadena alimentaria del océano, incluidas las aves marinas
--------------	--

Para facilitar la tarea el alumno puede anotar los siguientes datos:

Fecha y hora	Observaciones	
	ENVASE CON AGUA	ENVASE CON ÁCIDO

\*En caso de no observar cambios a las 24h, reemplazar el vinagre

### Actividad 2.3. ¿Cómo contribuyo para evitar el cambio climático?

Entre todos los alumnos se hace una lluvia de ideas sobre hábitos para evitar el cambio climático. La lista se distribuye entre todos los alumnos, los cuales, a lo largo de la semana marcarán diariamente cuál o cuáles de ellas han realizado. La columna final se completa con SI/NO para indicar si se practica o no el hábito en cuestión.

Hábitos para evitar el cambio climático								¿Tengo este hábito?
	L	M	X	J	V	S	D	SI/NO
Depositar la basura en los contenedores de reciclaje adecuados								
Apagar los aparatos electrónicos cuando no los uso								
Usar las escaleras en lugar del ascensor								
Usar el transporte público								

Al finalizar la semana se realiza una puesta en común. Para ello se traspasarán los datos de la columna final de cada participante a la lista del aula. Con estos datos se puede obtener el porcentaje de participantes que realizan de forma habitual cada uno de los hábitos del listado.

Se plantearán las siguientes cuestiones sobre los hábitos que realizan un porcentaje bajo de alumnos (>25%).

- ¿Encuentras impedimentos o dificultades para adoptar este hábito?
- ¿Piensas que es una medida efectiva contra el cambio climático?
- ¿Estás dispuesto a adoptar este hábito?

Se trata de motivar al alumnado adoptar hábitos y costumbres que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático.

# Actividad 3. Kahoot! “Arrecifes en el Mediterráneo”

## Objetivos

- Reforzar los conocimientos adquiridos con la exposición
- Evaluar los conocimientos adquiridos
- Fomentar la participación de los estudiantes mediante juegos

## Introducción

Kahoot permite la creación de juegos de aprendizaje, o elegir entre los ya creados, para comenzar a trabajar un tema, revisar y reforzar contenidos e incluso realizar evaluaciones. La motivación de nuestros alumnos aumenta con el uso de esta herramienta.

No es necesario instalarla en ningún dispositivo, pero sí se necesita conexión a Internet. Se accede directamente desde cualquier buscador, aunque también funciona con una app gratuita disponible para Android o iOS. Por tanto, puedes usarla en smartphones o en tablets sin coste alguno.

Kahoot tiene el potencial de motivar al alumnado, ya que cuanto antes se conteste, más puntos se pueden ganar si la respuesta elegida es la acertada. Cada participante deber tener su dispositivo si queremos jugar de forma individual para que la pueda marcar en él. Si lo hacemos de forma grupal, cada equipo tendrá el suyo. Ambos métodos potencian el carácter competitivo, algo que les divierte muchísimo.

## Desarrollo

Selecciona el kahoot “Arrecifes en el Mediterráneo” y elige el formato de juego clásico o modo equipo, dependiendo de lo que quieras potenciar: repaso, juego individual o trabajar la cooperación y la competición por equipos.

Los alumnos con sus dispositivos (tablets, móviles u ordenadores) deberán introducir su nombre o apodo para poder identificarlos en la pantalla y registrar sus puntuaciones.

El profesor proyecta la pregunta y, rápidamente, aparecen las posibles respuestas. Los alumnos deben elegir una respuesta pulsando en su dispositivo, en el que verán el símbolo con el color y la figura que corresponde a cada una; cuanto más rápidos sean, mayor puntuación obtendrán.

En su dispositivo, verán si han acertado o fallado y en qué posición van. Al final del juego podremos ver el pódium de resultados y tendremos la opción de guardarlos para consultarlos cuando queramos.



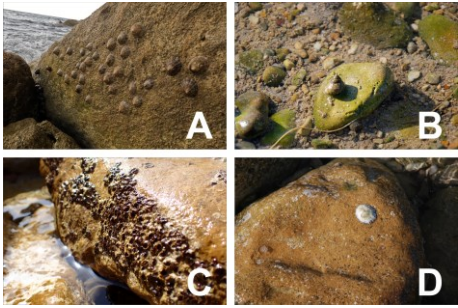


Esto permitirá al profesor evaluar el nivel de conocimientos adquiridos y observar si es necesario reforzar algún punto.

