



Sistema circulatorio en Plantas y Animales



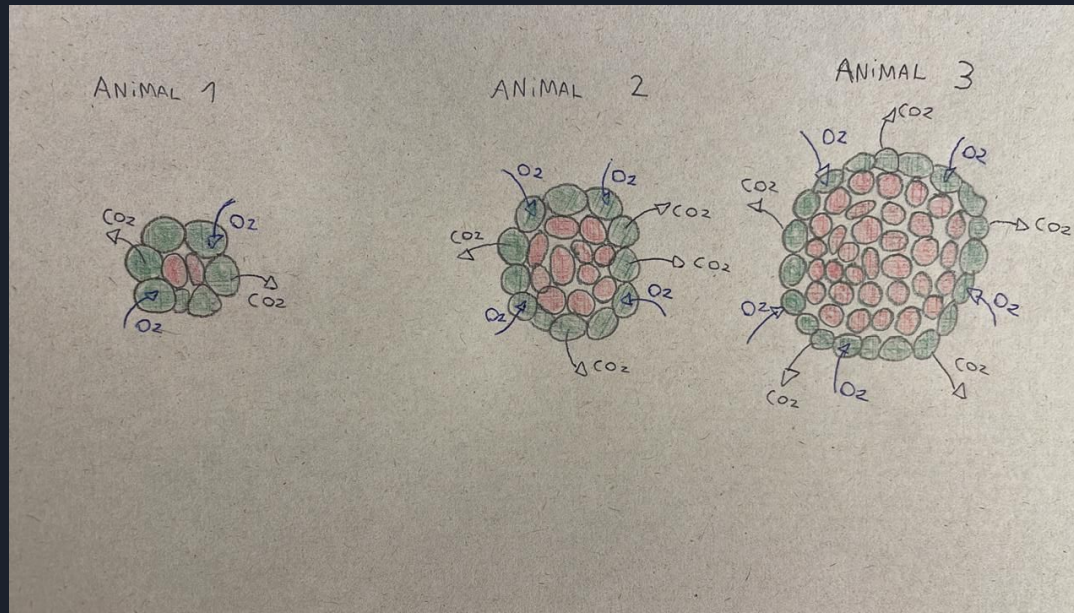
Funciones del sistema circulatorio

La principal función de este sistema es garantizar que todas las células del organismo puedan realizar intercambios de materia y energía, recibiendo nutrientes y eliminando desechos.

En los organismos de menor tamaño o poco grosor este sistema no existe, puesto que todas las células de los mismos se encuentran en contacto directo con el ambiente que rodea al animal o planta. A medida que los organismos aumentan de tamaño su volumen (masa) crece proporcionalmente más que su superficie, en otras palabras, el número de células que tienen crece más rápido que el número de células en contacto con el entorno.

Por ejemplo, en el caso de los humanos todas las células necesitan O_2 y liberan CO_2 , pero son pocas las células del cuerpo que están en contacto directo con la atmósfera, por lo que el sistema circulatorio debe encargarse de que le llegue O_2 a todas las células del cuerpo.

Por esto mismo los mayores desarrollos de este sistema se van a ver en los vertebrados por parte de los animales, y en los árboles por parte de las plantas.



Ejemplo de lo planteado en la diapo anterior, a mayor es el animal mayor es la cantidad de sus células que no están en contacto con el ambiente (marcadas en rojo). Pero como todas las células necesitan O_2 y liberan CO_2 esto resultaría en su muerte a la larga. Buscar relación superficie volumen si alguno se encuentra más interesado en el tema.

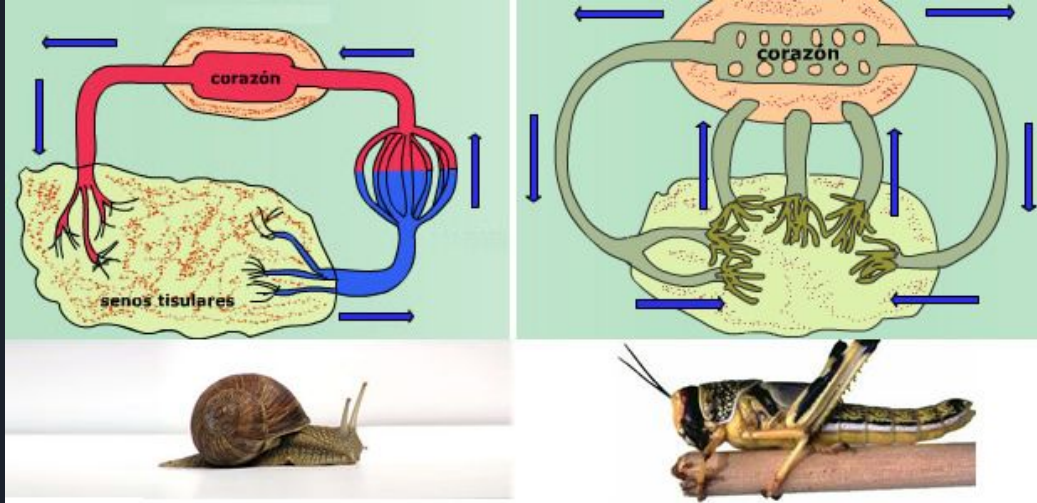
Tipos de sistema circulatorio en animales



Las 2 principales clases de sistema circulatorio son:

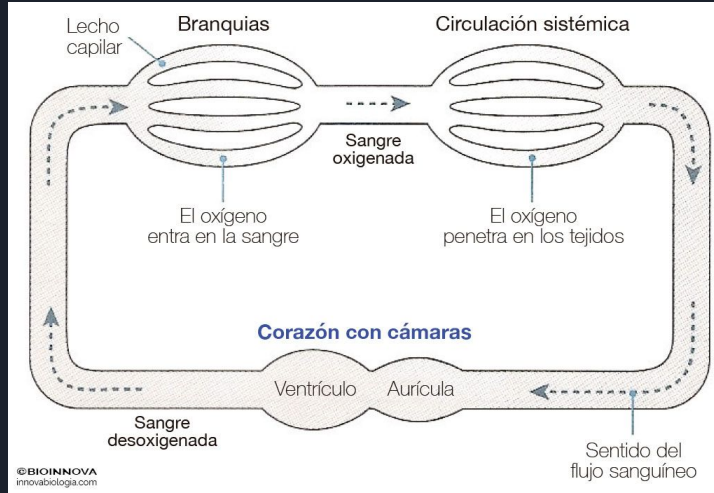
- Sistema circulatorio abierto: En este tipo lo que ocurre es que la sangre se vuelca directamente en los órganos del animal, para después ser recogida por las venas y llevada de vuelta al corazón.
- Sistema circulatorio cerrado: En este tipo la sangre nunca está en contacto directo con los órganos, sino que el intercambio de nutrientes sucede por medio de células que componen las paredes de los vasos sanguíneos.

Sistema circulatorio abierto



Las flechas son medio feas pero se entiende la idea, algunos vasos sanguíneos llevan la sangre hasta los órganos, la sueltan ahí, y posteriormente dicha sangre es recogida de nuevo y llevada hasta el corazón para volver a ser bombeada. Esto claro, pasando por los pulmones/branquias para poder volver a llenarse de O₂ que entregar a las células.

Sistema circulatorio cerrado



En este caso como se observa la sangre nunca se suelta en ningún órgano, lo que sucede es que se ramifica en muchos capilares para maximizar la superficie de contacto y así maximizar el intercambio de sustancias. Esto se observa en la parte de branquias y de circulación sistémica.



Sistema circulatorio en humanos

Sabemos entonces porque es importante el sistema circulatorio, pero no sabemos cómo funciona él mismo ni sus partes. Empecemos con el cuerpo humano que es lo más cercano para nosotros. El sistema circulatorio de los mamíferos se compone principalmente de:

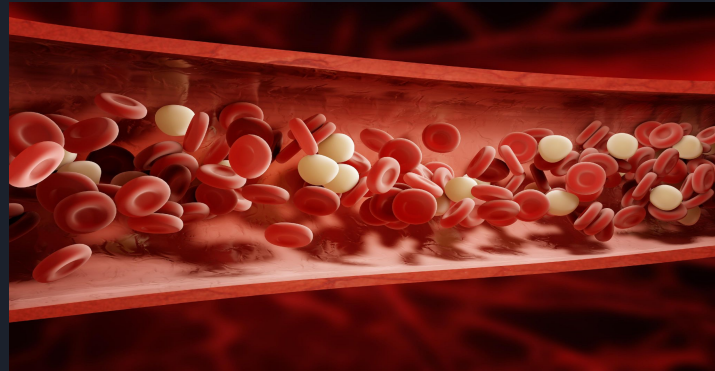
- Un corazón con 4 cámaras, 2 aurículas y 2 ventrículos
- Arterias, las cuales llevan sangre desde el corazón hasta el cuerpo
- Venas, las cuales llevan sangre desde diversas partes del cuerpo hasta el corazón
- La sangre

La sangre

Para entender al sistema circulatorio tenemos que entender en primer lugar que es lo que este sistema transporta. Transporta nutrientes claro, pero el sistema circulatorio no transporta glucosa o lípidos en sí, sino que transporta a la sangre, la cual a su vez lleva estos nutrientes. Pero entonces, ¿qué es la sangre?

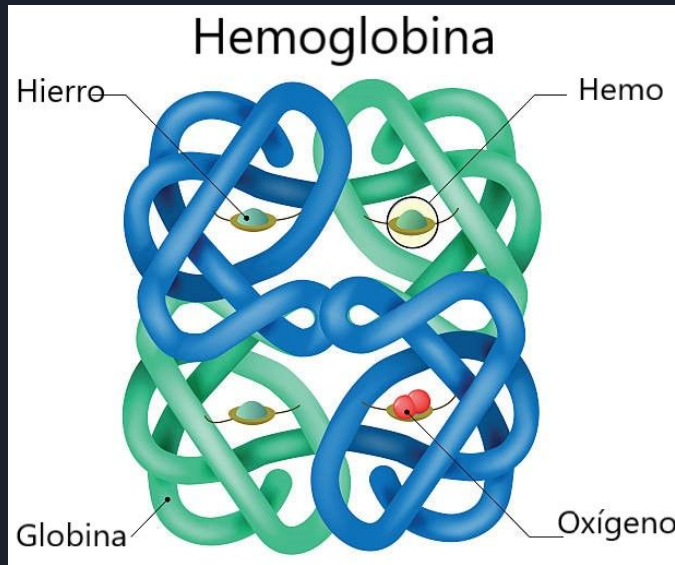
La sangre es un líquido compuesto de agua (80% del total), minerales, proteínas y células. Una de las sustancias más importantes que lleva la sangre es el oxígeno, pero como lo transporta al mismo?

Dentro de la sangre hay 3 tipos de células, los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y plaquetas, son los primeros quienes hacen de ese transporte posible.



