



Rafael Galeth
COLEGIO VIRTUAL INTENSIVO PCEI

2do Ciencias Naturales

Bachillerato

**Ministerio
de Educación**



**Esta obra es un extracto de título e ISBN: 978-9942-23-014-4, 978-9942-23-285-4,
978-9942-23-022-5 del libro del ministerio de educación. Todos los derechos le
pertenecen al autor.**

Ministerio de Educación

Equipo Técnico

Luz Marina Almeida Sandoval
Duraymi Huete Chávez

ISBN: 978-9942-22-413-2

Equipo Técnico de Editorial Don Bosco

Gerente General de Editorial Don Bosco

Marcelo Mejía Morales

Dirección Editorial

Paúl F. Córdova Guadamud

Editora de área

Ligia Elena Quijia Juiña

Autores

Byron Patricio Villarreal Ramírez

Freddy Tituaña

Andrea Paola Zárate Oviedo

Diseño y diagramación

Rosa Alicia Narváez Parra

Jonathan Jean Pierre Barragán Barragán

Juan Fernando Bolaños Enríquez

Ilustración

Marco Antonio Ospina Belalcázar

Jorge Andrés Pabón Rosero

Diego Fernando Aldaz Pinto

Eduardo Delgado Padilla

Edición 2023

© Ministerio de Educación
Av. Amazonas N34-451 y Av. Atahualpa
Quito-Ecuador
www.educacion.gob.ec

Ministerio de Educación



La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por el Ministerio de Educación y se cite correctamente la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**

CONTENIDO

Unidad 1	5
1. El desarrollo embrionario y diferenciación celular.....	6
• Tejido vegetal.....	7-10
2. Transporte de sustancias en los vegetales.....	11-13
3. Hormonas vegetales.....	14-16
4. Movimiento de las plantas.....	16-18
Unidad 2	19
1. Desarrollo embrionario de los animales.....	20-21
2. Tejidos animales.....	22-26
3. Sistema respiratorio.....	27-29
4. Sistema circulatorio.....	30-33
Unidad 3	34
1. Introducción a la termodinámica.....	35-36
2. Equilibrio térmico y temperatura.....	37-38
3. Energía transferida mediante calor.....	39-41
4. Movimiento vibratorio armónico.....	42-43
Unidad 4	44
1. Masa atómica y Avogadro.....	45-47
• Masa molecular y Avogadro.....	48-50
2. Tipo de disoluciones.....	51-52
• Porcentaje en masa.....	52-56
3. Propiedades de los gases.....	57-59
4. Ley de los gases.....	60-62

UNIDAD

1

CONTENIDO:

- 1. El desarrollo embrionario y diferenciación celular**
 - Tejido vegetal
- 2. Transporte de sustancias en los vegetales**
- 3. Hormonas vegetales**
- 4. Movimiento de las plantas**

3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO Y LA DIFERENCIACIÓN CELULAR

Todas las células de un organismo pluricelular derivan, por mitosis, de una sola célula original.

El **desarrollo embrionario** es el proceso por el cual, a partir de una sola célula inicial, se constituye un organismo pluricelular completo.

Durante este desarrollo se producen la **multiplicación** y la **diferenciación celular**, es decir, la aparición de distintos tipos de células que presentan diferencias morfológicas y de funcionamiento y que irán constituyendo los distintos tipos de tejidos, órganos y aparatos o sistemas.

Este proceso es muy diferente según se trate de vegetales o de animales.

3.1. Desarrollo embrionario en las angiospermas

Vamos a presentar un ejemplo de cada uno. Los **espermatófitos** son las plantas más numerosas de la Tierra y se clasifican en gimnospermas y angiospermas. En las plantas con flor o angiospermas, después de la fecundación, se forma la **semilla**. La semilla está formada por el embrión, encargado de originar la nueva planta; el endosperma, que es el tejido que nutre el embrión durante el proceso de la germinación; y por unas capas protectoras de todo el conjunto, normalmente endurecidas, llamadas **testa**.

