

La vida en el agua

En comparación con el medio terrestre



TEMA 5.3

AGUA Y AIRE

- Fluidos donde los animales viven
 - Pero esos dos ambientes poseen muchas diferencias
 - Condicionan el tipo de organismos (y sus características) que allí viven



Afectan en los animales:

- La forma
- El tamaño
- La fisiología
- El comportamiento

- La vida evolucionó en el agua
 - Primeros vertebrados fueron acuáticos
 - Las propiedades físicas del agua dificultan la vida en ese medio



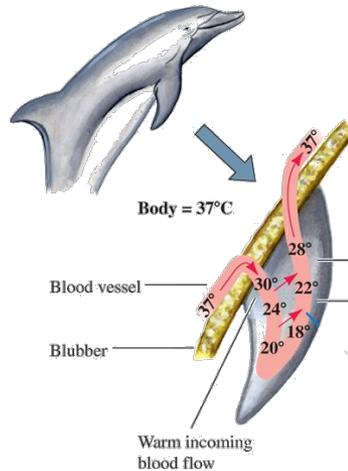
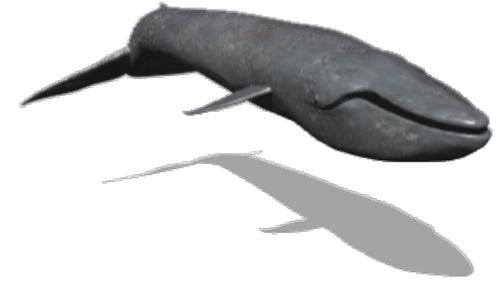
Cuáles son esas diferencias entre los dos medios?

Propiedad
Densidad
Viscosidad
Calor específico
Conductividad térmica
Conductividad eléctrica
Contenido O ₂
Concentración de iones

Flotabilidad



Flujo (movimiento) a través del agua

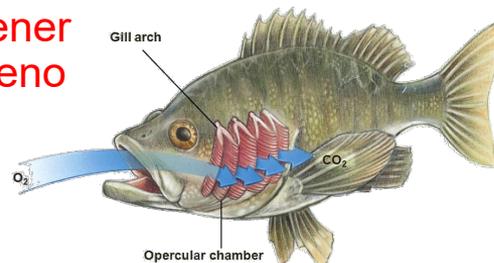


Cambios temperatura corporal por flujo de calor

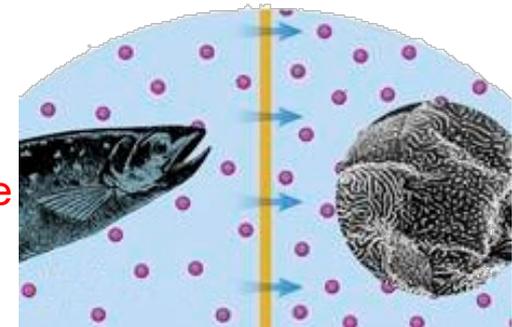
Flujo de electricidad a través del agua



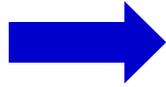
Obtener oxígeno



Mantener balance de iones



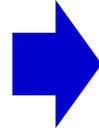
Densidad



H₂O (800 veces) > Aire

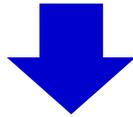
**1L H₂O
= 1 Kg**

**1L aire
= 1.25 g**

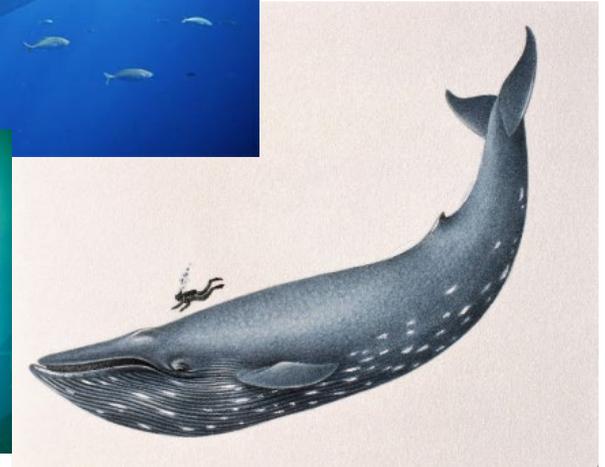


Consecuencias:

- Agua soporta el peso de los animales
- No se necesita esqueletos fuertes



Animales pueden alcanzar
grandes tamaños

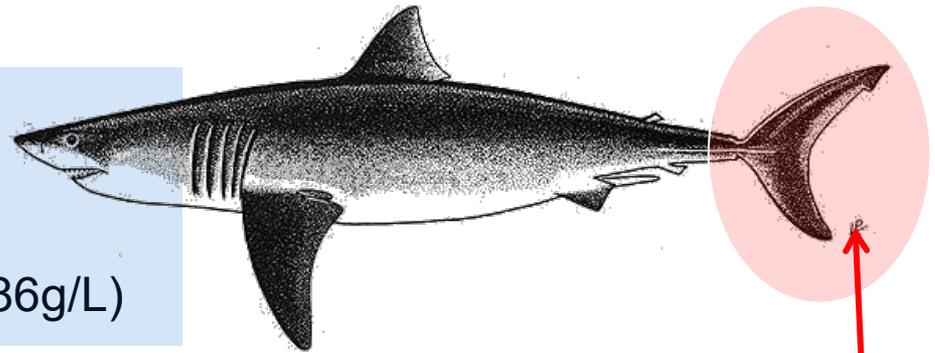


Ajustando la flotabilidad

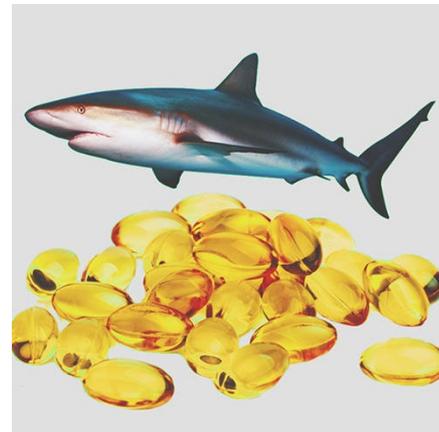
- Peces mas densos que el agua
 - Presencia de elementos mineralizados en el esqueleto
- Diferencias entre condrictios y osteictios

Condrictios

- Movimiento
- Cola heterocerca
- Escualeno (aceite hígado; $D = 0.86\text{g/L}$)



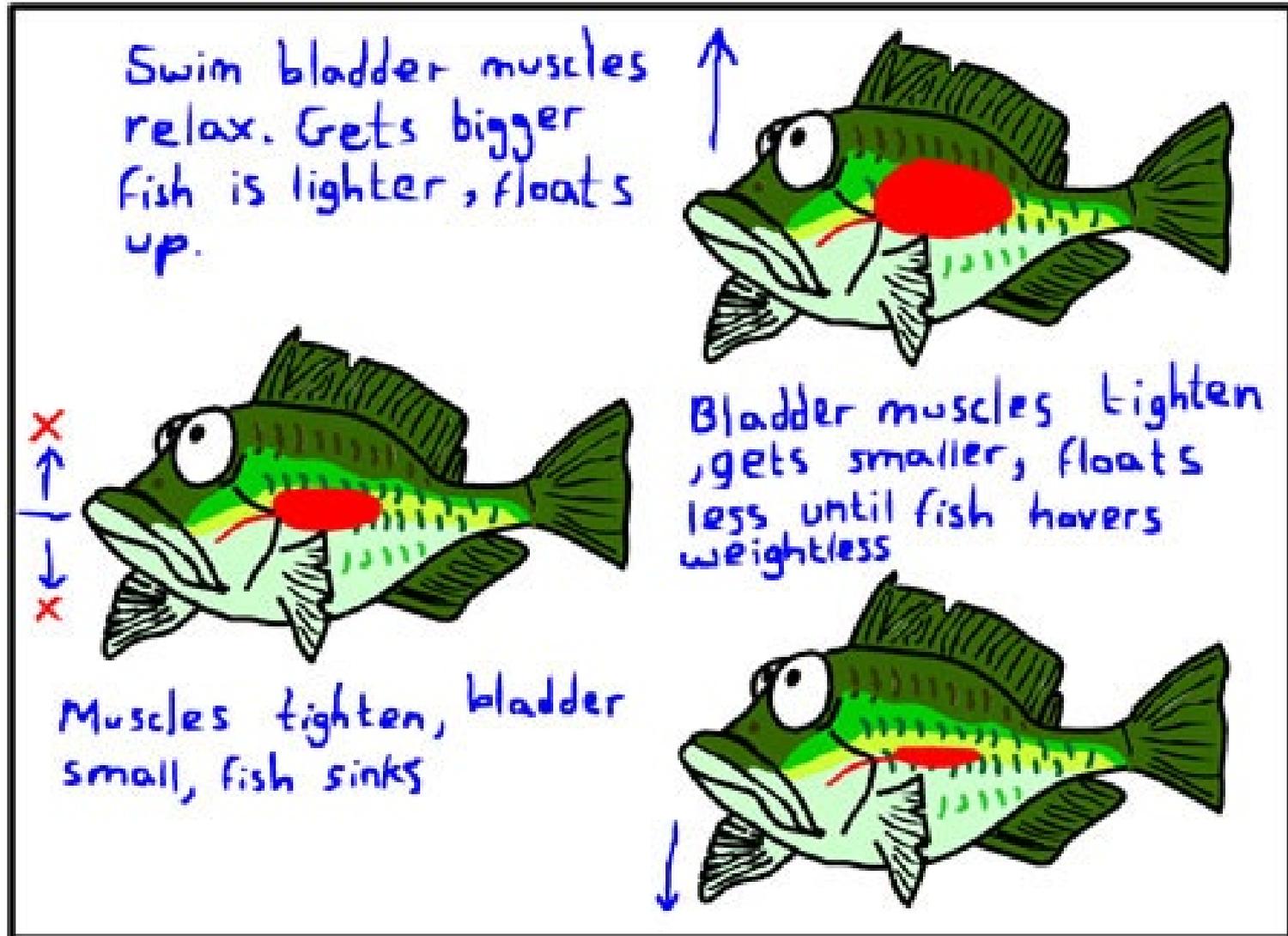
Empuje
hacia arriba



Osteíctios

- Presencia de vejiga natatoria
 - ✓ Excepto atunes, peces abisales y bentónicos
- Origen en pulmones de peces del Devónico
 - ✓ Pulmones útiles en aguas pobres en oxígeno (calientes y pantanosos)

