Tema 2: LOS PECES



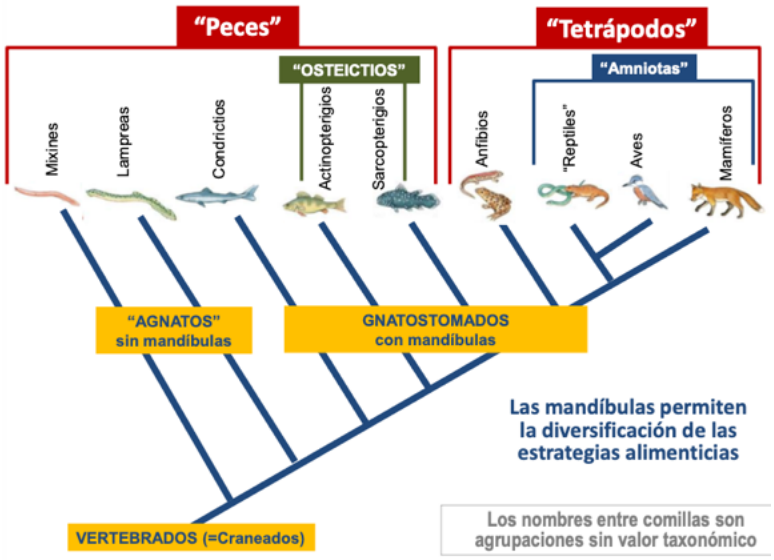
Este tema se centra en los vertebrados acuáticos tradicionalmente agrupados como peces.

Este grupo posee una enorme diversidad morfológica ya que no todos los peces responden al modelo típico de pez óseo fusiforme, por lo que se va a abordar formas muy distintas y adaptaciones muy variadas.

⇒ LOS PECES DENTRO DE LOS VERTEBRADOS

Este esquema sitúa a los peces dentro del subfilo Vertebrados o craneados y los compara con los tetrápodos. La distinción clave que aparece es la que separa a los **agnatos**, sin mandíbulas, de los **gnatostomados**, con mandíbulas.

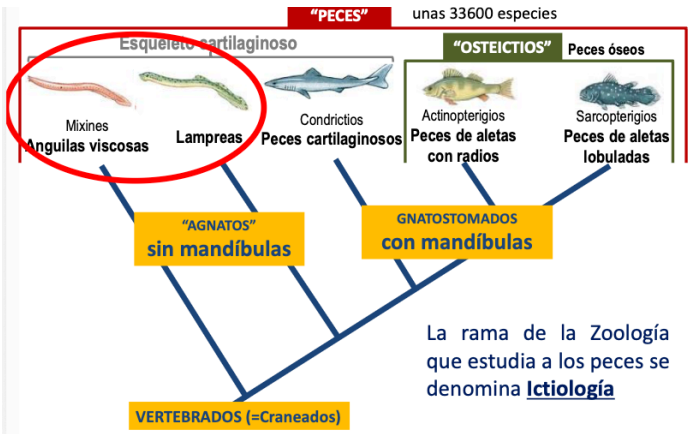
La aparición de las mandíbulas representa un avance evolutivo decisivo, porque permitió diversificar las estrategias alimenticias. También se introduce la agrupación de los osteíctios y se recuerda que algunos nombres del esquema se usan con valor didáctico, aunque no siempre correspondan a categorías taxonómicas estrictas.



⇒ QUÉ ENTENDEMOS POR PECES

Aquí se define de forma general el término peces como vertebrados acuáticos que respiran mediante branquias, generalmente con escamas y locomoción mediante aletas. Es una definición útil para empezar, aunque el propio tema mostrará que bajo ese nombre se reúnen linajes bastante distintos.

También se recuerda que **la ciencia que estudia a los peces se llama Ictiología** y que el conjunto supera ampliamente las treinta mil especies, lo que ayuda a comprender la magnitud y diversidad del grupo.

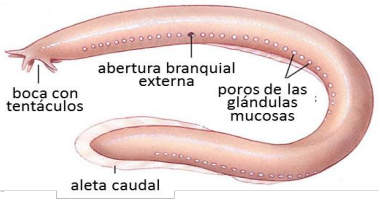


⇒ CLASE MIXINES: RASGOS GENERALES

Los ***mixines*** o anguilas viscosas se presentan como un grupo marino muy primitivo, con unas 82 especies. Carecen de mandíbulas, vértebras, escamas y aletas pares, pero conservan la **corda** en estado adulto y poseen aleta caudal.

Destacan además por sus glándulas mucosas, por sus ojos degenerados y por un olfato bien desarrollado. Sus numerosos pares de branquias y su organización corporal los convierten en animales muy importantes para entender etapas tempranas de la evolución de los vertebrados.

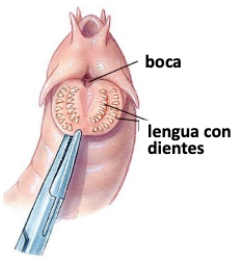




https://www.youtube.com/watch?v=PkcG5BXZM1E

⇒ MIXINES: ALIMENTACIÓN Y DEFENSA

La lengua con dentículos queratinizados permite a los ***mixines*** raspar tejidos y aprovechar peces muertos o moribundos, además de diversos invertebrados. Se trata por tanto de animales oportunistas, adaptados a una alimentación basada en presas débiles o en carroña.