En el caso de las **plantas dicotiledóneas**, además de la radícula y la pláumula, en el embrión también pueden distinguirse los **cotiledones**.

Estos son unas hojas modificadas, denominadas **primordiales**, que sirven para alimentar a la plántula una vez ha germinado hasta que dispone de verdaderas hojas que puedan realizar la fotosíntesis.

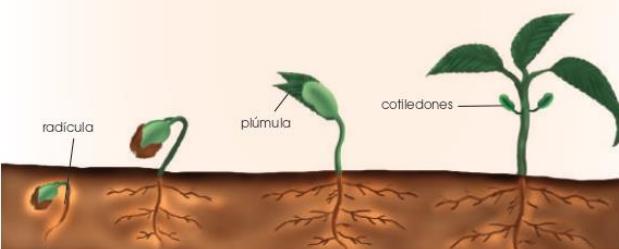
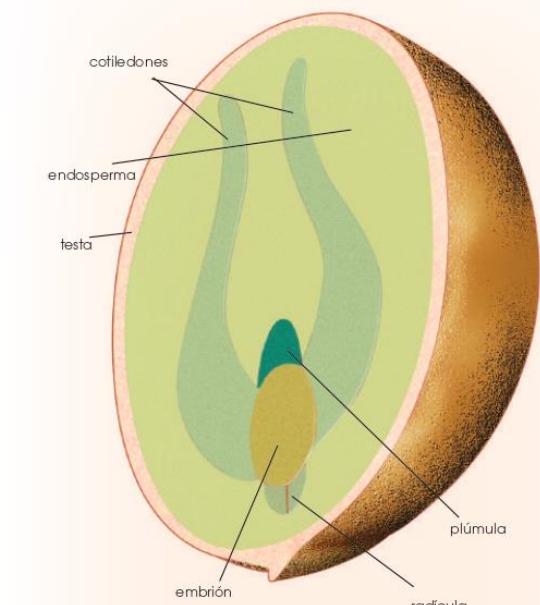
En las primeras fases del desarrollo del embrión se produce la diferenciación en este de tres tipos de tejidos.

- **Meristemos primarios:** Son tejidos especializados en el crecimiento de la planta. Posteriormente, se diferenciarán en otros tipos de tejidos.

- **Tejidos vasculares:** Tienen la misión de conducir la savia.

- **Tejidos epidérmicos:** Forman la cubierta externa y protectora de la planta.

Estos tejidos constituyen las partes de un embrión. Durante la germinación, a partir del embrión, se desarrolla la planta adulta.