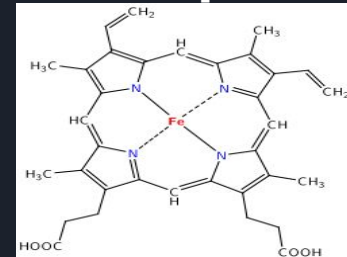
Glóbulos rojos y transporte de O₂

Los glóbulos rojos son el grupo de células más numeroso de la sangre y están casi huecos en su interior, careciendo incluso de núcleo, en su lugar están a rebosar de hemoglobina, una proteína que transporta oxígeno.



Como muestra esta bonita imagen, cada hemoglobina cuenta con 4 subunidades, cada una de las cuales puede transportar una molécula de oxígeno, es decir, cada hemoglobina puede transportar hasta 4 moléculas de O₂. El oxígeno se pega a la hemoglobina porque se pega a los grupos hemo, cada uno de los cuales tiene un hierro positivo que atrae a los oxígenos negativos. Para una mayor base de química profundizar en la guía de química.

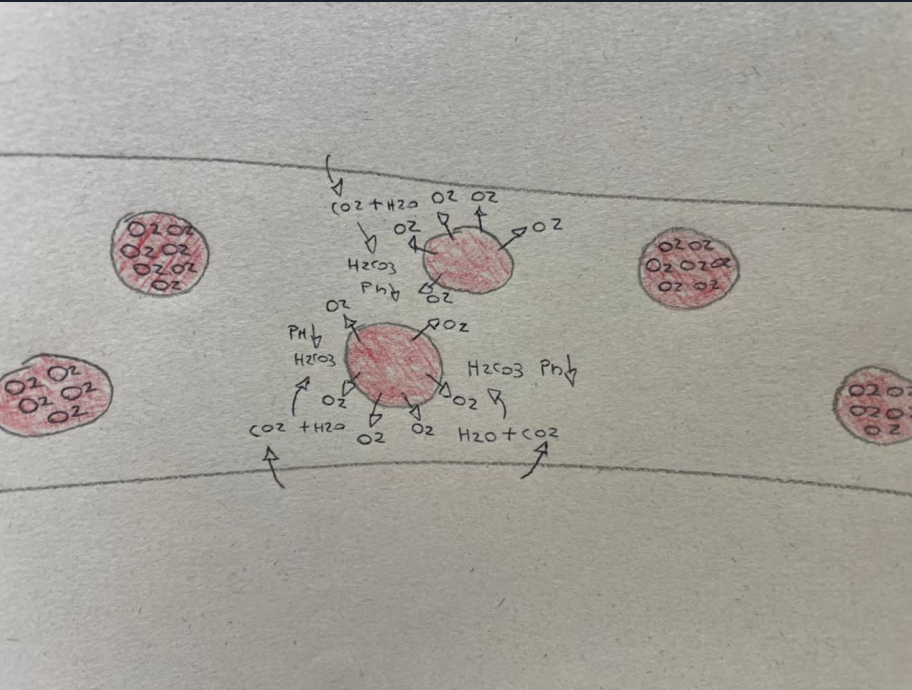
Grupo Hemo →



Efecto Bohr

Una pregunta válida que quizás se hayan hecho es como elige el glóbulo rojo cuando soltar el O_2 . Es decir, los glóbulos rojos llevan oxígeno pero ¿por qué lo sueltan? porque de la nada dejan de estar pegados y se va cada uno por su parte?, podría ser algo aleatorio pero interesantemente no lo es.

Lo cierto es que la afinidad de la hemoglobina por el O_2 depende del pH (ver power de química si no sabes que es), a más ácido el ambiente peor es su afinidad. Y como se acordarán las células que gastaron su O_2 liberan CO_2 , y el CO_2 puede reaccionar con H_2O (agua, que como se acordaran está en la sangre) para generar H_2CO_3 (un ácido), en resumen todas las células que ya gastaron su O_2 están creando zonas de baja afinidad alrededor suyo por bajar el pH, lo que resulta en que más oxígeno se suelte en dichas zonas. Esto se conoce como efecto Bohr, brillante no lo es?



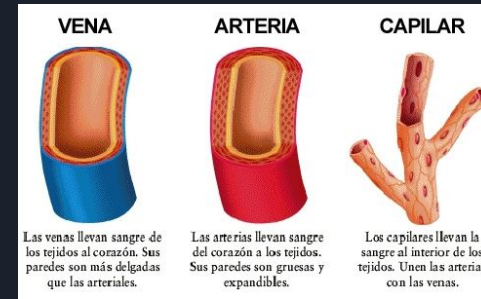
Vasos sanguíneos

El sistema circulatorio tiene vasos sanguíneos los cuales funcionan como las vías por las cuales va a circular la sangre.

Las arterias suelen representarse con el color rojo porque llevan sangre rica en oxígeno y nutrientes hacia el cuerpo, sus paredes también son más gruesas para poder resistir la fuerza generada por los ventrículos.

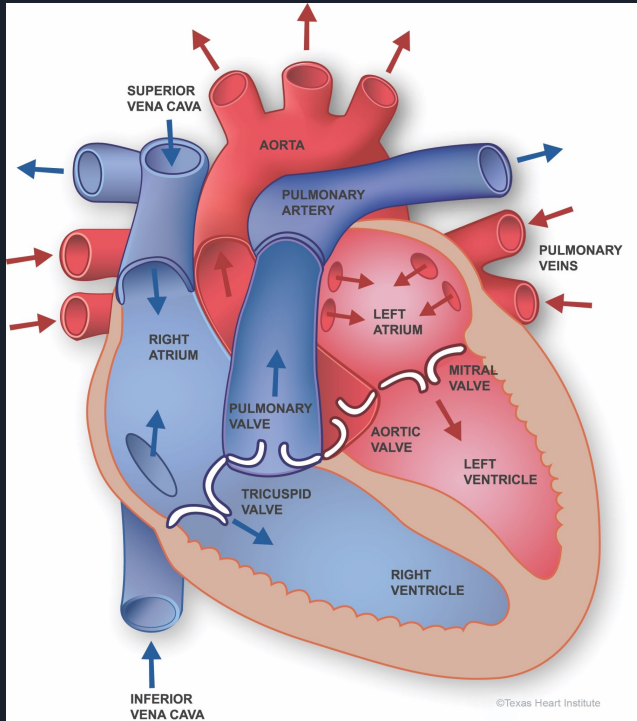
Las venas en cambio se representan con el color azul por llevar sangre pobre en oxígeno hacia el corazón y también poseen paredes más delgadas.