Una conducta muy llamativa es la de anudarse sobre sí mismos para hacer más fuerza con la boca y deslizarse por el nudo. A ello se suma la abundante producción de limo, que tiene un gran valor defensivo y es uno de los rasgos más conocidos del grupo.



Esta imagen sirve como refuerzo visual de la anatomía y del aspecto general de los mixines. Ayuda a fijar la forma alargada del cuerpo y la simplicidad de su organización externa, rasgos que conviene asociar con su posición primitiva entre los vertebrados.

⇒ CLASE LAMPREAS: RASGOS GENERALES

Las lampreas, con unas 47 especies, pueden ser dulceacuícolas o marinas, aunque su reproducción tiene lugar siempre en los ríos. Al igual que los mixines, carecen de mandíbulas, escamas y aletas pares, pero poseen protovértebras que engloban la corda.



La boca en forma de disco y la presencia de dientes córneos anuncian ya un modo de vida muy particular. Su ciclo biológico es también importante, porque incluye una larva filtradora, el **ammocete**, claramente diferente del adulto.

⇒ LAMPREAS: PARASITISMO Y CICLO DE VIDA

El disco oral permite a muchas lampreas adherirse a otros peces, rasgar la piel con sus dientes córneos y chupar fluidos corporales. Ese comportamiento deja heridas visibles y explica su importancia ecológica y, en ocasiones, económica.





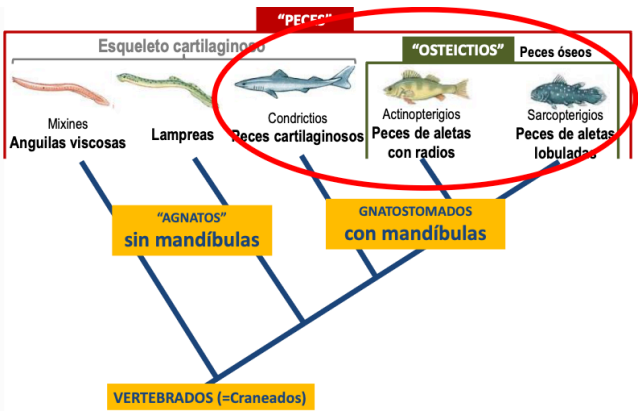


No todas las lampreas adultas se alimentan, pero en las especies parásitas este modo de vida es muy característico. El ciclo vital combina una larga fase larvaria filtradora con una metamorfosis que transforma profundamente al animal.

https://www.youtube.com/watch?v=PF-y2JJ9pIs

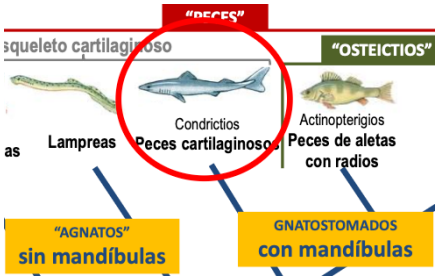
⇒ PASO A LOS GNATOSTOMADOS

Este esquema se vuelve a señalar para ver la transición desde los ***agnatos*** hacia los vertebrados con mandíbulas. En este punto del tema queda clara la separación entre los grupos sin mandíbulas y los primeros grandes linajes de peces mandibulados.



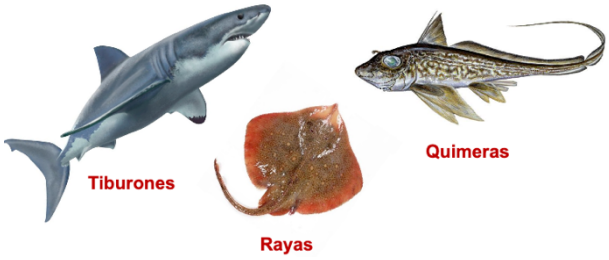
⇒ UBICACIÓN DE LOS CONDRICTIOS

La diapositiva insiste en la posición de los ***condrictios***, es decir, los peces cartilaginosos, frente a los grupos óseos. Esta reiteración es importante porque los condrictios constituyen un linaje propio, bien diferenciado, y no una simple variante menor dentro de los peces.



⇒ CARACTERES GENERALES DE LOS CONDRICTIOS

Los ***condrictios*** son principalmente marinos, aunque existe un pequeño número de especies de agua dulce. La corda aparece recubierta por vértebras y el esqueleto carece de auténtico tejido óseo, aunque el grupo procede de antecesores con hueso bien desarrollado.



Conservan tejidos mineralizados en dientes, escamas y aletas. Todo ello permite entender por qué se llaman peces cartilaginosos sin pensar erróneamente que son formas primitivas completamente simples.