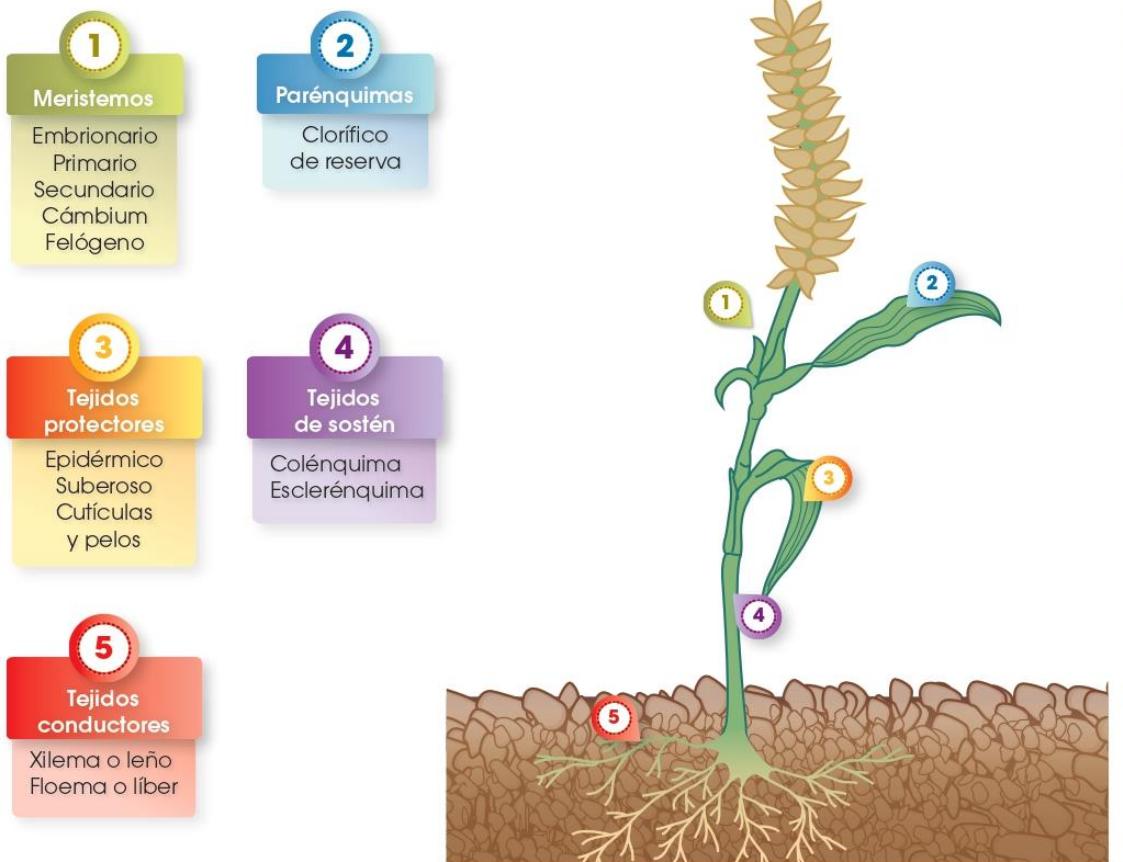
4. TEJIDOS VEGETALES

En el reino vegetal distinguimos dos grandes modelos estructurales:

- **Los talófitos**, constituidos por un talo, es decir, una masa de células indiferenciadas en la que no distinguimos tejidos. Poseen un órgano de fijación, el rizoide; un órgano de sostén, el cauloide y un filoide que tiene una estructura laminar fotosintética, que recuerda a las hojas. Las algas, los musgos y las hepáticas son talófitos.
- **Los cormófitos**, constituidos por un cormo, es una estructura en la que las células están agrupadas en tejidos y constituyen diferentes órganos, como la raíz, el tallo y las hojas. Los pteridófitos y los espermatófitos son cormófitos. Los espermatófitos, o plantas con semilla, se dividen a su vez en angiospermas y gimnospermas.

A continuación, vamos a describir las principales características de los tejidos vegetales de las plantas cormófitas.



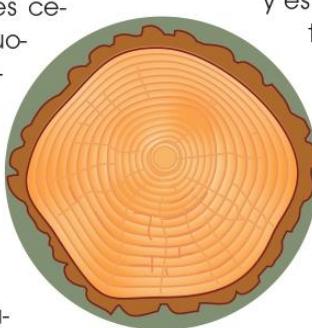


4.2. Meristemos

Se caracterizan por estar poco diferenciados y por su gran capacidad de división. Son los responsables de la multiplicación celular. Sus células presentan paredes celulares finas, con pocas vacuolas, de pequeño tamaño y núcleos grandes.

Distinguimos los siguientes tipos de meristemos:

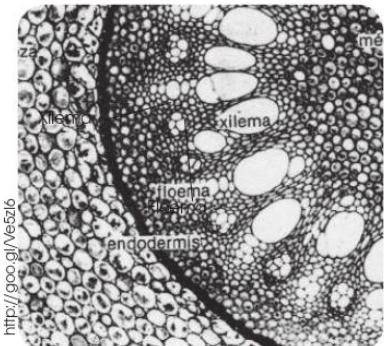
- **Embrionario:** Forma el embrión, en la fase de semilla, y puede permanecer en reposo durante mucho tiempo.
- **Primario o apical:** Está especializado en el crecimiento en longitud de la planta. Se localiza en los extremos de la raíz (coifa) y el tallo (yemas terminales y axilares).