Los capilares son la parte más fina del sistema circulatorio, sirven para realizar el intercambio de sustancias en una mayor medida.



El corazón

Como se mencionó el corazón tiene 4 cámaras, 2 ventrículos y 2 aurículas.



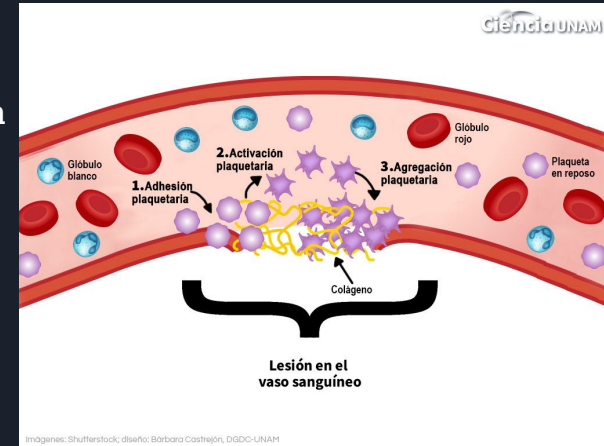
De forma general sucede lo siguiente, la aurícula derecha recibe sangre desoxigenada desde el cuerpo y se la pasa al ventrículo derecho por medio de la válvula tricúspide. Luego el ventrículo derecho expulsa dicha sangre por medio de la arteria pulmonar hacia los pulmones, donde se vuelve sangre rica en oxígeno (pasa de azul a roja). La sangre rica en oxígeno vuelve al corazón por medio de las venas pulmonares que terminan en la aurícula izquierda. Después la aurícula izquierda pasa esta sangre hacia el ventrículo izquierdo, el cual acaba el proceso expulsando esta sangre oxigenada hacia todo el cuerpo a través de la arteria aorta.

Notar en el dibujo que las paredes de los ventrículos son más gruesas, esto porque los mismos generan más fuerza que las aurículas.

Plaquetas y coagulación

Hasta ahora todo funciona perfecto, el corazón bombea sangre, la cual lleva nutrientes, por medio de los vasos sanguíneos por todo el cuerpo. Hay sin embargo un problema a considerar, ¿qué pasa si un vaso sanguíneo se rompe?, dado que todos nos hemos cortado alguna vez y no morimos, es lógico suponer que debe haber algún método de reparación, pero ¿cómo funciona?.

Otra célula de la sangre son las plaquetas, cuya función es básicamente pegarse a los sitios lesionados para evitar la pérdida de sangre. Posteriormente se recubre a las plaquetas para volver a generar las paredes normales de los vasos sanguíneos.



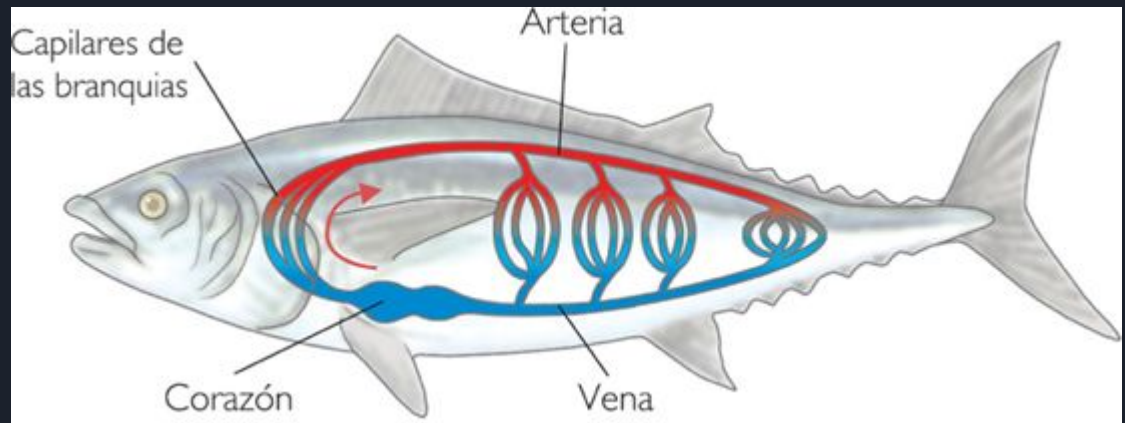


Sistemas circulatorios en otros animales

El mayor desarrollo de los sistemas circulatorios se observa en los vertebrados, a continuación se explicaran los sistemas de los peces, reptiles y anfibios. El sistema circulatorio de las aves no será explicado por ser básicamente igual al de los mamíferos que ya fue explicado anteriormente. Todos los sistemas circulatorios de los vertebrados son cerrados.

También se darán explicaciones de estos sistemas en los anélidos, moluscos y artrópodos.