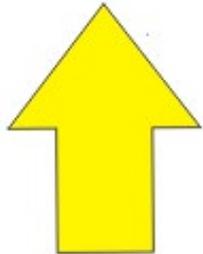
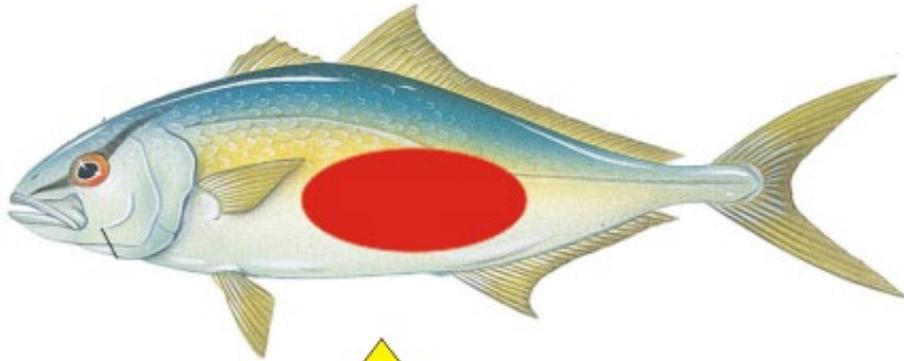
- ✓ Cambios de posición en la columna de agua
 - Cambio de volumen de gas en la vejiga (gas comprimible)



Regulación del aire en la vejiga

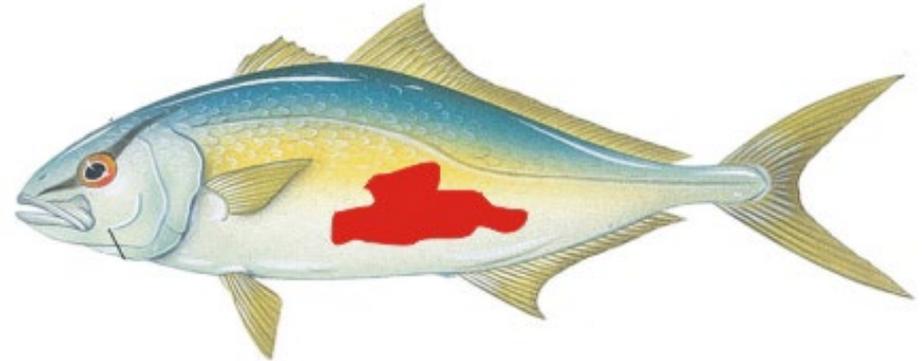
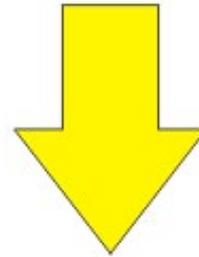
2 mecanismos

Secretar aire a la vejiga



ASCENSO

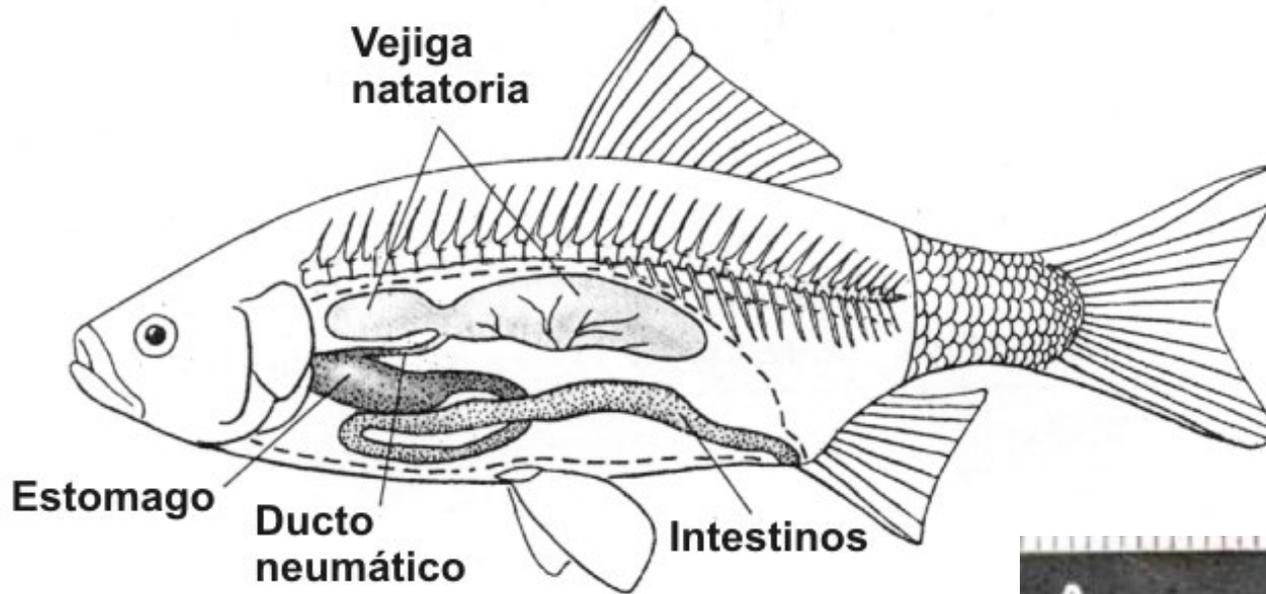
DESCENSO



Remover aire de la vejiga

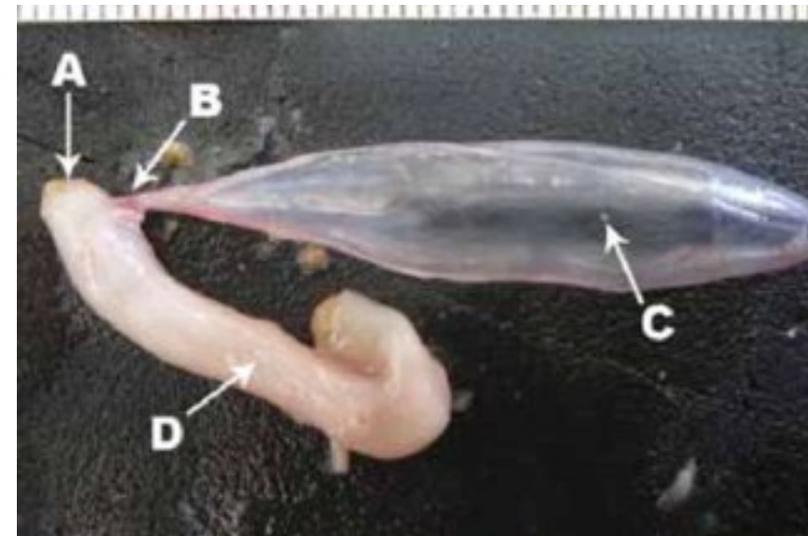
Vejiga fisóstoma (Gr., *phys* = vejiga; *stoma* = boca)

- Teleósteos primitivos (e.g., anguilas, anchoas, salmones, truchas)