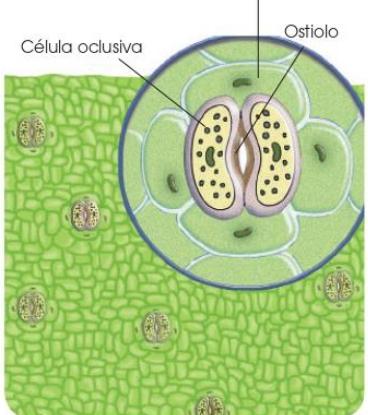
• **Secundario:** Produce el crecimiento en grosor de la planta. Se localiza en toda la planta (partes gruesas del tallo y raíz) y está formado por células que, en determinadas épocas del año, recuperan la capacidad de dividirse para diferenciarse en tejidos concretos. Distinguimos:

—**El cámbium:** Se encuentra intercalado entre los tejidos que conducen la savia y los regenera periódicamente.

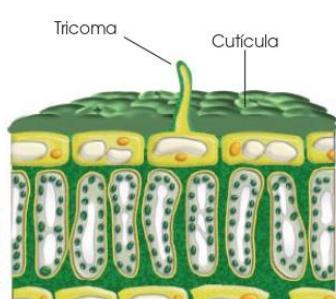
—**El felógeno:** Está bajo la epidermis y produce, entre esta y el propio tejido una nueva capa de células que forman un tejido, protector, denominado suberoso. Produce el crecimiento en grosor de tallos y raíces.



■ Corte transversal de un tallo de planta monocotiledónea visto al microscopio óptico. La tinción permite distinguir los diferentes tejidos. Los conductores se agrupan en pequeñas zonas distribuidas por el interior del tallo. Célula epidérmica



■ Los estomas regulan el intercambio gaseoso mediante laertura o cierre de su ostiolo gracias a la presencia de dos células oclusivas.



■ Corte del tejido epidérmico de una hoja

4.2. Tejidos conductores

Son los tejidos que se ocupan de la función de transporte de la savia. Sus células tienen forma alargada. Los tabiques de separación entre ellas están ausentes o bien están dispuestos de manera oblicua para favorecer la circulación a través de ellos. Pueden ser de dos tipos:

- **Xilema o leño:** Transporta **savia bruta** en sentido ascendente (desde la raíz hasta las hojas) y procede de la división y especialización de las células del cámibium, los que proliferan hacia la parte interior de la planta. Está formado por células muertas situadas una sobre otra sin tabique de separación y, por tanto, constituyen estructuras tubulares. Las células que forman estructuras tubulares se llaman *traqueidas* y *tráqueas*. Se trata de células muertas recubiertas de lignina; la lignina no recubre uniformemente los vasos en su totalidad.
- **Floema o líber:** Transporta la **savia elaborada** que resulta de la fotosíntesis, tanto en sentido ascendente como descendente, y procede de la especialización de las células del cámibium que se dividen hacia el exterior. Sus células se disponen del mismo modo que las del xilema, pero están vivas, con las paredes celulares de separación entre ellas perforadas por numerosos orificios. Las denominamos *células cribosas* o *tubos cribosos* y son alargadas.

4.3. Tejidos protectores

Recubren la planta protegiéndola de la acción de agentes externos y evitando la pérdida de agua. Las características de sus células varían según el tipo de tejido protector de que se trate:

- **Epidérmico:** Forma la epidermis y está constituido por una sola capa de células vivas, sin clorofila, adosadas unas a otras. La epidermis se encuentra perforada generalmente por unos orificios llamados **estomas**, que tienen capacidad para regular su grado de apertura, según las condiciones ambientales. Este tejido puede presentar algunas modificaciones:
 - **Cutícula:** Es una capa formada por sustancias ceras, principalmente cutina, que impregna la pared de las células que está en contacto con la atmósfera.
 - **Pelos o tricomas:** Son prolongaciones de la epidermis, formadas por una o varias células. Pueden ser absorbentes, como los de las raíces; o secretores, por ejemplo, de sustancias urticantes como los de las hojas, los tallos, etc.
- **Tejido suberoso o súber:** Se origina a partir de la especialización de las células del felógeno y sustituye a la epidermis para reforzar las partes de la planta que crecen en grosor.