Peces



El sistema circulatorio de los peces es el más simple entre los vertebrados ya que como se observa, solo cuenta con un ventrículo y una aurícula, es decir, un corazón de dos cámaras. Gracias a esto es fácil de entender, el ventrículo expulsa la sangre a través de las branquias donde se oxigena, posteriormente dicha sangre va dejando el oxígeno en distintos tejidos del cuerpo por medio de capilares. Al terminar su recorrido la sangre vuelve a la aurícula, donde es pasada al ventrículo y el proceso empieza de nuevo.

Uno se puede preguntar entonces porque nosotros tenemos 4 cámaras en el corazón, ¿no?, después de todo parece que con 2 cámaras funciona perfecto. El motivo es simple, a más se aleja la sangre del ventrículo más velocidad pierde, esto es especialmente cierto en los capilares. Por lo tanto un corazón de 2 cámaras tiene un límite importante a cuanto sangre puede distribuir en un tiempo dado. El tener 4 cámaras permite que la sangre se impulse el doble en cada circulación, esto explica porqué las aves y los mamíferos pueden hacer mayores ejercicios con gran carga energética durante más tiempo.

Anfibios

Sí, la imagen es fea, pero transmite la idea bien. Los anfibios tienen 2 aurículas y 1 ventrículo.

El mecanismo de acción está marcado con las flechas, el ventrículo expulsa la sangre hasta los pulmones y piel (los anfibios tienen respiración cutánea) donde la sangre se oxigena. Posteriormente la sangre rica en oxígeno vuelve a la aurícula izquierda donde se pasa al ventrículo y se expulsa esta vez al resto del cuerpo. Luego llega a la aurícula derecha, pasa al ventrículo y se repite el proceso.

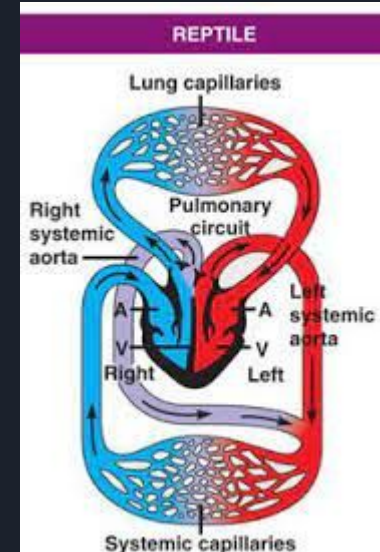
Esto permite volver a generar potencia luego de pasar por los pulmones y cargarse de oxígeno, a diferencia de como pasa con los peces. El inconveniente es que en el ventrículo se mezcla sangre rica en oxígeno con sangre pobre en oxígeno, esto resulta en que menos oxígeno llega a los tejidos del cuerpo.



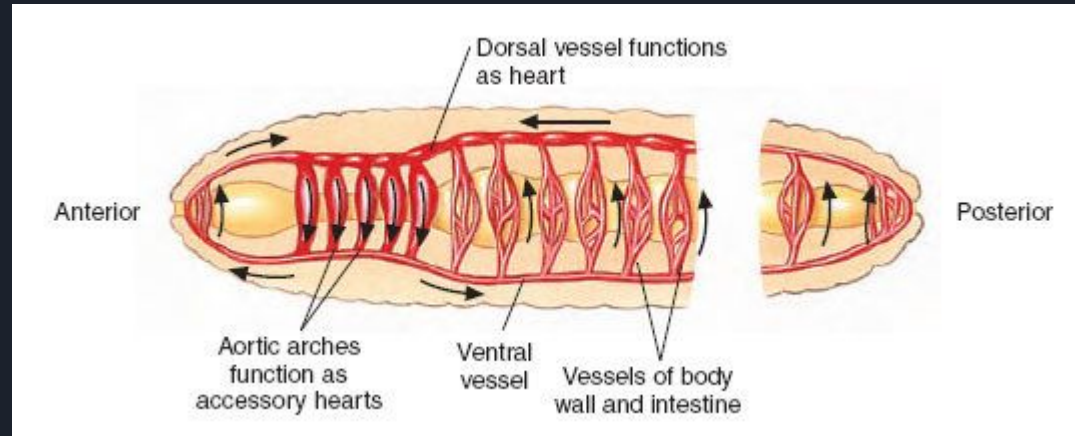
Reptiles

Pasando a los reptiles (menos los cocodrilos, ellos también tienen 4 cámaras) vemos un corazón de 3 cámaras muy parecido al de los anfibios pero con algunas diferencias.

La principal diferencia es que los reptiles tienen dos arterias aorta, es decir, tienen dos vasos sanguíneos principales que llevan la sangre desde el corazón hasta los tejidos del cuerpo. Esto permite que una arteria lleve sangre muy rica en oxígeno mientras que la otra arteria lleva sangre mixta entre rica y pobre en oxígeno (marcada con violeta en la imagen). Esto hace que los reptiles puedan hacer algunas actividades más energéticamente costosas que los anfibios y por más tiempo.