⇒ ELASMOBRANQUIOS: TIBURONES Y RAYAS

Los elasmobranquios reúnen tiburones y rayas y muestran caracteres muy reconocibles, como las hendiduras faríngeas, la boca ventral y las escamas **placoideas** o dentículos **dérmicos**. Se trata del grupo más conocido entre los peces cartilaginosos.





La observación de estos rasgos externos es clave para diferenciarlos de los peces óseos y para comprender sus adaptaciones funcionales.

⇒ HENDIDURAS FARÍNGEAS

La mención a las cinco hendiduras faríngeas generales recuerda uno de los rasgos más visibles de muchos tiburones y rayas. Estas aberturas comunican directamente la faringe con el exterior y participan en la ventilación de las branquias.



⇒ BIOTIPO TIBURÓN

El cuerpo fusiforme, las aletas pares bien diferenciadas y las hendiduras laterales definen el llamado biotipo tiburón. Es un diseño muy adecuado para nadar en aguas abiertas y para la depredación pelágica.



Los espiráculos y la forma hidrodinámica del cuerpo forman parte de un conjunto de adaptaciones orientadas a la locomoción eficaz y a la captura de presas.



⇒ EJEMPLOS DE TIBURONES I

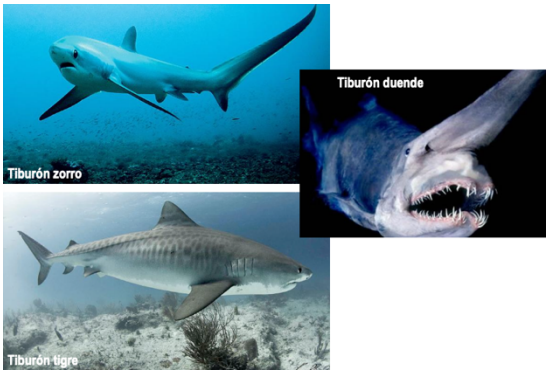
Las especies mostradas en esta diapositiva permiten ver cómo, dentro del biotipo tiburón, existe una gran diversidad de tamaños, formas de cabeza y modos de vida. Tiburón ballena, tiburón cornudo y tiburón martillo ilustran esa variedad morfológica.



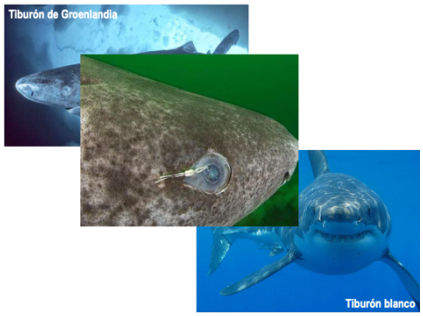


⇒ EJEMPLOS DE TIBURONES II

Los ejemplos continúan con tiburón zorro, peregrino, tigre y duende. Cada uno destaca por rasgos muy concretos, lo que ayuda a comprender que el esquema general del tiburón admite muchas especializaciones anatómicas y ecológicas.



⇒ GRANDES TIBURONES

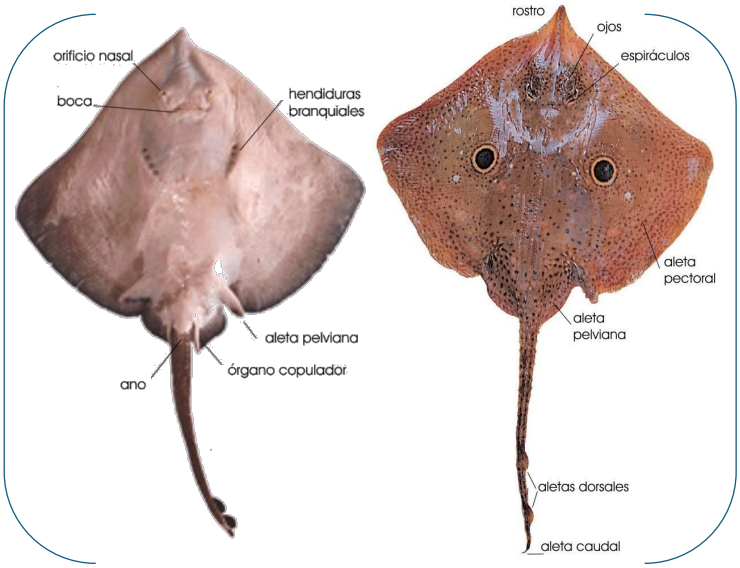


El tiburón de Groenlandia y el tiburón blanco aparecen como ejemplos llamativos por su gran tamaño, su relevancia ecológica y el interés que despiertan. Sirven para reforzar la idea de diversidad y de especialización dentro de los elasmobranquios.

⇒ BIOTIPO RAYA

Las rayas muestran un diseño corporal muy distinto del de los tiburones: cuerpo aplanado dorsoventralmente, aletas pares fusionadas con el cuerpo, hendiduras ventrales y espiráculos dorsales. Es un modelo especialmente apto para descansar y desplazarse sobre el fondo.

Su alimentación a base de moluscos y crustáceos encaja con este modo de vida bentónico.