La pared de sus células está impregnada de suberina (de naturaleza lipídica) totalmente impermeable. Este aislamiento hace que sean células muertas.

El súber presenta unos orificios denominados **lenticelas**, por donde los tejidos adyacentes intercambian gases.

4.4. Parénquimas

Son tejidos que dan cuerpo a las distintas partes de la planta, a la vez que se especializan en funciones diversas. Sus células son vivas, grandes, con numerosas vacuolas y cloroplastos. La pared celular está bien desarrollada. Entre cada célula y las contiguas existen uniones denominadas *plasmodesmos*, por donde se establece el transporte de sustancias entre las células. Según la función, a los parénquimas los clasificamos en:

- **Clorofílico:** Es el principal tejido fotosintético; por ello, sus células contienen abundantes cloroplastos. Se localiza en las partes verdes: hojas y tallos herbáceos. Distinguimos dos capas:
 - La capa más próxima a la epidermis está formada por el **parénquima clorofílico en empalizada**, que tiene células prismáticas y muy juntas, para un aprovechamiento más eficaz de la luz.
 - Debajo de este se encuentra el **parénquima clorofílico lagunar**, formado por células más redondeadas que dejan huecos entre unas y otras. Por ellos circulan gases como CO_2 , O_2 y vapor de agua.
- De reserva:** Sus células tienen grandes vacuolas que acumulan productos elaborados por la planta (almidón, disacáridos,

1. Relaciona los siguientes conceptos:

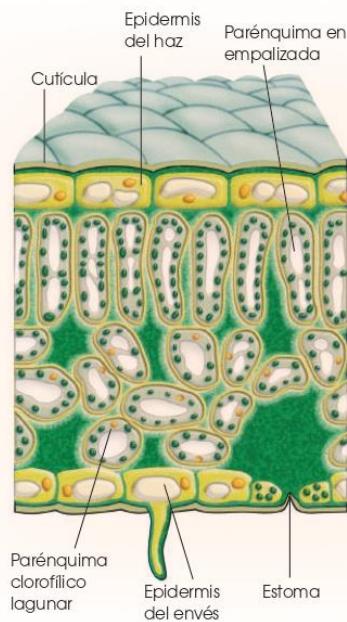
- | | |
|---|---------------|
| • Produce el crecimiento en grosor de tallo y raíces. | a. xilema |
| • Proceden de las células del cám-bium que se dividen hacia la parte exterior. | b. floema |
| • Se encuentra perforada por unos orificios que permiten el intercam-bio gaseoso. | c. felógeno |
| • Tejido formado por células vivas con gran cantidad de vacuolas que almacenan almidón. | d. epidermis |
| • Proceden de las células del cám-bium que se dividen hacia la parte interior. | e. parénquima |
2. **Explica** qué se entiende por *intercambio gaseoso*. **Describe** por dónde se realiza y cómo se regula.

ácidos y más). Se localizan en ciertos órga-nos específicos como los tubérculos.

4.5. Tejidos de sostén

Confieren a la planta solidez y consistencia. Están formados por células de paredes grue-sas y adosadas estrechamente. Existen dos tipos:

- **Colénquima:** Lo constituyen células vivas que han engrosado los ángulos de sus pa-redes celulares con depósitos de celulosa. Esto le confiere gran resistencia y, a la vez, flexibilidad. Se localiza en las partes de la planta que están en crecimiento.
- **Esclerénquima:** Está formado por células muertas que han sufrido un proceso de ligni-ficación. Se localiza en la cáscara de al-gunos frutos, como las nueces, o en fibras flexibles, como el lino y el cáñamo.