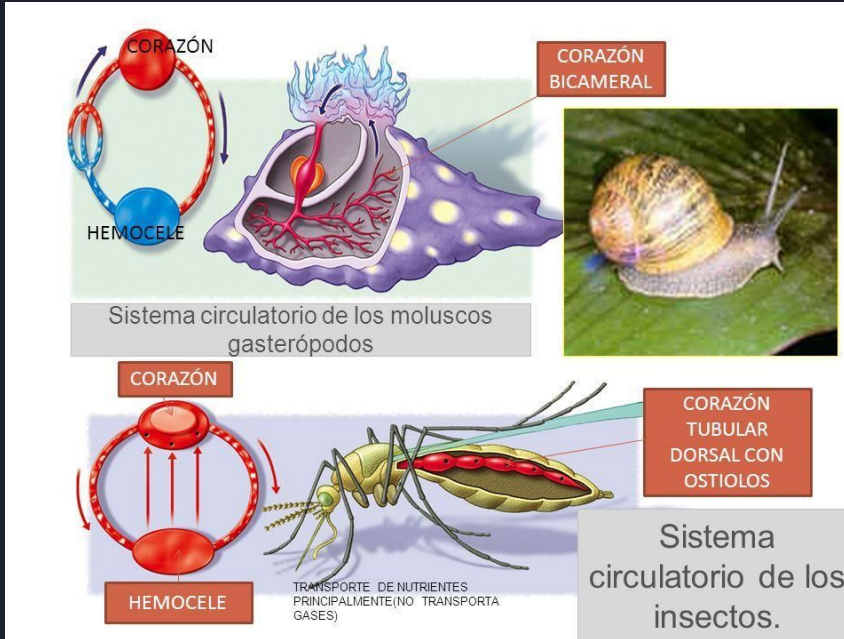


Anélidos



Los anélidos (lombrices de tierra, sanguijuelas y poliquetos, ver más info en power de taxonomía) tienen un sistema circulatorio cerrado pero la idea base se parece bastante al de los artrópodos. Esencialmente la sangre se bombea por medio de corazones dorsales a través del cuerpo de la lombriz hacia la "cabeza", ya llegada a dicha zona la sangre se bombea hacia abajo por medio de corazones accesorios, finalmente la sangre vuelve a subir por medio de vasos sanguíneos a lo largo del cuerpo del anélido.

Artrópodos y moluscos

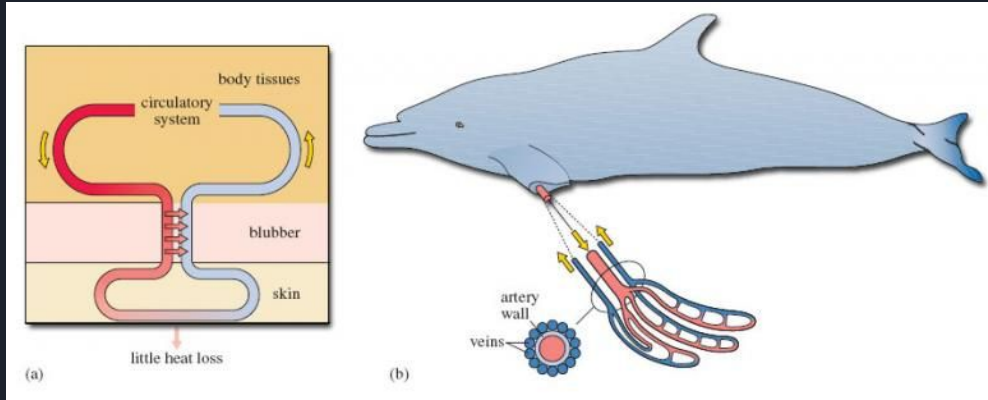


Ambos filos tienen sistemas circulatorios abiertos.

En el caso de los moluscos el corazón puede tener 2 o 3 cámaras, en el caso de los cefalópodos hay 2 "corazones" adicionales en cada branquia. Su función es propulsar la hemolinfa (líquido del sistema circulatorio) por los vasos sanguíneos del animal. Pueden tener hemoglobina o hemocianina (otra proteína que utiliza cobre en lugar de hierro para el transporte de oxígeno)

En los artrópodos la sangre es bombeada por el corazón dorsal a través de diversas arterias. Esa sangre luego se filtra por los tejidos y es recogida desde abajo, donde se lleva al corazón repitiendo así el ciclo.

Sistema contracorriente



Otra función que pueden tener los sistemas circulatorios es mantener el calor corporal, sobre todo en animales que viven en ambientes de extremo frío. Esto se logra mediante un sistema conocido como circulación contra corriente.

Analicemos este caso, el delfín nada en un ambiente más frío que él y que le roba calor, particularmente de sus extremidades. Para minimizar esto los vasos sanguíneos que van hacia la aleta pasan al lado de los vasos sanguíneos que vuelven desde la aleta en dirección opuesta, esto genera que los vasos sanguíneos que salen desde el cuerpo del delfín (más caliente) le presten parte de su calor a los vasos sanguíneos que vuelven hacia el cuerpo del delfín. Esto permite evitar que la sangre vuelva al delfín demasiado fría desde una extremidad sin necesidad de gastar energía adicional. En este caso use un delfín pero este es un sistema muy popular que también tienen aves y peces entre otros animales.



Plantas

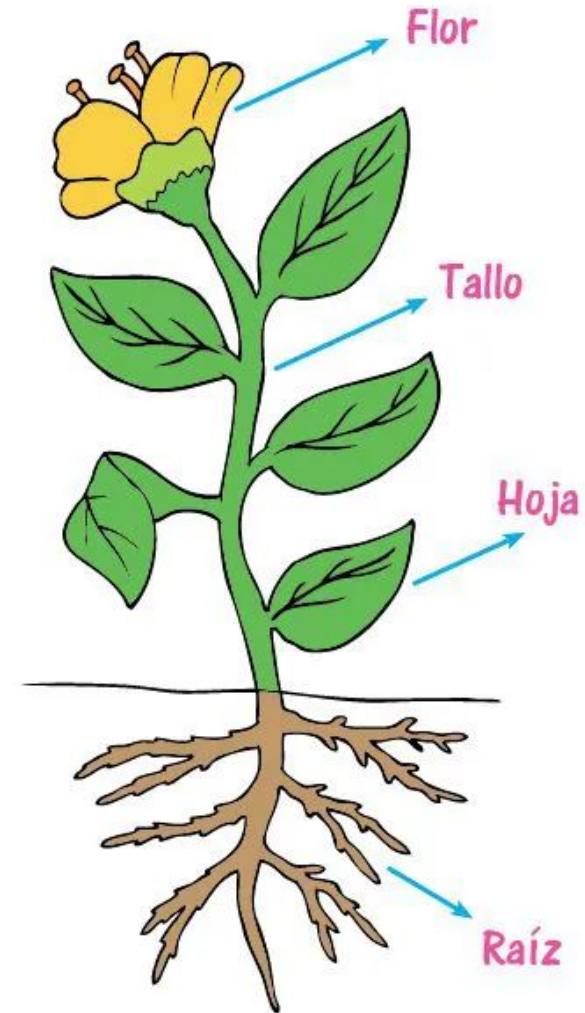
Llegamos a las fabulosas plantas y es momento de explicar cómo funcionan sus sistemas circulatorios.