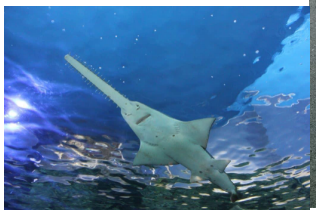
⇒ EJEMPLOS DE RAYAS



Torpedo, mantarraya, águila marina y **raya pastinaca** muestran distintas variantes del biotipo raya. Las imágenes ayudan a reconocer que, aunque comparten un diseño general, presentan adaptaciones particulares en tamaño, forma de las aletas y modo de desplazamiento.

⇒ TIBURÓN SIERRA

El tiburón sierra se destaca por su hocico alargado en forma de sierra, una especialización muy llamativa. Su inclusión sirve para mostrar hasta qué punto puede modificarse la morfología de los peces cartilaginosos manteniendo la base general del grupo.





⇒ FLOTABILIDAD Y FORMA CORPORAL EN TIBURONES

La flotabilidad de los tiburones depende en gran parte de un hígado rico en escualeno, un compuesto de baja densidad que actúa de manera semejante a un saco de flotación. Como no poseen vejiga natatoria, deben mantenerse en movimiento para contribuir a su estabilidad en el agua.

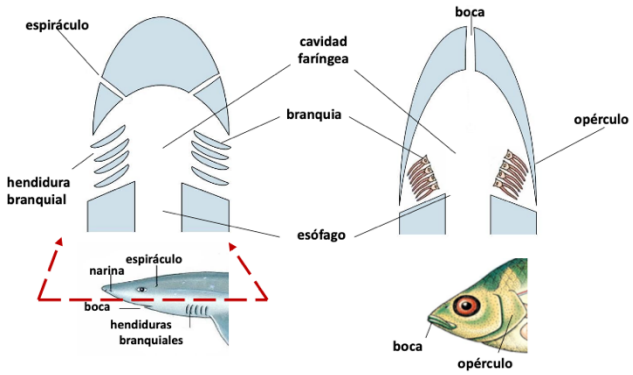
La aleta caudal heterocerca, las aletas pectorales aplanadas y la amplia superficie de la cabeza forman parte de este sistema funcional que favorece la sustentación y el desplazamiento.



⇒ RESPIRACIÓN BRANQUIAL

Las branquias derivan de las hendiduras faríngeas y pueden abrirse directamente al exterior, como ocurre en muchos condrictios, o quedar cubiertas por un opérculo, como en los peces óseos. Esta comparación es básica para entender la respiración de los peces.

La disposición anatómica de cavidad faríngea, branquias y aberturas externas muestra cómo el agua atraviesa los órganos respiratorios y permite el intercambio gaseoso.



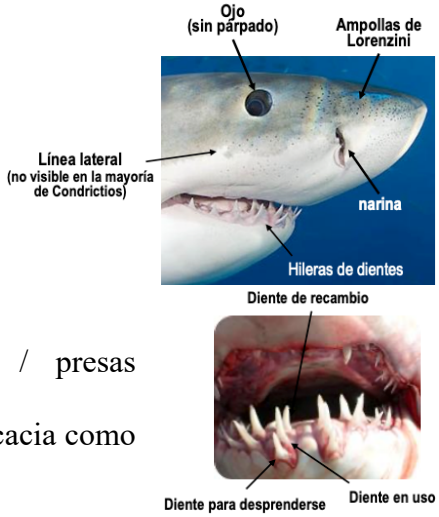
⇒ ALIMENTACIÓN Y SENTIDOS EN LOS CONDRICTIOS

La mayoría de los condrictios son depredadores y localizan a sus presas mediante un uso secuencial de distintos sentidos.

Primero intervienen las narinas, después la línea lateral, más tarde la vista y, finalmente, los electrorreceptores que detectan campos eléctricos.

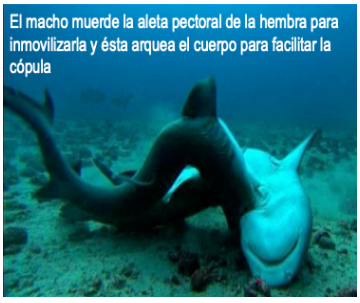
1. Narinas (olores a + de 1Km)
2. Línea lateral (vibraciones en el agua)
3. Vista (excelente)
4. Ampollas de Lorenzini (campos bioeléctricos / presas enterradas)

Esta integración sensorial explica su extraordinaria eficacia como cazadores en el medio acuático.



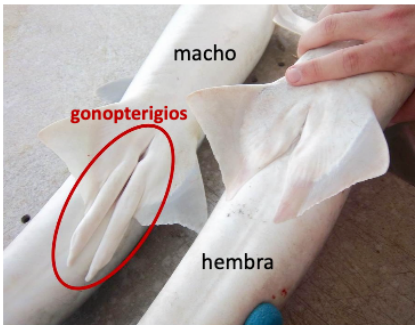
⇒ REPRODUCCIÓN DE LOS CONDRICTIOS

Los condrictios tienen sexos separados y fecundación interna. En los machos, las aletas pelvianas se modifican para formar órganos copuladores, lo que supone una diferencia importante respecto a muchos peces óseos.