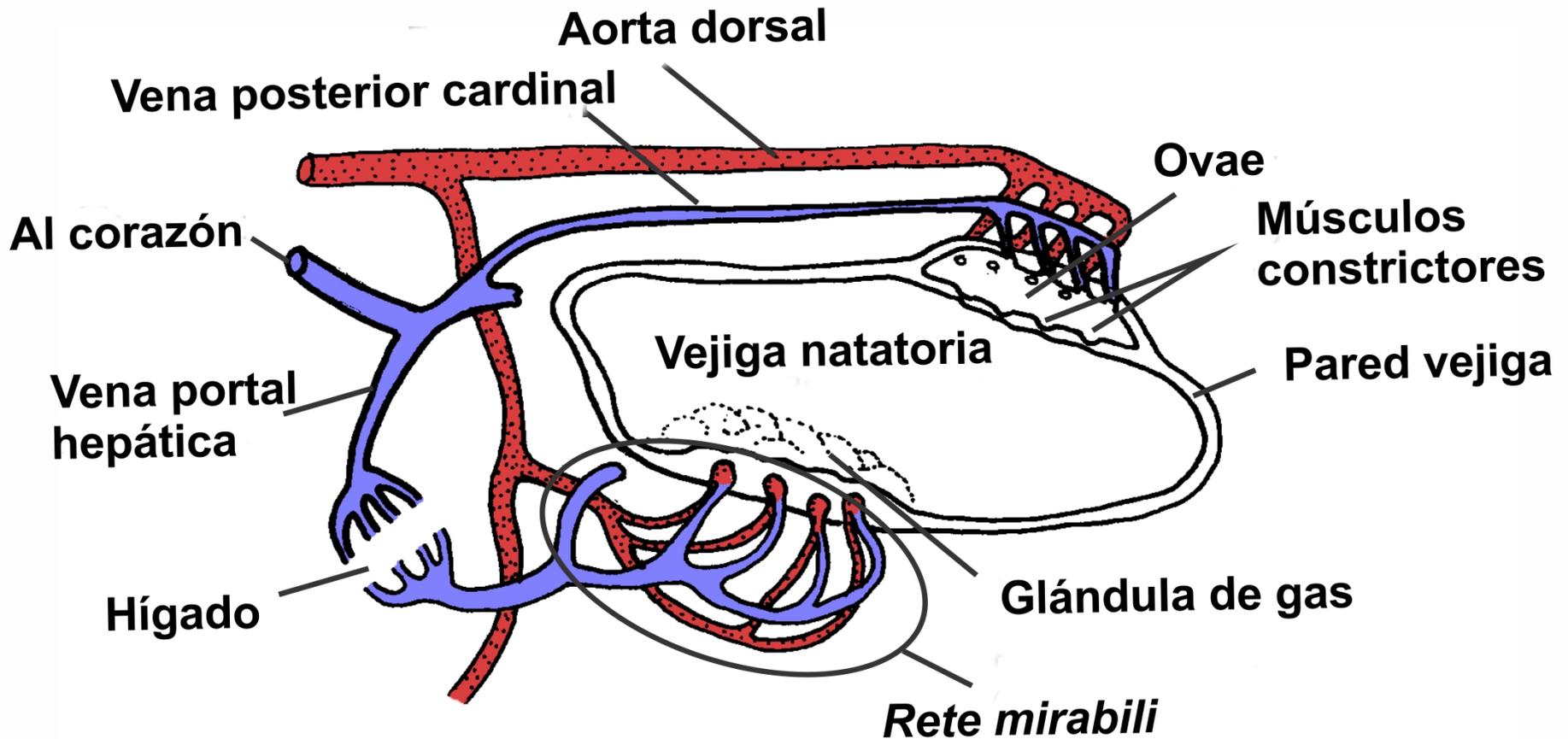
Vejiga fisóstoma de salmón

- A. Esófago
- B. Ducto neumático
- C. Vejiga fisóstoma
- D. Estomago



Vejiga fisoclista (*Gr.*, *phys* = vejiga; *clist* = cerrado)

- Teleósteos derivados



Vejiga fisoclista

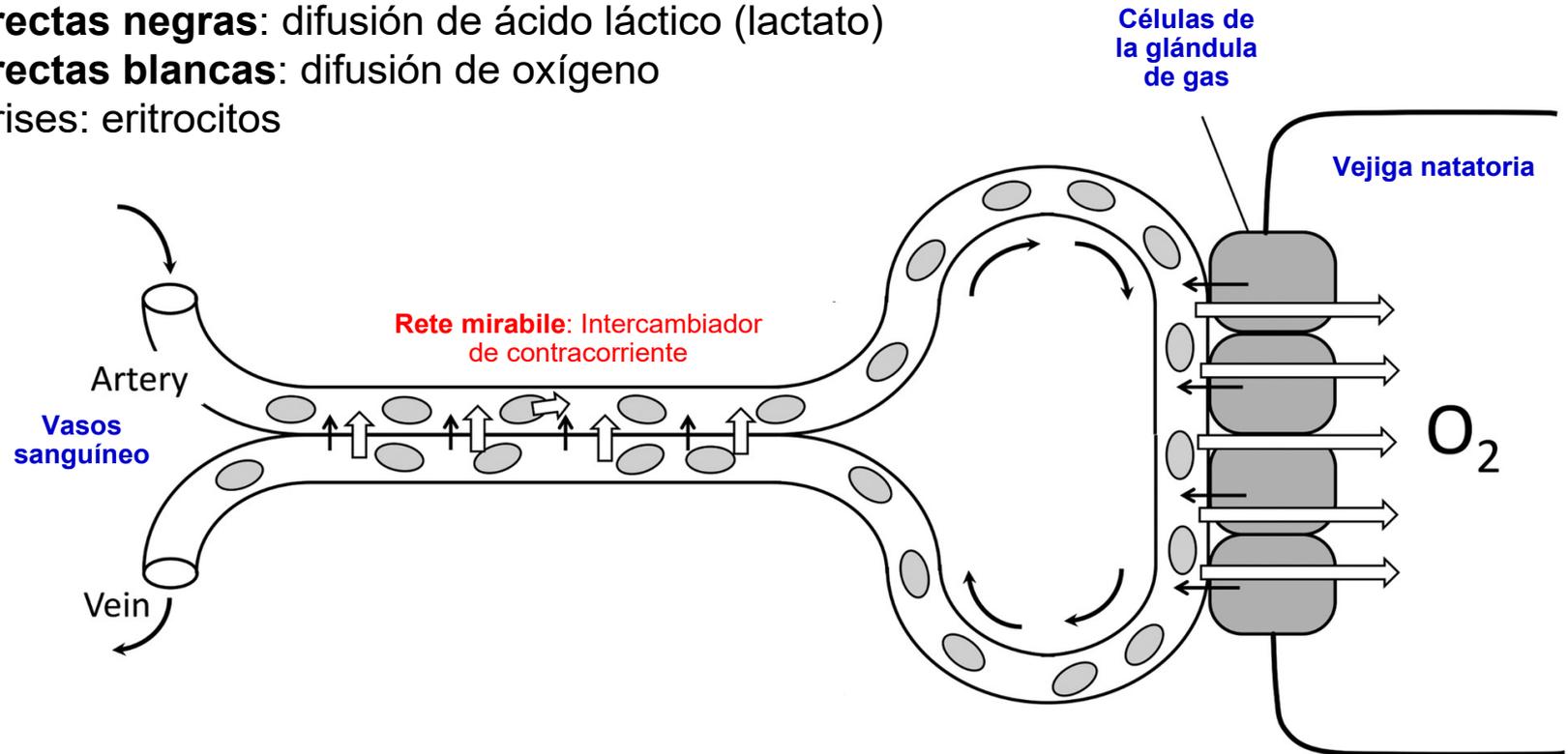
Secreción de gas dentro de la vejiga (sucede gracias al mecanismo *rete mirabili*)

Flechas curvadas: dirección de flujo sanguíneo

Flechas rectas negras: difusión de ácido láctico (lactato)

Flechas rectas blancas: difusión de oxígeno

Elipses grises: eritrocitos

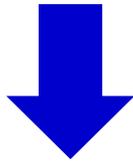


Bioquímica: productos metabólicos finales de la glándula de gas son el ácido láctico y CO₂. ambos metabolitos son liberados en el torrente sanguíneo, produciendo acidificación. Lo anterior induce la liberación de oxígeno de la hemoglobina, que lleva a un incremento de la presión de O₂ en la sangre (P_{O_2})

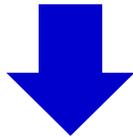
Viscosidad: Medida de la facilidad de flujo de un fluido sobre una superficie

H₂O **55 veces** > Aire

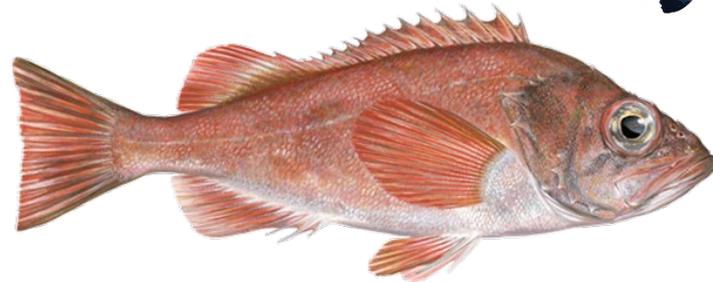
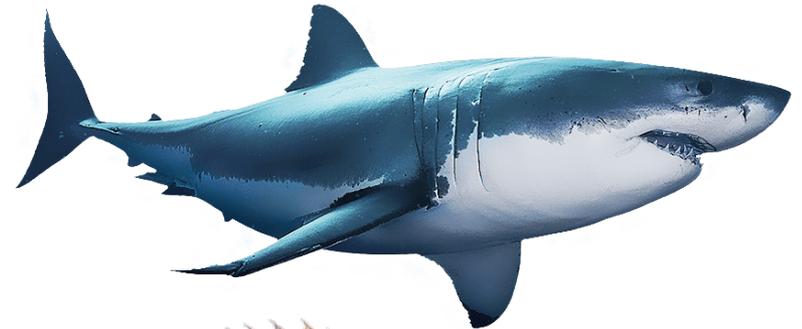
> Viscosidad: < flujo



Afecta la forma del animal



- **En agua:** cuerpos hidrodinámicos
- Cuerpos fusiformes



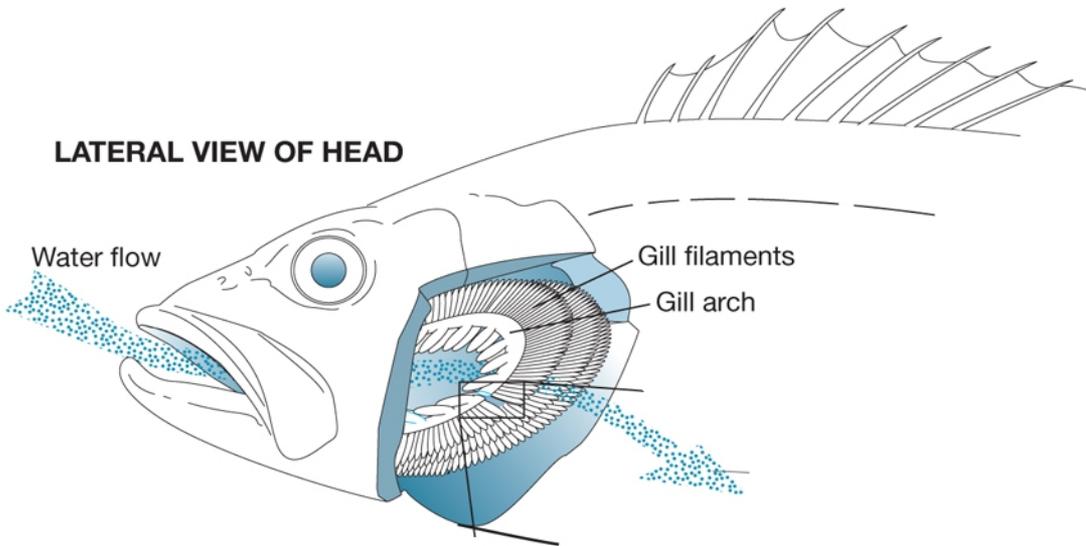
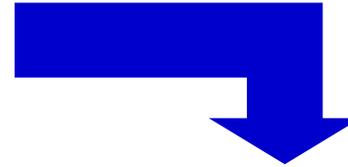
Contenido de O₂ disuelto