En primer lugar hay que entender que las plantas son seres vivos muy diferentes a los animales y por lo tanto tienen necesidades muy diferentes. En primer lugar, las plantas no tienen ningún transporte de oxígeno porque no realizan movimientos de alta energía a diferencia de los animales. En su lugar las plantas transportan principalmente 2 cosas por su cuerpo, agua y azúcares. El agua se transporta desde las raíces (donde se consigue) hasta el tallo y las hojas por medio de un sistema conocido como **xilema**, mientras que los azúcares se llevan desde las hojas al resto del cuerpo por medio del **floema**.

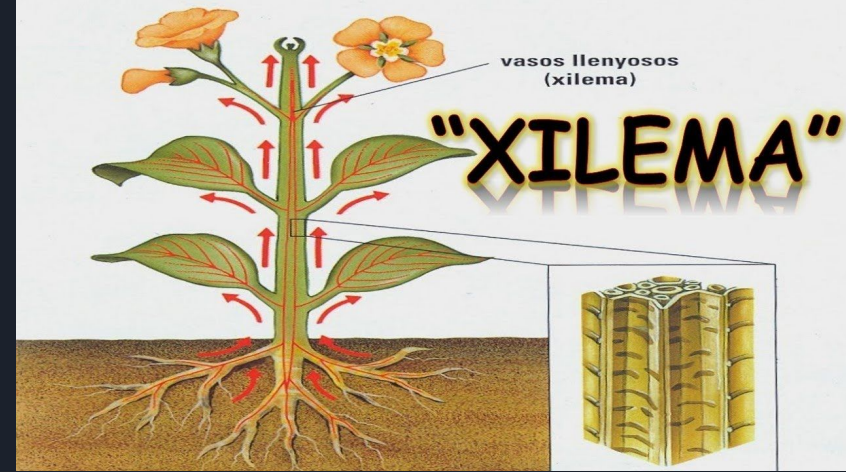
Xilema

Analicemos la estructura de una planta (ignoremos a la flor por ahora), una planta tiene raíces, tallo y hojas.

Las plantas obtienen agua por medio de sus raíces, las mismas se expanden por la tierra aumentando su superficie e incorporan agua por medio de difusión simple. Sin embargo todas las células de las plantas necesitan agua de forma constante para sobrevivir, entonces debe existir alguna forma de que el agua pase desde las raíces hasta el tallo y las hojas. El sistema que hace eso posible se conoce como el xilema.



Xilema II



Como características generales, el xilema es un sistema unidireccional, el cual funciona con células muertas y se basa en la fuerza de evaporación.

Empecemos por el final, el agua se evapora en las hojas como resultado del calor ambiental, esto resulta en que algunas moléculas de agua dejan la planta en forma de vapor. Como consecuencia a esto las moléculas de agua que siguen en la planta se mueven para llenar el hueco, y a su vez los huecos que dejan estas serán llenados por otras moléculas de agua, esto resulta en un movimiento generalizado del agua en la planta hacia las hojas desde las raíces.

El agua entonces no se conserva, sino que está en un constante ciclo de ser absorbida por las raíces y evaporada por las hojas. Este transporte de agua a su vez se da por medio de células muertas conocidas como traqueidas y elementos vasculares, las cuales actúan como las cañerías de las plantas.



Xilema III

Es importante mencionar que las plantas obtienen todos sus minerales por medio del agua que incorporan, y posteriormente los mismos se distribuyen por medio del Xilema. Acá dejo una lista con las principales funciones de cada mineral porque lo han llegado a preguntar en las pruebas nacionales.