Actividades

Y TAMBÉN:

En determinados tejidos se localizan células o gru-pos de células con actividad secretora. En la epidermis, se pueden intercalar células que segregan esencias, como sucede en la planta del romero o la menta. En otros casos, existen tubos y bolsas que producen y segregan otras sustancias, como la resina de los pinos o el látex de las higueras.

8. EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS EN LOS VEGETALES

La obtención de nutrientes útiles, la excreción de productos tóxicos y los intercambios de gases son procesos que tienen lugar en zonas concretas del organismo, tanto en los vegetales como en los animales. Por ello, se requieren mecanismos de transporte que comuniquen estas zonas con el resto de las células del organismo.

Vamos a describir los mecanismos de circulación en los vegetales, teniendo en cuenta que, en las plantas, los líquidos circulantes no transportan los gases respiratorios (CO_2 y O_2), sino las sustancias necesarias para que tenga lugar la fotosíntesis y las que se obtienen como resultado de esta. Nos referiremos exclusivamente a las **plantas cormófitas**, ya que solo en ellas se da la especialización en tejidos que hace necesarios y, a la vez, permite estos transportes.

Normalmente, la raíz es el órgano de absorción, situado en el extremo opuesto a las hojas que tienen actividad fotosintética. Ambos órganos están comunicados por un sistema de circulación, de abajo hacia arriba, a través de las vías conductoras ascendentes. Desde las hojas y otras partes verdes, se reparten, mediante las vías de conducción de sustancias, las sustancias orgánicas que se obtienen en la fotosíntesis.

8.1. Vías de conducción ascendentes

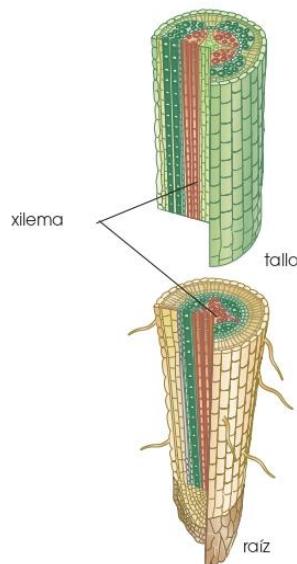
El conjunto de vías conductoras ascendentes recibe el nombre de **vasos leñosos** o **xilema**.

- El transporte tiene lugar entre los pelos absorbentes de la **raíz** y las zonas verdes fotosintéticas, en especial las **hojas**.
- Al líquido circulante en sentido ascendente lo solemos denominar **savia bruta**, compuesta por agua y sustancias minerales disueltas.
- Todos los vasos leñosos son aproximadamente del mismo calibre.

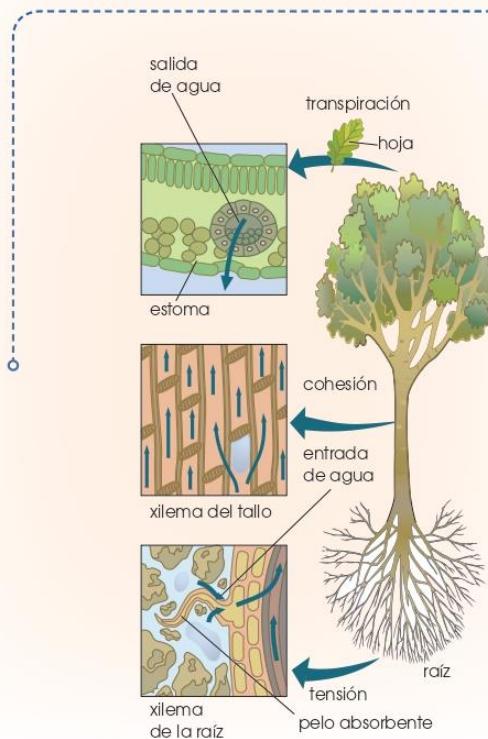
Están dispuestos en haces paralelos que discurren por la raíz, ascienden por el tallo y disminuyen de grosor a medida que algunos se desvían, para llegar a las hojas, donde forman sus nerviaciones. Pueden ser tráqueas o traqueidas:

- **Las tráqueas:** Son vasos rígidos que forman un tubo continuo. Se han formado a partir de células dispuestas una a continuación de otra, que han lignificado sus paredes celulares. Esto provoca la degeneración de los orgánulos citoplasmáticos y la desaparición de los tabiques de separación, hasta constituir un tubo continuo de **células muertas**.
- **Las traqueidas:** Son más finas; están formadas por **células muertas** con las **paredes lignificadas**, pero independientes entre ellas, ya que se conservan los tabiques de separación que presentan un gran número de orificios.

Las traqueidas son los vasos conductores más primitivos, propios de las plantas pteridofitas, como los helechos, y también de las plantas fanerógamas más antiguas evolutivamente, como las gimnospermas.



Prohibida su reproducción



Las plantas fanerógamas, las más recientes desde el punto de vista evolutivo, es decir, las **angiospermas**, tienen el xilema formado en su mayoría por tráqueas, que se consideran vasos conductores más perfectos y evolucionados que las traqueidas. En un árbol se produce xilema periódicamente. El conjunto de vasos leñosos más recientes recibe el nombre de **albura** y son vasos funcionalmente conductores. La parte de xilema más vieja, con menor o nula función conductora, recibe el nombre de **duramen** y participa en el sostén del vegetal.

8.2. Mecanismos de transporte por el xilema

Algunas especies de árboles pueden alcanzar alturas superiores a los 100 m, como las secuoyas y los eucaliptos. En estos casos, el transporte ascendente a través del xilema supone un reto considerable. Es también notable, la velocidad de ascenso de la savia bruta detectada en algunas especies: 1 m/h en coníferas, unos 4 m/h en hayas y entre 20 y 45 m/h en algunos robles. Aunque no está totalmente aclarado, en la actualidad se acepta que el ascenso se debe a un meca-

nismo de **tensión-cohesión**, que se detalla a continuación:

- Los **pelos absorbentes** captan agua por ósmosis y minerales que penetran en los tubos conductores del **xilema** por transporte activo.
- La entrada continua de agua, por la raíz, hacia los vasos conductores provoca una **presión hidrostática** que empuja el líquido en sentido ascendente, en contra de la gravedad. Este hecho se ve favorecido por la longitud y el calibre de los vasos xilemáticos, ya que les hace funcionar como verdaderos capilares.
- Las moléculas de agua se comportan como **dipolos**: establecen fuerzas de cohesión muy fuertes entre ellas que impiden la interrupción de las finas **columnas de líquido**.
- A través de los estomas, tiene lugar la pérdida de vapor de agua, mediante la transpiración; esta crea una **fuerza continua de aspiración** a lo largo de los vasos leñosos que causa la entrada de agua en la raíz. De hecho, todo el mecanismo depende de la energía solar que motiva la transpiración.

8.3. Vías de conducción de moléculas orgánicas

Como resultado de la fotosíntesis, las plantas obtienen monosacáridos, como la glucosa, que luego pueden transformar en moléculas más complejas, como disacáridos, polisacáridos y aminoácidos. Las moléculas orgánicas son trasladadas y repartidas a otras partes del vegetal, disueltas en agua. Este proceso recibe el nombre de **translocación** y tiene lugar mediante los **vasos liberianos o floema**.

- El transporte se produce desde las hojas y otras partes verdes hacia el tallo y las raíces. También puede haber translocación desde los tejidos de reserva (semillas, bulbos, tubérculos y más) a otras partes de la planta que lo necesiten. El almidón contenido en estos tejidos se degrada a sacarosa, que es la molécula utilizada para la movilización de la glucosa por la planta. Al llegar al órgano receptor, la sacarosa se degrada a glucosa para ser utilizada.

El desplazamiento puede ser en sentido descendente o ascendente, dependiendo de la posición del órgano fotosintetizador o de reserva, respecto al receptor.