Pueden ser:

1. Ovíparos (liberan huevos)
2. Ovovivíparos (el huevo se desarrolla protegido en las vías genitales de la hembra)
3. Vivíparos (la hembra proporciona protección y alimento. Nacen juveniles y no hay cuidados postnatales.



⇒ HUEVOS DE TIBURÓN



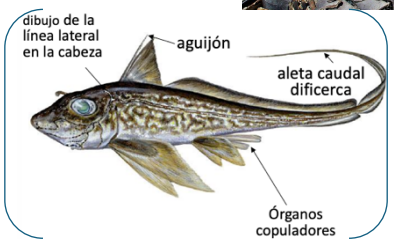
Los huevos de tiburón muestran estructuras protectoras adaptadas al desarrollo en el medio acuático. En la diapositiva se muestra la reproducción ovípara de algunos condrictios con formas concretas de cápsulas embrionarias.

⇒ ALETAS DE TIBURÓN Y PRESIÓN HUMANA



La imagen de aletas de tiburón puestas a secar en Hong Kong introduce de forma directa el problema de la explotación humana. El interés comercial por determinadas partes del cuerpo ha provocado fuertes impactos sobre muchas poblaciones de tiburones.

⇒ QUIMERAS





Las quimeras constituyen un pequeño linaje de peces cartilaginosos, con unas 55 especies, que conservan rasgos primitivos y presentan un aspecto muy particular. Poseen cuatro hendiduras branquiales cubiertas por un *pseudopérculo* y mandíbulas con placas trituradoras en lugar de dientes verdaderos.

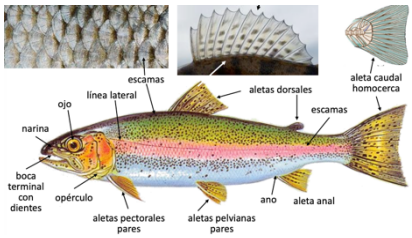
Su dieta variada y su extraña apariencia las convierten en un grupo muy interesante dentro de los *condrictios*.

⇒ ACTINOPTERIGIOS Y SARCOPTERIGIOS



La diapositiva vuelve a señalar la separación entre *actinopterigios* y *sarcopterigios*, las dos grandes líneas de peces óseos. Esta distinción será fundamental para comprender la mayoría de los peces actuales y también el origen de los *tetrápodos*.

⇒ CLASE ACTINOPTERIGIOS: RASGOS GENERALES



Los *actinopterigios*, con unas 30.000 especies, representan la mayor parte de los peces actuales. Sus aletas con radios, el opérculo, la aleta caudal generalmente homocerca y la línea lateral forman parte de sus rasgos más característicos.

La organización externa del cuerpo muestra un diseño muy eficaz para la vida acuática y explica el enorme éxito evolutivo del grupo.

⇒ ADAPTACIONES BENTÓNICAS Y PECES PLANOS: APLANAMIENTO LATERAL Y VIDA SOBRE UN LADO





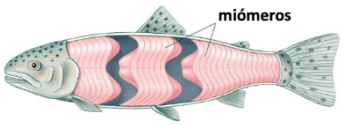
El aplanamiento del cuerpo en sentido dorsoventral es una adaptación típica de peces bentónicos que descansan sobre el fondo. El rape se presenta como ejemplo de esta estrategia, útil para el camuflaje y para la captura de presas en ambientes de fondo.

Rodaballo, lenguado y otros peces planos muestran una adaptación distinta: el cuerpo se aplana lateralmente y el animal se tumba sobre uno de sus lados. Esto origina incluso la diferenciación entre un lado visible y un lado ciego.

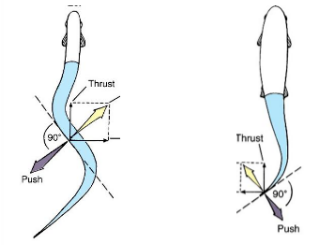
Es un ejemplo muy claro de cómo la forma corporal puede modificarse profundamente en relación con el hábitat bentónico.

⇒ NATACIÓN Y MIÓMEROS

La natación de muchos peces depende de movimientos serpenteantes producidos por la contracción de la musculatura troncal y caudal organizada en miómeros. La diapositiva compara formas de natación de anguila, trucha y atún para mostrar diferencias funcionales.



Las variaciones en amplitud del movimiento, pedúnculo caudal y rigidez de la aleta explican estilos de desplazamiento distintos.



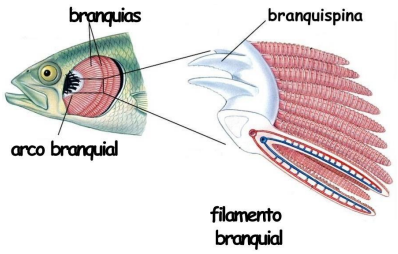
anguila
Movimientos amplios

trucha
Movimientos caudales

⇒ RESPIRACIÓN EN PECES ÓSEOS

En los peces óseos suelen existir cinco pares de hendiduras faríngeas y cuatro pares de branquias cubiertas por un opérculo. Cada branquia presenta filamentos muy vascularizados sostenidos por un arco branquial, lo que multiplica la superficie respiratoria.