H₂O

6.8 ml O₂ / L

Aire

209 ml O₂ / L



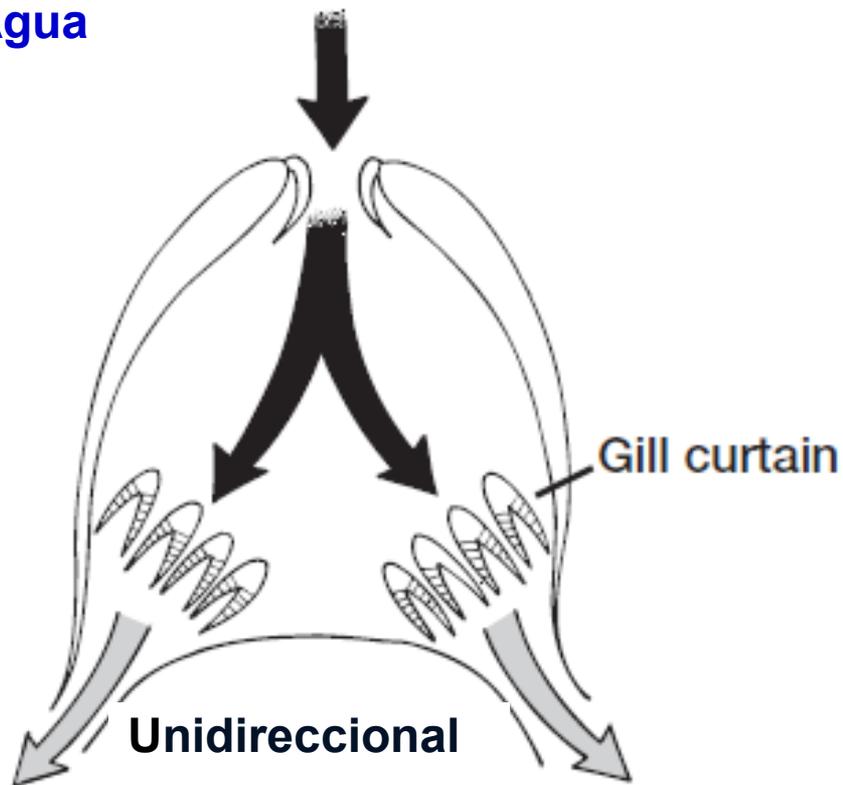
Animales acuáticos

- Ventilación no es tidal
 - Se ahogarían
- Ventilación unidireccional
 - Flujo optimo en fluidos con escaso oxigeno

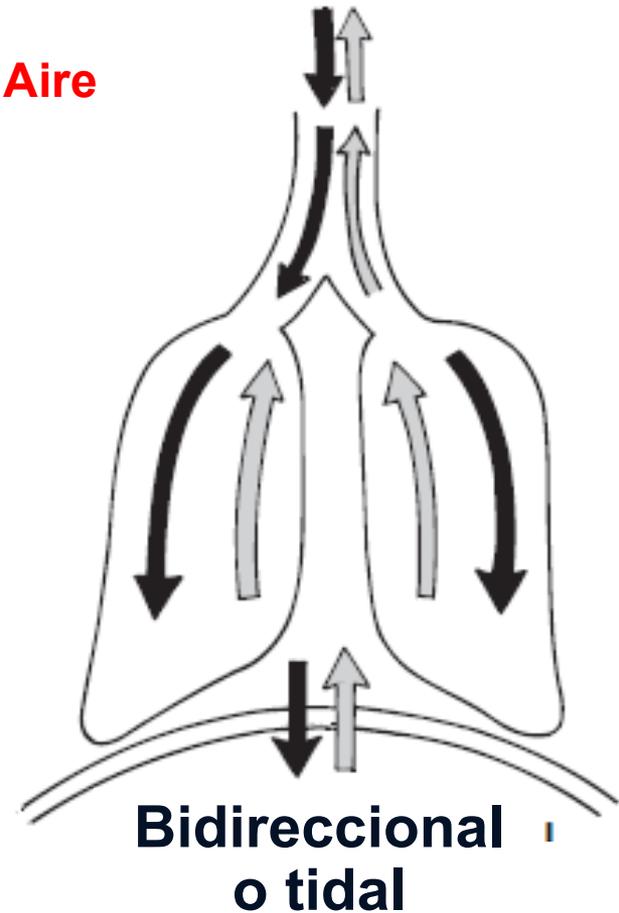
Diferencias en el flujo de fluidos (aire/agua)

Afecta forma de intercambio respiratorio (ventilación)

Agua



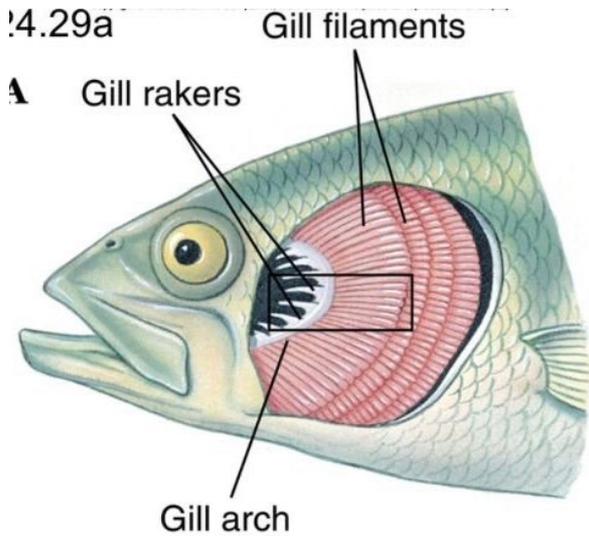
Aire



Obtención del oxígeno en el agua: branquias

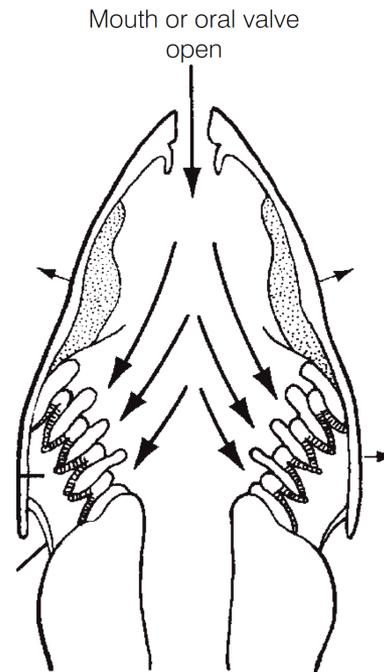
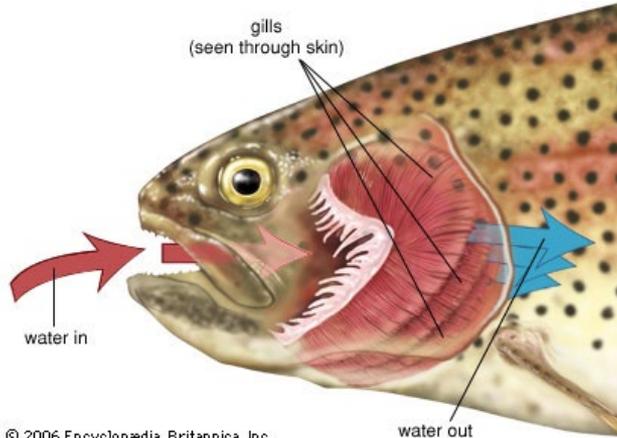
- > vertebrados acuáticos
 - Branquias para intercambio respiratorio ($O_2 \rightarrow CO_2$)

- Qué son las **BRANQUIAS**?