Kahoot “Arrecifes en el Mediterráneo” Código 108672



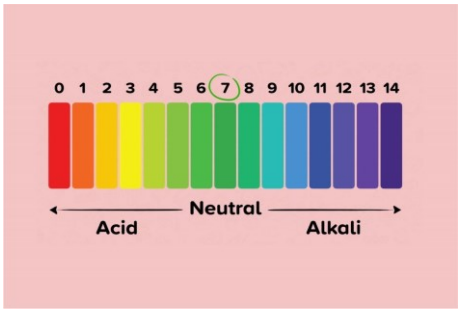
<https://play.kahoot.it/#/?quizId=3ba252e8-0a71-4d38-8ac2-d685f43ad0b1>

	<h2 style="text-align: center;">Arrecifes en el Mediterráneo</h2> <p style="text-align: center;">Kahoot sobre la exposición “Cornisas de verméticos. Arrecifes en el Mediterráneo”</p>
	<p><b>1. ¿Hay arrecifes en el Mediterráneo?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No, solo en Australia, en la gran barrera de coral. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Si, pero solo en la costa africana. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>No, porque está muy contaminado. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Si, y están protegidos. <span style="float: right;">✔</span></li> </ul>
	<p><b>2. Bivalvos, gasterópodos y cefalópodos son</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Celentéreos. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Crustáceos. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Moluscos. <span style="float: right;">✔</span></li> <li>Artrópodos. <span style="float: right;">✘</span></li> </ul>



	<p>3. ¿Cuál de estas afirmaciones sobre los moluscos es falsa?</p> <p>Todos tienen concha. ✓</p> <p>Presentan simetría bilateral. ✗</p> <p>Su cuerpo es blando. ✗</p> <p>Su tamaño es muy variable. ✗</p>
	<p>4. Los fósiles de moluscos más antiguos que se han encontrado tienen...</p> <p>Más de 1 millón de años. ✗</p> <p>Más de 60 millones de años. ✗</p> <p>Más de 100 millones de años. ✗</p> <p>Más de 600 millones de años. ✓</p>
	<p>5. En qué fotografía se observan vermétidos?</p> <p>A. ✗</p> <p>B. ✗</p> <p>C. ✓</p> <p>D. ✗</p>
	<p>6. Los vermétidos son...</p> <p>Cefalópodos. ✗</p> <p>Bivalvos. ✗</p> <p>Artrópodos. ✗</p> <p>Gasterópodos. ✓</p>
	<p>7. ¿Cuál es el nombre científico de los vermétidos?</p> <p><i>Destorba lebeche.</i> ✗</p> <p><i>Dendropoma lebeche.</i> ✓</p> <p><i>Destropoma lebeche.</i> ✗</p> <p><i>Dertopoma lebeche.</i> ✗</p>

	<p><b>8. Los vermétidos...</b></p> <p>Viven siempre aislados. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Solo viven aislados en zonas muy soleadas. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Siempre se agrupan formando colonias. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Pueden vivir aislados o formando colonias. <span style="float: right;">✔</span></p>
	<p><b>9. Cuando viven en colonias muy densas, la concha de los vermétidos</b></p> <p>Se enrosca en sentido contrario a las agujas del reloj. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Se curva de manera irregular. <span style="float: right;">✔</span></p> <p>Crece de forma lineal. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Se rompe con facilidad. <span style="float: right;">✘</span></p>
	<p><b>10. En qué imagen se observa una colonia de vermétidos?</b></p> <p>A. <span style="float: right;">✔</span></p> <p>B. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>C. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>D. <span style="float: right;">✘</span></p>
	<p><b>11. ¿Cómo se forman las cornisas de vermétidos?</b></p> <p>Por la asociación de vermétidos y algas calcáreas. <span style="float: right;">✔</span></p> <p>Por la muerte de los vermétidos. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Por la asociación de vermétidos y algas verdes. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Por la asociación de vermétidos y cianofíceas. <span style="float: right;">✘</span></p>
	<p><b>12. Las cornisas de vermétidos son un hábitat natural para muchos organismos. Los vermétidos son...</b></p> <p>Biocreadores. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Biocreantes. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Biogeneradores. <span style="float: right;">✘</span></p> <p>Bioconstructores. <span style="float: right;">✔</span></p>

	<p><b>13. La importancia de los vermétidos radica en...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protegen la costa frente a la erosión. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Crean nuevos hábitats. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Son indicadores de la calidad de las aguas costeras. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Todas las respuestas son ciertas. <span style="float: right;">✔</span></li> </ul>
	<p><b>14. El pisoteo por parte de los turistas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No afecta a las cornisas de vermétidos. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Frena la entrada de especies invasoras. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Provoca roturas en los arrecifes. <span style="float: right;">✔</span></li> <li>Únicamente afecta a las cornisas durante el verano. <span style="float: right;">✘</span></li> </ul>
	<p><b>15. La disminución del pH oceánico causada por el cambio climático</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No afecta a las cornisas de vermétidos. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Disuelve las conchas de los moluscos que forman los arrecifes. <span style="float: right;">✔</span></li> <li>Aumenta la contaminación marina. <span style="float: right;">✘</span></li> <li>Solo se produce en el océano Ártico. <span style="float: right;">✘</span></li> </ul>