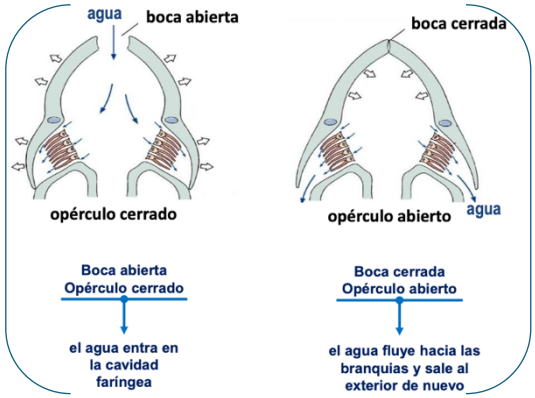
Este diseño hace muy eficaz el intercambio gaseoso en el medio acuático.



⇒ MECANISMO DE VENTILACIÓN

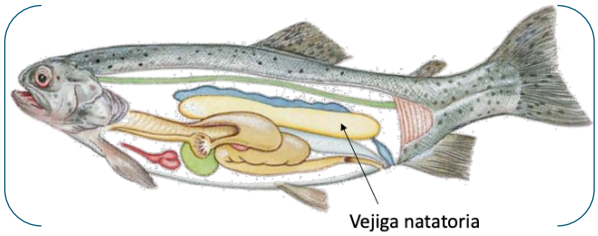
La apertura y cierre alternos de boca y opérculo crean una corriente de agua que pasa por las branquias. Cuando la boca se abre y el opérculo permanece cerrado, el agua entra en la cavidad faríngea; cuando la boca se cierra y el opérculo se abre, el agua es forzada a salir tras atravesar las branquias.

Ese mecanismo garantiza una ventilación eficaz del aparato respiratorio.



⇒ VEJIGA NATATORIA Y FLOTABILIDAD

En la mayoría de los peces óseos pelágicos la flotabilidad se consigue gracias a la vejiga natatoria, un órgano hidrostático situado en la cavidad abdominal. Gracias a ella pueden mantenerse a distintas profundidades sin gastar tanta energía en natación continua.



✓ El pez ajusta su flotabilidad a diferente profundidad hinchando (con gas), más o menos, su vejiga.

✓ El gas entra en la vejiga o sale de ella a través de un conducto que la conecta con el esófago o, si este no existe, a través de la sangre.

Su ausencia en muchos peces bentónicos o abisales demuestra que no todas las formas de vida acuática requieren el mismo sistema de control de flotación.

⇒ ALIMENTACIÓN EN PECES ÓSEOS

La mayoría de los peces óseos son carnívoros y pueden presentar dientes en mandíbula, cavidad bucal, lengua y faringe. Muchas veces tragan la presa entera para no interrumpir el paso del agua hacia la faringe y las branquias.

No obstante, también existen especies herbívoras y filtradoras, lo que demuestra la diversidad trófica del grupo.

SUSPENSÍVOROS: Se alimentan de organismos de pequeño tamaño: fitoplancton y zooplancton

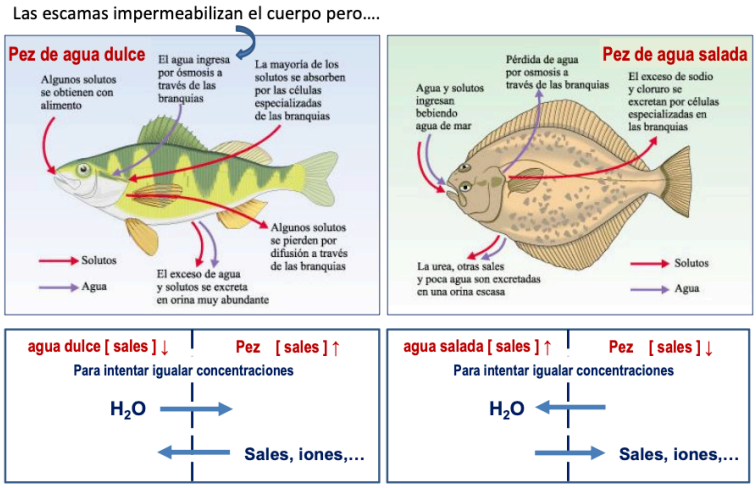
PELÁGICOS: Suelen formar grandes bancos (arenque, boquerón, sardina, etc.)

⇒ REGULACIÓN OSMÓTICA

La osmorregulación cambia según el pez viva en agua dulce o en agua salada. En agua dulce, el medio está más diluido que el interior del pez y tiende a entrar agua; en agua salada ocurre lo contrario, y el pez tiende a perder agua.

Por ello cada tipo de pez necesita mecanismos fisiológicos específicos para equilibrar sales y agua y mantener estable su medio interno.

Permite a los organismos sobrevivir en ambientes variables controlando la cantidad de agua y electrolitos (como sodio y potasio) para prevenir la deshidratación o el exceso de agua.