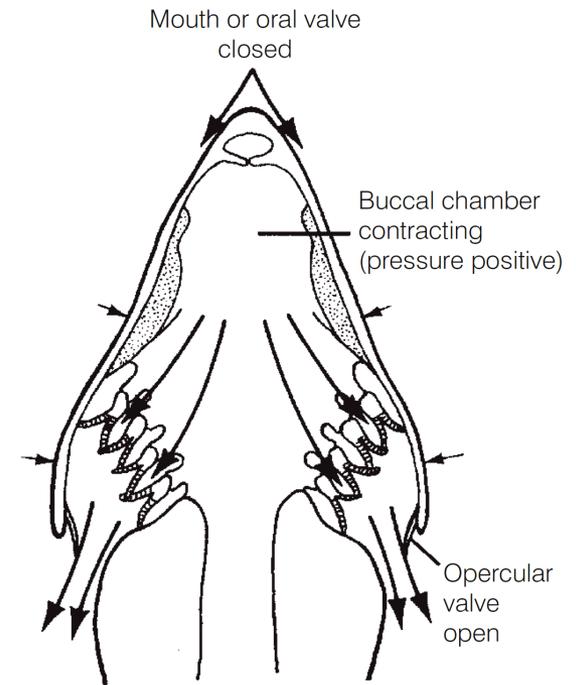


Ventilación:

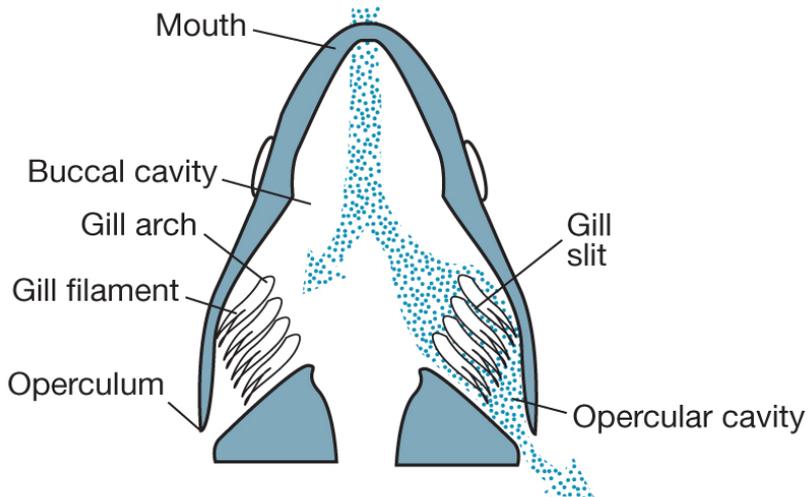
- Bombeo bucal
- Movimiento constante (unidireccional)



Suction pump phase

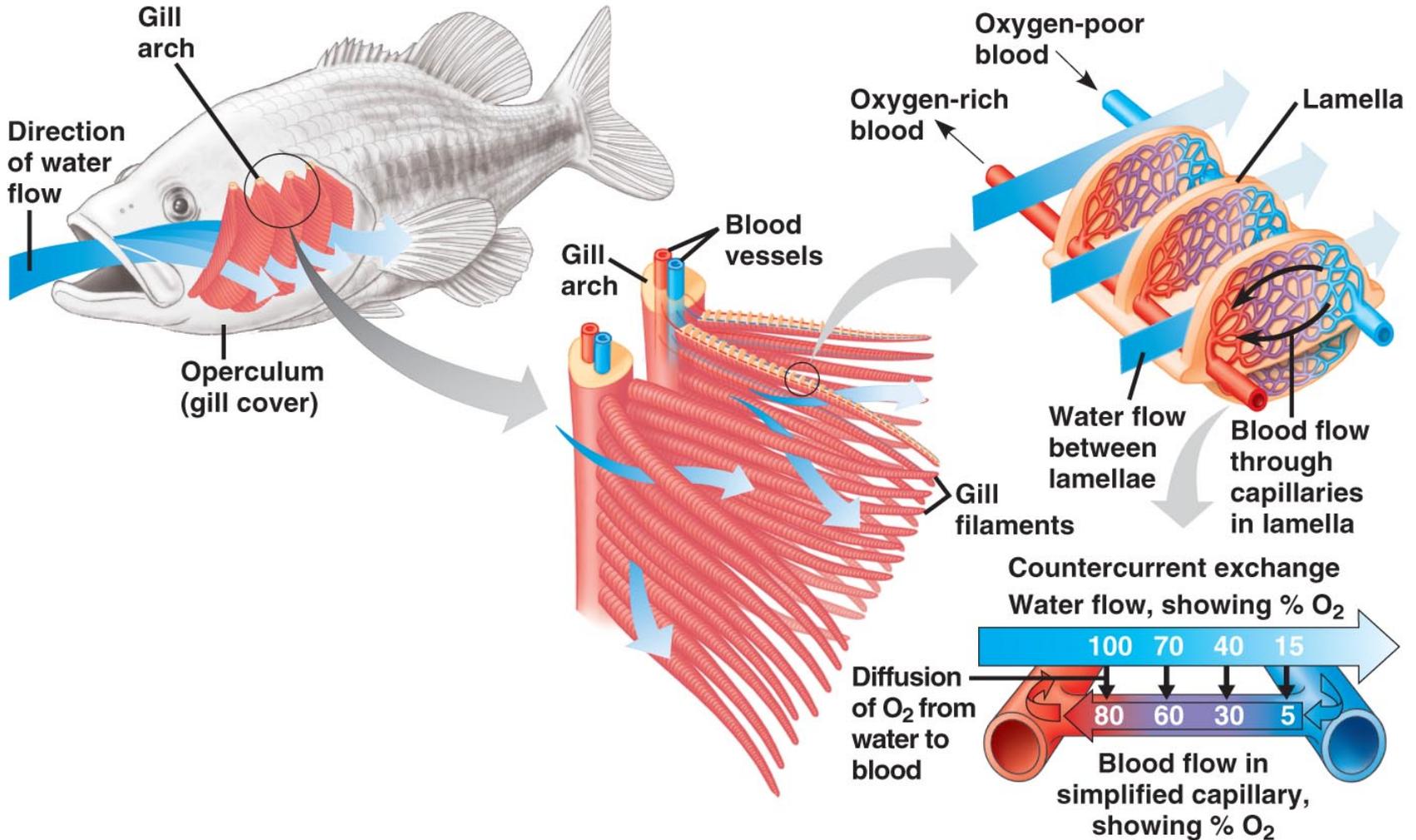


Pressure pump phase

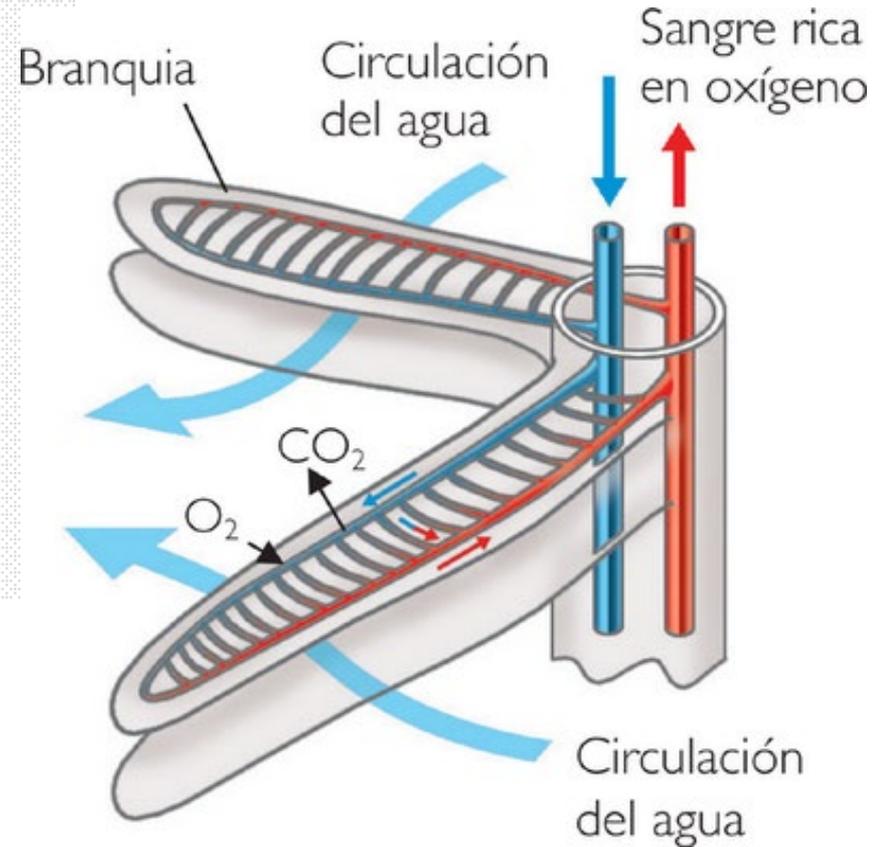
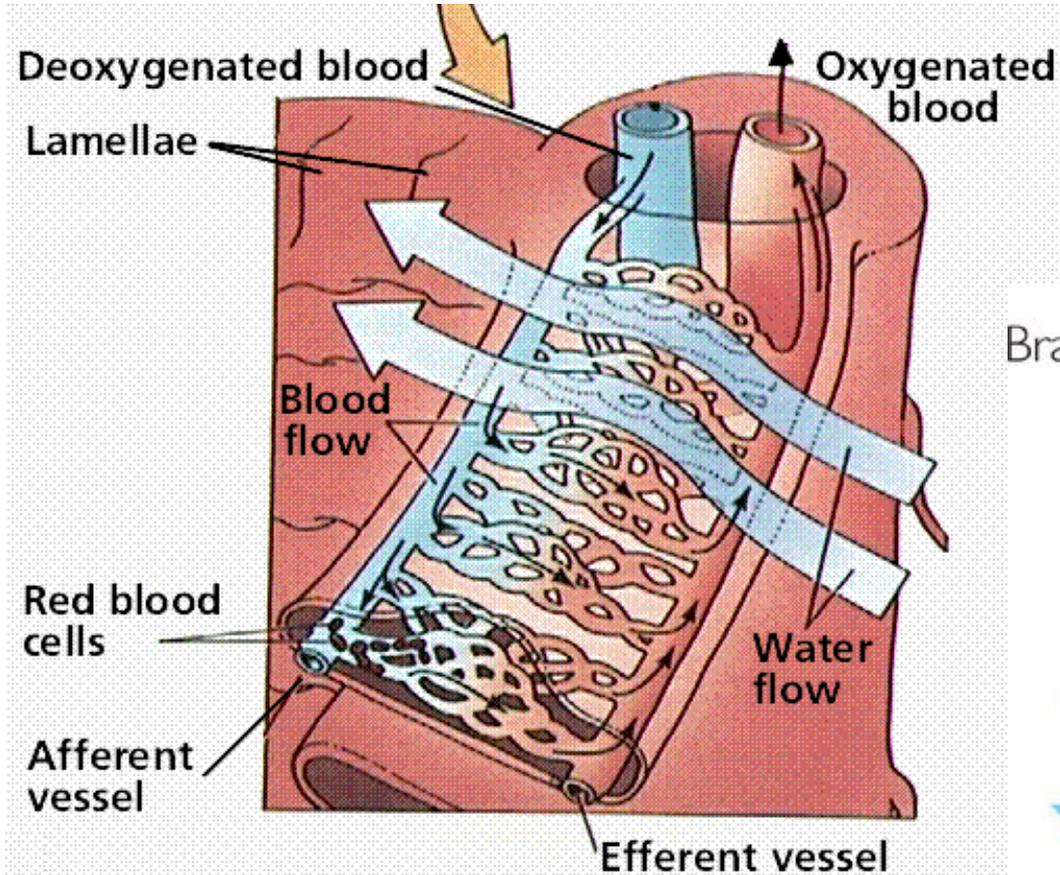