Nutrientes que son parte de compuestos de carbono	
Nitrógeno	Constituyente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, hexoaminas, etc.
Azufre	Componente de la cisteína, cistina, metionina y proteínas. Constituyente del ácido lipóico, coenzima A, pirofosfato, biotina, 5'-fosfosulfato y 3'-fosfoadenosina.
Nutrientes que son importantes por ser almacenes de energía o por mantener la integridad estructural	
Fosforo	Componente de azúcares fosfatados, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, etc. Tiene un papel importante en las reacciones que involucran al ATP.
Silicio	Depositada en forma de sílice amorfa en las paredes celulares. Contribuye a las propiedades mecánicas de la pared celular, incluyendo la rigidez y la elasticidad.
Boro	Complejos con manitol, manano, ácido polimanurico y otros constituyentes de las paredes celulares. Involucrado en la elongación celular y en el metabolismo de ácidos nucleicos.
Nutrientes que permanecen en sus formas iónicas	
Potasio	Requerido como cofactor por al menos 40 enzimas. Principal catión que establece el turgor celular y mantiene la electroneutralidad celular
Calcio	Constituyente de la lamela media de las paredes celulares. Requerido como un cofactor por algunas enzimas involucradas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos. Actúa como mensajero secundario en la regulación metabólica.
Magnesio	Requerido por muchas enzimas involucradas en la transferencia de fosfato. Constituyente de la molécula de clorofila.
Cloro	Necesario para las reacciones fotosintéticas que participan en la producción de O ₂ .
Manganeso	Necesario para actividades de algunas deshidrogenasas, descarboxilasas, quinasas, oxidasas y peroxidasas. Involucrado con otro catión que activan enzimas y en la producción fotosintética de O ₂ .
Sodio	Requerido en la regeneración del fosfoenolpiruvato en plantas C4 y CAM. Sustituye al potasio en algunas funciones.
Nutrientes que están involucrados en reacciones redox	
Hierro	Constituyente de los citocromos y proteínas hemo involucrados en la fotosíntesis, la fijación de N ₂ y la respiración.
Zinc	Constituyente de la alcohol deshidrogenasa, glutámico deshidrogenasa, anhidrasa carbónica, etc.
Cobre	Componente de la ácido ascórbico oxidasa, tirosinasa, monoamino oxidasa, uricasa, citocromo oxidasa, fenolasa, lacasa y plastocianina.
Níquel	Constituyente de la ureasa. En la fijación bacteriana de N ₂ , constituyente de las hidrogenasas.
Molibdeno	Constituyente de nitrogenasas, nitrato reductasa y xantina deshidrogenasa.



Floema

Además del agua (y minerales que el agua lleva) la otra sustancia muy importante que las plantas necesitan distribuir son los azúcares. Los mismos se generan por medio de fotosíntesis en las hojas pero deben llegar a todas las células de la planta porque todas necesitan de glucosa para sobrevivir.

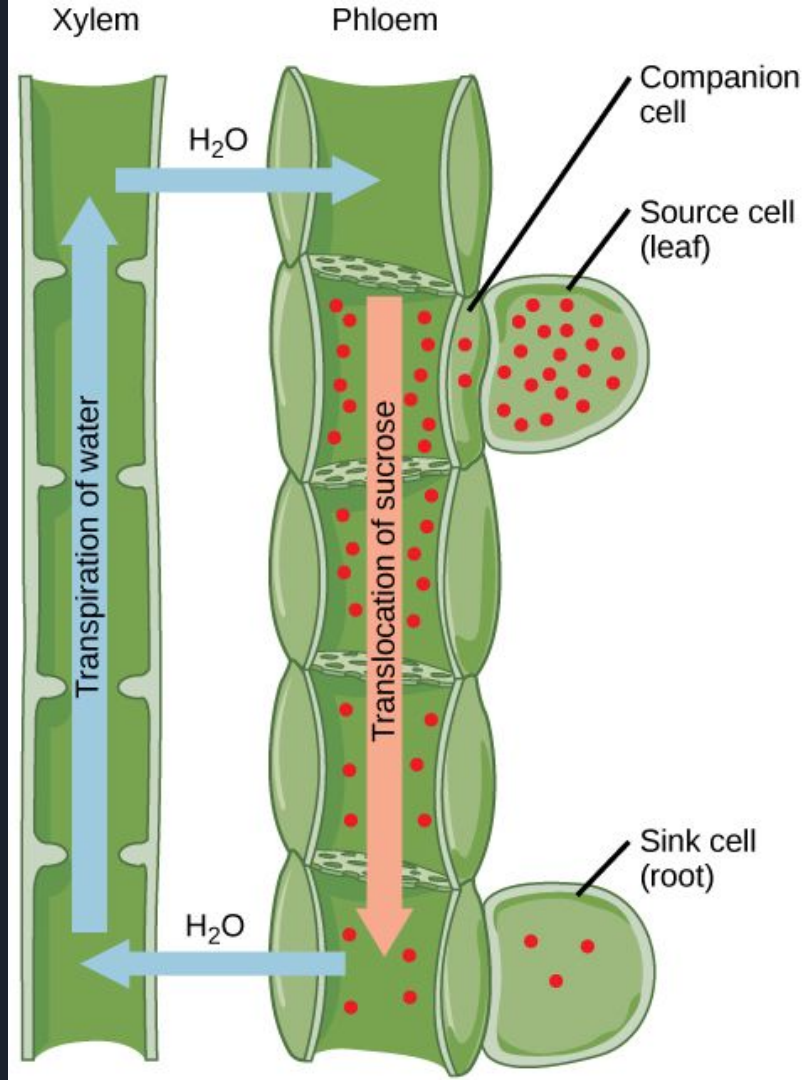
Como diferencias principales con el xilema tenemos que las células del floema no se encuentran muertas, que se transportan azúcares y que el mecanismo por el cual sucede el transporte es distinto.

Floema II

El mecanismo por el cual sucede el transporte en el floema depende del xilema, acá dejo un video que lo muestra muy bien:

<https://www.youtube.com/watch?v=-b6dvKgWBVY&t=152s>

Pero para explicar esto con mis propias palabras, la presencia de azúcares en el líquido del floema sube mucho la molaridad de la solución (ver power de química si no entiendes que es molaridad), esto resulta en un movimiento por ósmosis del agua desde el xilema hasta el floema. Este movimiento de agua impulsa a los azúcares alrededor de la planta, y gracias a que la fuerza impulsora se genera desde donde se liberan los azúcares los mismos se distribuyen a otras partes que carecen de los mismos.





¡¡¡Final!!!

Aún quedan algunos temas por tocar pero de forma general está todo resumido, lo que no haya sido explicado tanto se tratará en otras presentaciones.