⇒ REPRODUCCIÓN GENERAL EN PECES ÓSEOS

La mayoría de los peces óseos (*Osteíctios*) presentan reproducción sexual ovípara con fecundación externa, donde hembras y machos liberan grandes cantidades de óvulos y esperma en el agua. Son mayormente unisexuales, aunque existen casos de hermafroditismo, y la mayoría no brinda cuidado parental, dejando que los huevos y larvas sean pelágicos.

Características Generales:

- **Fecundación:** Principalmente **externa**. Las hembras desovan y los machos liberan esperma sobre los huevos (fecundación ovulípara).
- **Desarrollo:** Son mayormente **ovíparos** (ponen huevos). Algunas especies son ovovivíparas o vivíparas.
- **Producción de huevos:** Generalmente producen miles o incluso millones de huevos pequeños por temporada para asegurar la supervivencia.
- **Tipos de desove:**
  - **Pelágicos:** Los huevos flotan y se dispersan en la columna de agua.
  - **Demersales:** Los huevos son densos y caen al fondo, a menudo adheridos a rocas o plantas.
- **Cuidado Parental:** En la mayoría de las especies no existe, aunque algunos peces (como los anabántidos) crean nidos de burbujas o utilizan la incubación bucal para proteger los huevos.
- **Desarrollo Larvario:** Al eclosionar, las larvas suelen ser muy diferentes a los adultos, pasando por una fase planctónica antes de metamorfosearse.
- **Hermafroditismo:** Algunas especies pueden cambiar de sexo (hermafroditismo protándrico o protogínico), como la dorada.

Tipos de gónadas: En los machos, los testículos son de estructura lobular (más común) o tubular, produciendo esperma de color blanco o grisáceo

⇒ DESARROLLO TEMPRANO DEL SALMÓN

Los huevos, los alevines y la eclosión del salmón permiten seguir visualmente varias fases del desarrollo temprano. Es una diapositiva útil para relacionar la fecundación externa con el crecimiento embrionario y larvario.







⇒ OVOVIVIPARISMO EN PECES DE ACUARIO



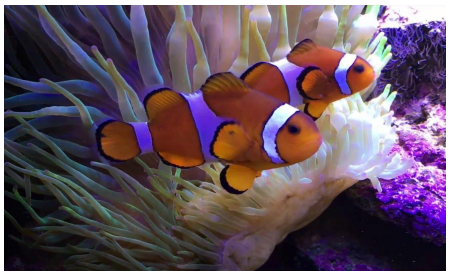






Aquí se muestran ejemplos de peces de acuario ovovivíparos, además de un dimorfismo sexual evidente. Este caso contrasta con el patrón más común de puesta externa y ayuda a comprender que dentro de los peces óseos existen estrategias reproductivas muy variadas.

⇒ CAMBIO DE SEXO: PEZ PAYASO



El pez payaso se utiliza para ilustrar el hermafroditismo secuencial. En este caso el individuo comienza su vida como macho y puede transformarse en hembra cuando desaparece la hembra dominante.

Es un ejemplo extraordinario de plasticidad reproductiva y de adaptación social.

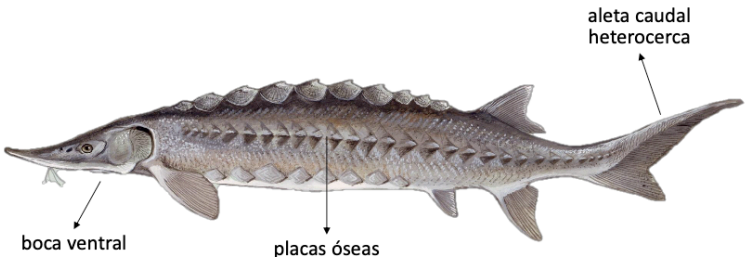
⇒ CUIDADOS PATERNOS: INCUBACIÓN BUCAL



La incubación bucal muestra una estrategia de cuidado parental en la que el progenitor mantiene los huevos en la boca, a menudo sin alimentarse, hasta su eclosión. Esta conducta mejora la protección de la descendencia.

El caballito de mar representa otro caso muy especial de cuidado parental. En él, el macho participa de forma extraordinaria en la gestación y protección de la descendencia, lo que lo convierte en uno de los ejemplos más famosos del grupo.

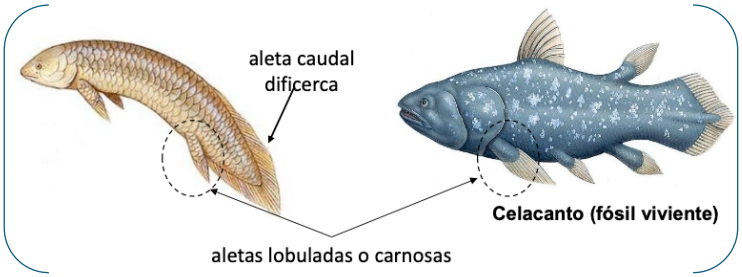
⇒ CONDRÓSTEOS



Los *condrósteos* combinan varios rasgos interesantes, como la aleta caudal heterocerca, la boca ventral y la presencia de placas óseas. El pez espátula aparece como ejemplo de filtración del agua para obtener alimento.