DIAGRAMMATIC HORIZONTAL SECTION THROUGH HEAD

- Estructura de las branquias
- Intercambiador de contracorriente

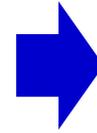


Intercambiador de contracorriente

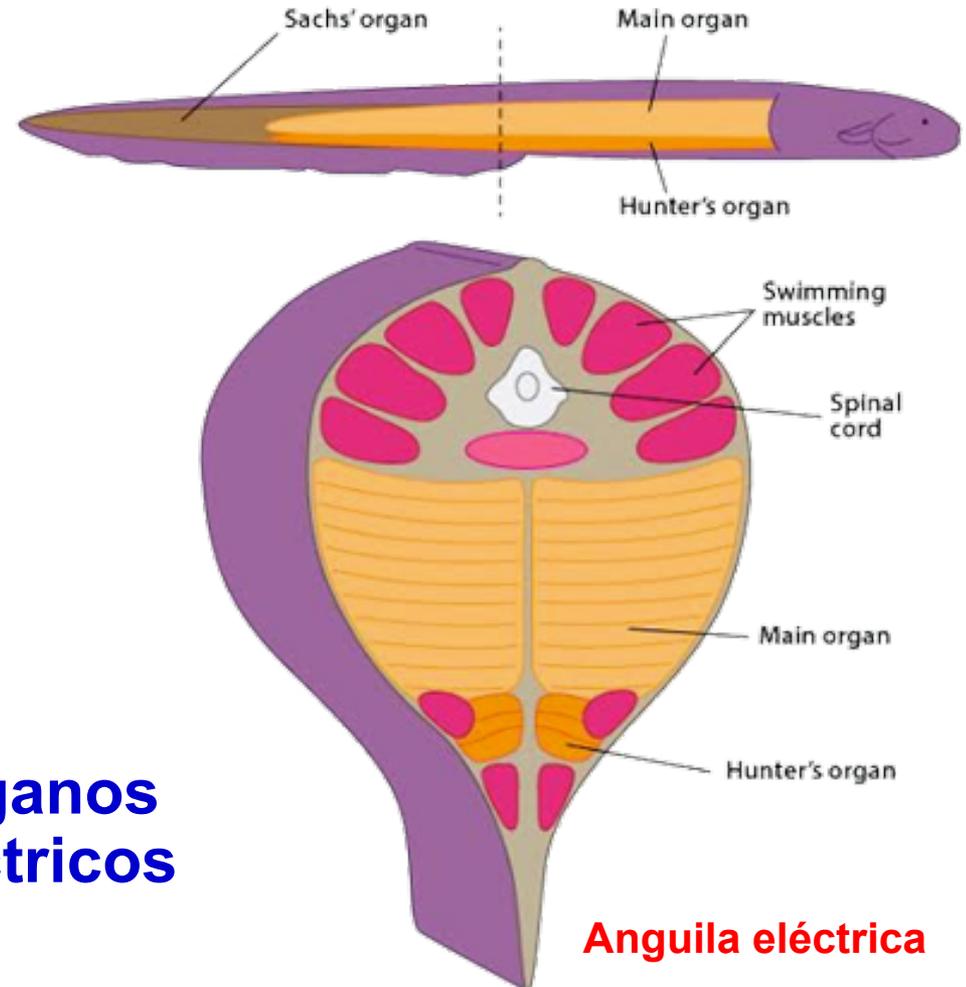
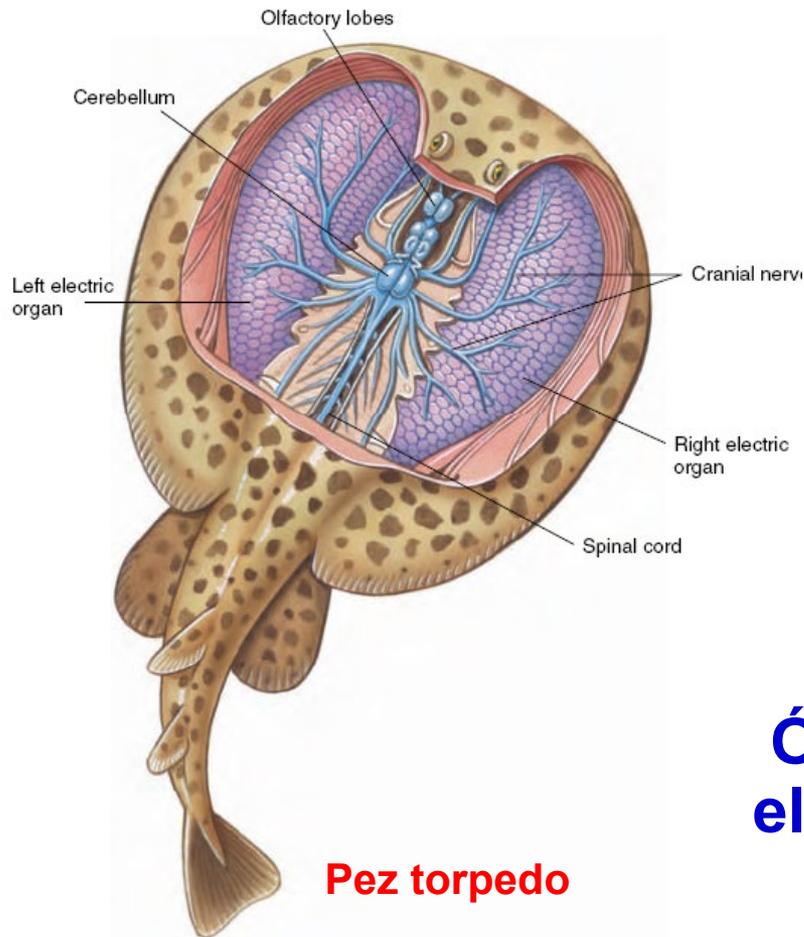


Conductividad eléctrica

H_2O ($0.0005-0.05 \Omega/m$) > Aire ($3 \times 10^{-15}-8 \times 10^{-15} \Omega/m$)

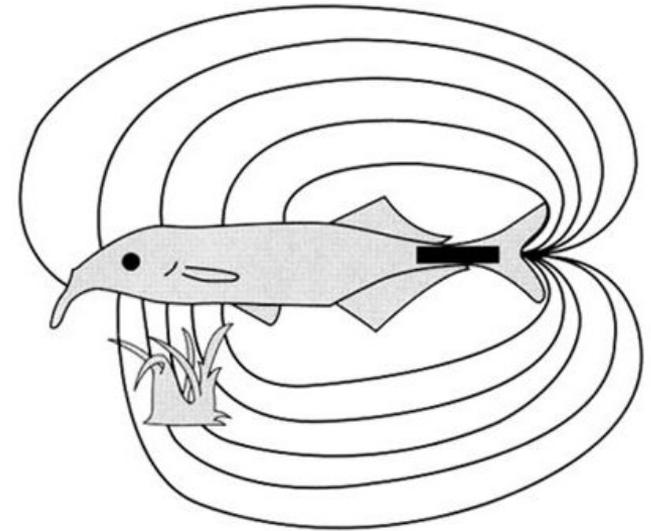


Permite: utilizar la electricidad como arma de ataque, de defensa o de comunicación