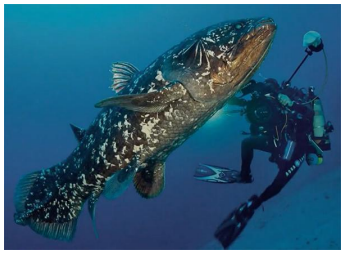
Se trata de un grupo importante para entender la diversidad interna de los actinopterigios.

⇒ CLASE SARCOPTERIGIOS Y CELACANTO



Los *sarcopterigios* son peces de aletas lobuladas. Su interés evolutivo es enorme porque de un linaje cercano a ellos proceden los tetrápodos.

Los sarcopterigios actuales cuentan con muy pocas especies, pero su importancia es extremadamente grande. Las aletas pares carnosas o lobuladas y la relación del celacanto con los antepasados de los tetrápodos explican ese interés.



El *celacanto* se creyó extinguido desde el Cretácico (≈66 millones de años) hasta que en 1938 se capturó un ejemplar vivo en Sudáfrica. Ese hallazgo convirtió al grupo en un símbolo de la persistencia de linajes muy antiguos. Desde entonces se han localizado varias poblaciones en el océano Índico, lo que ha ampliado el conocimiento sobre su distribución.

⇒ DIPNOOS



Los *dipnoos* completan el grupo de los *sarcopterigios* y son especialmente interesantes por su relación con la respiración aérea y con ciertas transiciones evolutivas hacia ambientes menos acuáticos.

⇒ MIGRACIÓN DE LOS PECES

La migración aparece ligada a cambios estacionales en los recursos alimenticios y a la reproducción. Puede darse dentro del mismo medio o entre medios diferentes.

Se distinguen peces anádromos, que viven en el mar y remontan los ríos para reproducirse, y peces catádromos, que viven en aguas continentales y migran al mar para hacerlo. Estas estrategias revelan una gran complejidad ecológica.

Cambios estacionales en recursos alimenticios:

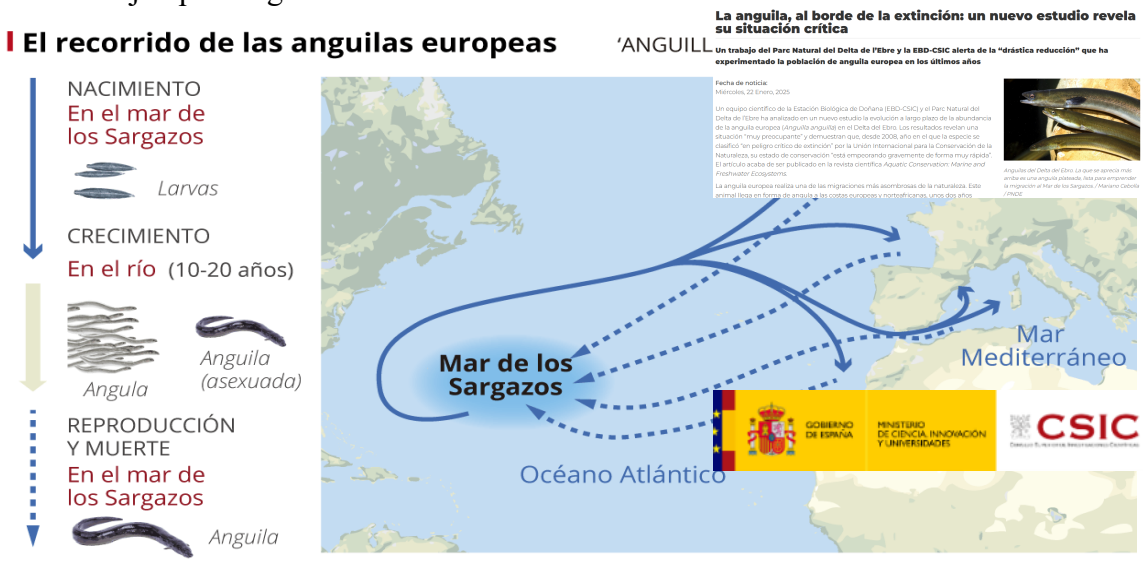
- ⊗ Dentro del mismo medio (en el mar: atún, arenque, bacalao; y también muchos de agua dulce)
- ⊗ Entre medios diferentes:

→ Latitudes elevadas:

- ⊗ océano más productivo que agua dulce
- ⊗ peces anádromos: viven en el mar y van a reproducirse al agua dulce
- ⊗ ejemplo: lampreas, esturiones, salmones

→ Latitudes bajas:

- ⊗ agua dulce más productiva que océano
- ⊗ peces catádromos: viven en el río, pero desovan en el mar
- ⊗ ejemplo: anguila



Web (Click)

https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/la-anguila-al-borde-de-la-extincion-un-nuevo-estudio-revela-su-situacion-critica