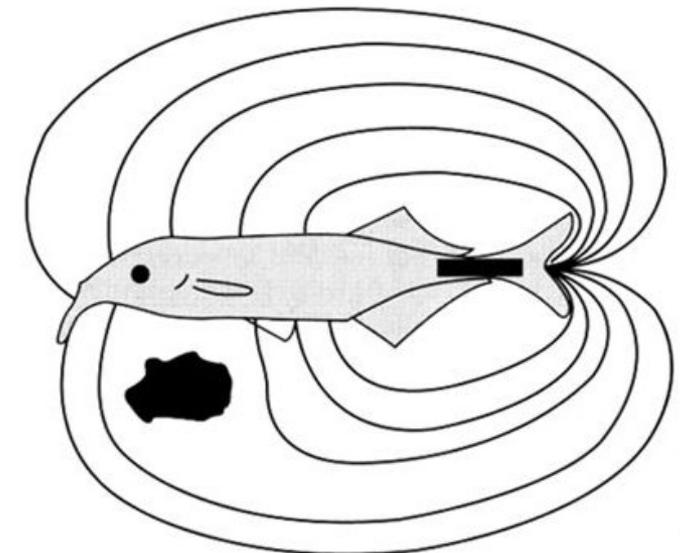


Órganos eléctricos

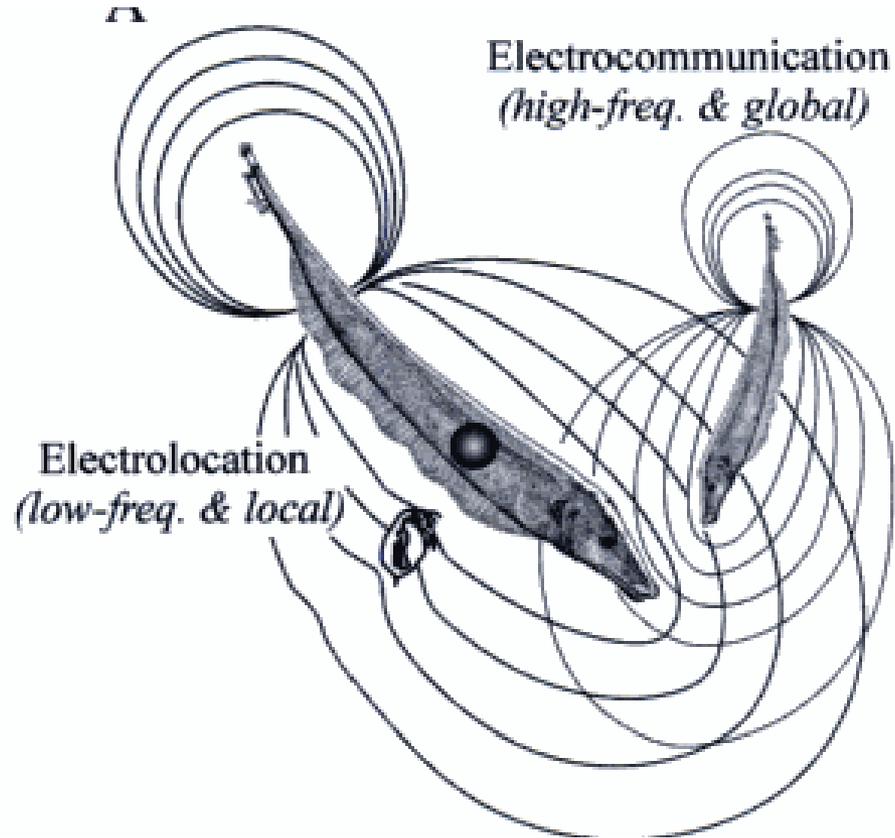
Funciones



Objeto conductor



Objeto no-conductor



Electrocommunication
(high-freq. & global)

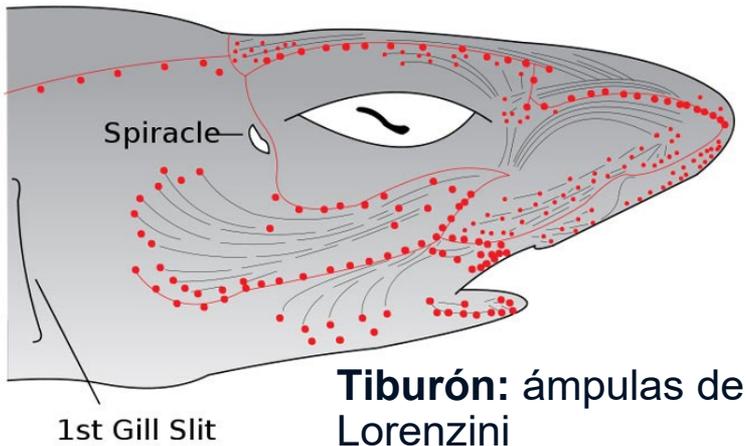
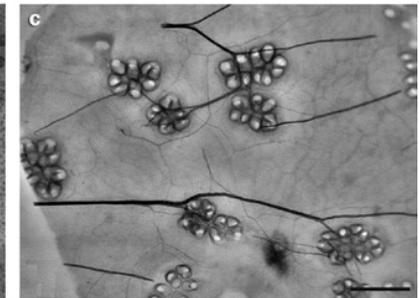
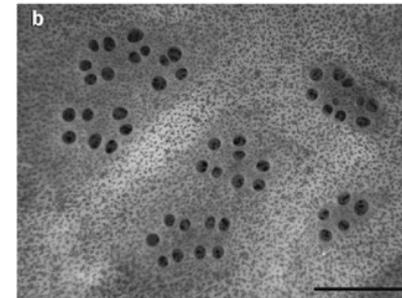
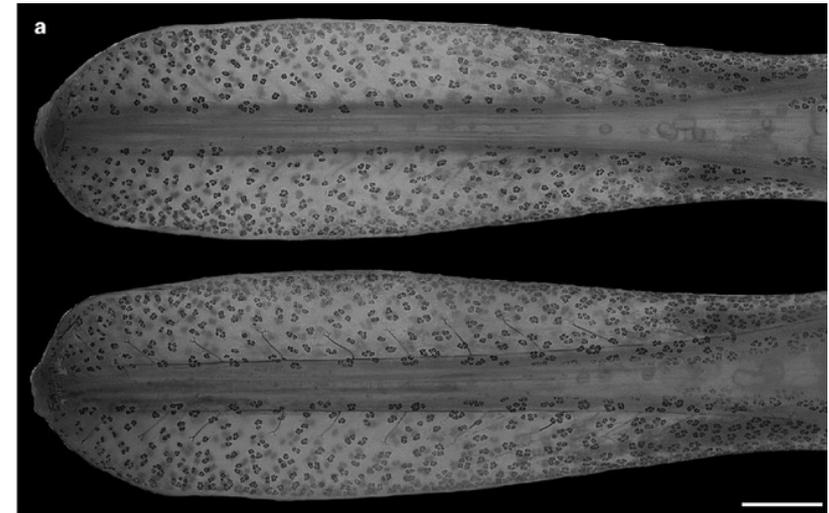
Electrolocation
(low-freq. & local)

Electricidad y búsqueda de alimento

The Paddlefish Rostrum as an Electrosensory Organ: A Novel Adaptation for Plankton Feeding

LON A. WILKENS AND MICHAEL H. HOFMANN

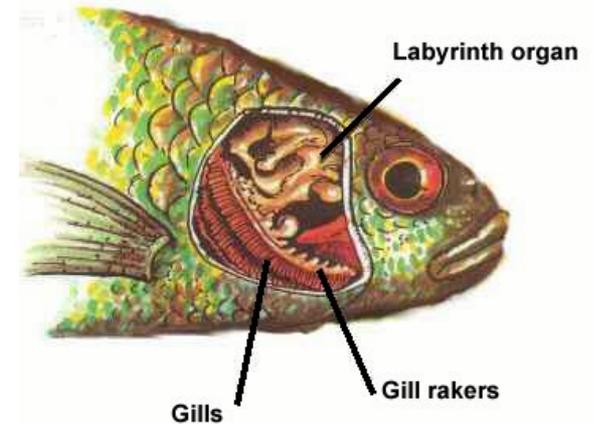
May 2007 / Vol. 57 No. 5 • BioScience 399



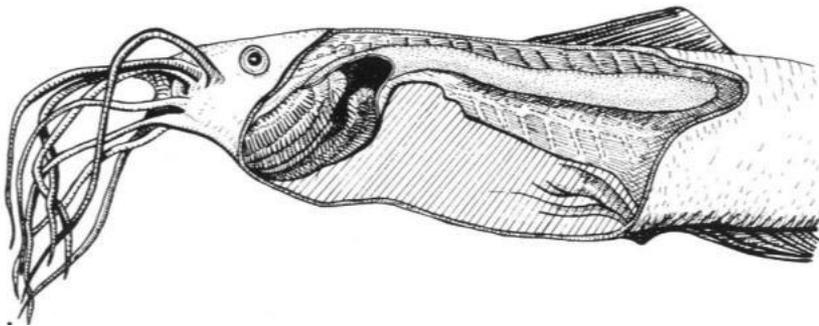
Obteniendo oxígeno del aire: pulmones y otras estructuras

No todos los peces tienen branquias o no dependen totalmente de las branquias (órganos accesorios)

- Aguas pobres en O_2
 - Presencia de pulmones
 - Estructuras accesorias



Pez anabantoideo (peces de laberinto): expansión vascularizada de la región epibranquial del primer arco branquial



Pulmones (sacos aéreos)

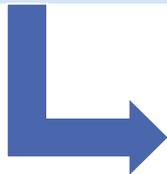
Los pulmones no son propios de los tetrápodos!!!

- Aparecen primero en los peces
 - Posible origen en placodermos dulceacuícolas



Ancestralidad del pulmón

- Peces óseos
- Tetrápodos



Diferentes grupos de peces tienen diferentes sacos aéreos

1. Origen ventral al tubo digestivo
 - Actinópterigios condrósteos
 - Peces pulmonados
 - Tetrápodos
2. Origen dorsal en el tubo digestivo
 - Actinópterigios neoptérigios

Intercambio de agua e iones (regulación osmótica)

Productos de la digestión y del ambiente

- iones orgánicos e inorgánicos en el cuerpo
 - Disueltos en los fluidos corporales
- Intercambio y materia con el ambiente es vital
 - Regulado por la superficie corporal
- Paso de agua e iones a través de la piel
 - Moléculas mas grandes no intercambiables

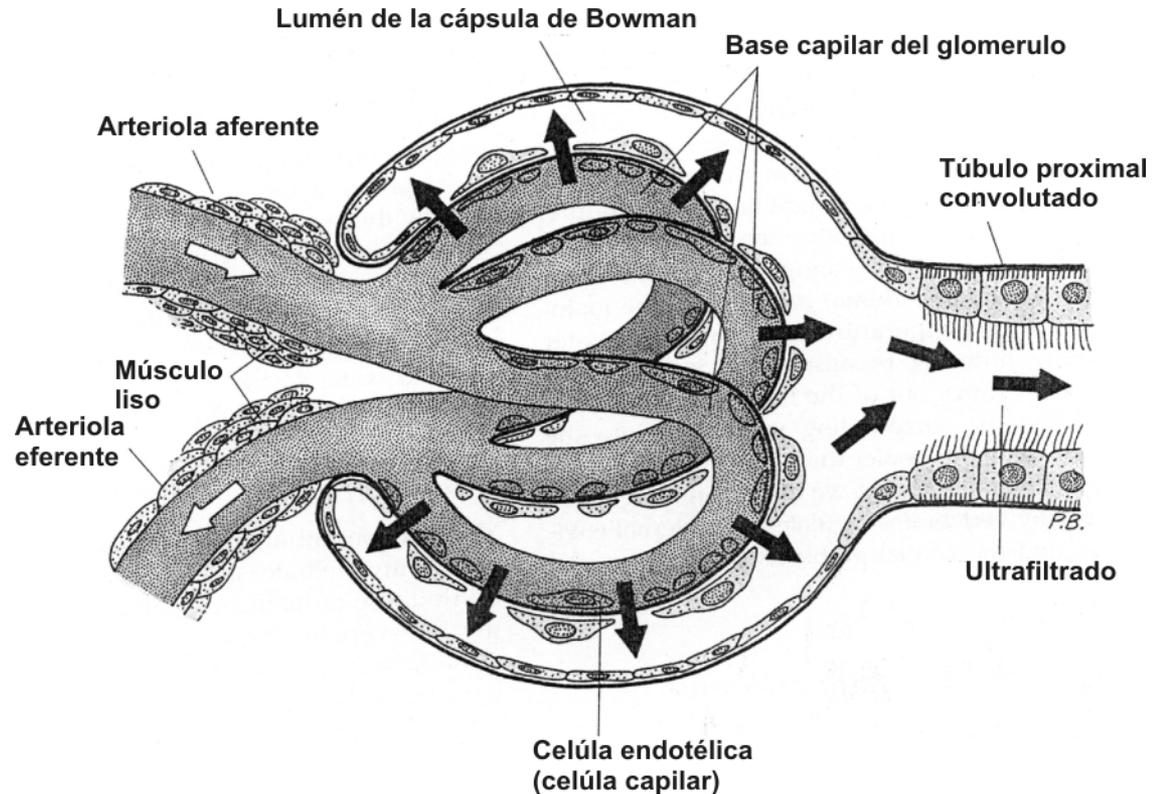
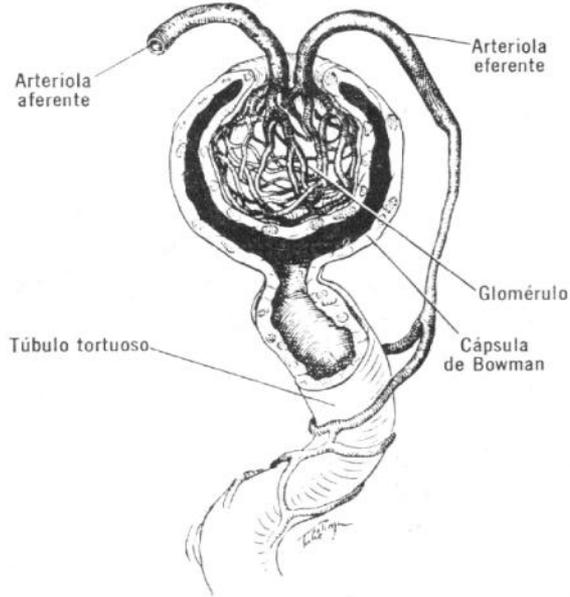
Permeabilidad entre cuerpo y ambiente

- Intercambio activo y pasivo
 - Regulación de concentraciones internas
- Conspicuo en vertebrados acuáticos
- En vertebrados terrestres es menos notable

El riñón de los vertebrados

- Constitución
 - Nefronas

- Función
 - Filtración
 - ✓ Remoción de agua, sales, iones, desechos

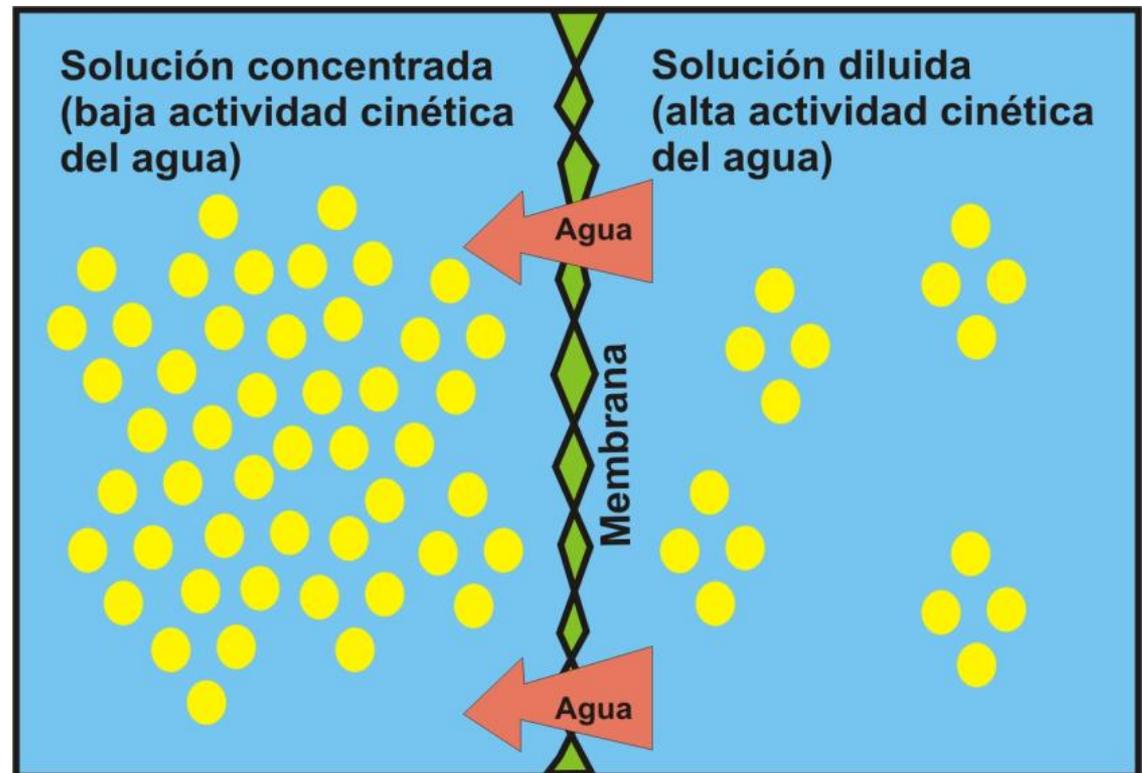


Regulación de iones y fluidos corporales

Vertebrados (excepto Myxinoidea)

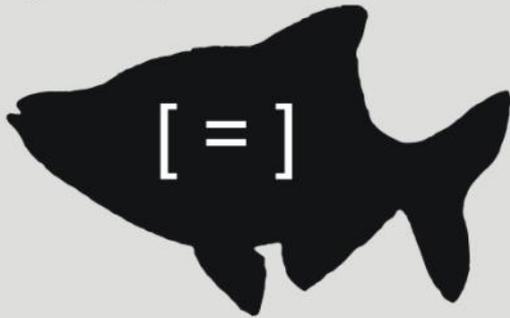
- Concentración reducida de sales en la sangre
 - Sales: moléculas disueltas en el agua o plasma sanguíneo
 - Sales, urea, carbohidratos

- Presencia de solutos reduce **actividad cinética** del agua

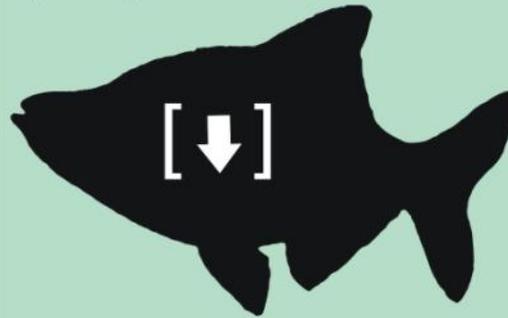


Clasificación animal respecto a la concentración de solutos en el medio externo

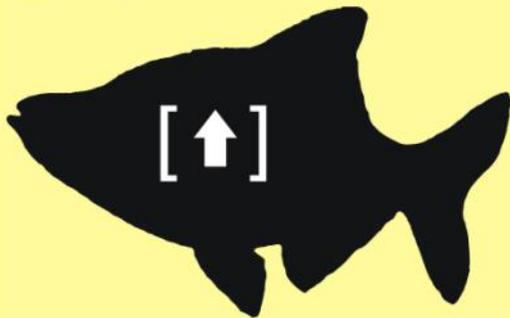
[=] Isosmóticos



[↑] Hiposmóticos



[↓] Hiperosmóticos



Iones y sales se difunden a través de membranas

- PROBLEMAS
- **Agua salada**: deshidratación y ganancia de sales
- **Agua dulce**: hiperhidratación y pérdida de sales

Solución de problemas: regulación osmótica

PEZ DULCEACUÍCOLA

Salinidad agua dulce = 0.0%
salinidad fluidos corporales = 8-10%



PEZ MARINO

Salinidad agua dulce = 35.0%
salinidad fluidos corporales = 8-14%