- El líquido que se desplaza se ha denominado **savia elaborada**. Contiene agua y solutos, de los cuales un 90% es sacarosa, el resto son aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas, hormonas e iones como K⁺.
- Los **vasos liberianos** son conductos finos que discurren por el tallo y la raíz. Están formados por **células vivas**, con tabiques de separación oblicuos y la pared celular sin lignina. Al madurar, pierden el núcleo, los orgánulos citoplasmáticos se disponen periféricamente y se forman **poros** en las paredes, que confieren a estas el aspecto de una **criba**. Por ello, también denominamos **vasos** o **tubos cribosos**.

Conectadas a las células de los tubos cribosos, se encuentran las **células acompañantes**, muy activas metabólicamente.

- La velocidad de transporte depende de la época del año y puede variar desde 30 cm/h a 200 cm/h en algunos casos.
- En invierno, la mayoría de las cribas se encuentra taponada por **calosa** y la circulación está muy **reducida**.
- En primavera, se reabsorbe la calosa y se **activa la circulación**.
- En un gran número de especies vegetales, los vasos liberianos solo son funcionales durante un año y son reemplazados por otros nuevos a partir del cámbrum.

En plantas pteridofitas y gimnospermas no hay células acompañantes y los tabiques perforados de las células cribosas son muy inclinados.

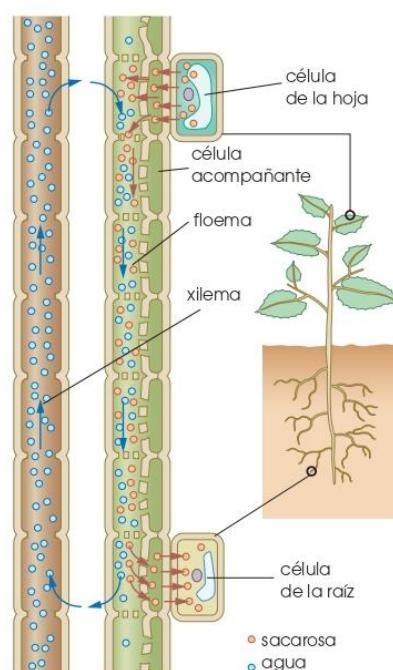
En las angiospermas, se encuentran células acompañantes y tubos liberianos con placas cribosas muy perpendiculares.

8.4. Mecanismos de transporte por el floema

La hipótesis del **flujo en masa** es la explicación más plausible de este proceso. Se basa en los puntos siguientes:

- En los órganos donde se produce la fotosíntesis, los glúcidos **salen** del citoplasma de las células en forma de **sacarosa**.
- Esta **entra** en los vasos liberianos por **transporte activo**, contra gradiente de concentración. El proceso se ve facilitado por la actividad de las **células acompañantes**.
- La **entrada** de sacarosa en los tubos cribosos provoca la **entrada de agua**, por ósmosis, procedente del **xilema**.
- Cuando el órgano consumidor **capta sacarosa** y esta abandona el vaso liberiano, disminuye la concentración de soluto en su interior.
- El **agua** también sale del tubo criboso, por el mismo proceso osmótico, y **vuelve** a los vasos del **xilema**.

La diferencia de presión del agua dentro del tubo floemático entre el órgano fotosintetizador y el receptor crea la corriente de flujo.



Prohibida su reproducción

9. HORMONAS VEGETALES

Las **hormonas vegetales** o **fitohormonas** son los compuestos orgánicos responsables del crecimiento y desarrollo de las plantas. Se sintetizan en una parte de la planta y actúan normalmente en otra parte donde, a muy bajas concentraciones, producen una respuesta fisiológica.

No se sabe con exactitud a qué estímulos responden ni cómo se sintetizan; no obstante, los principales estímulos que afectan al desarrollo de los vegetales son el grado de humedad, la temperatura, la gravedad, las horas de luz y el contacto con los objetos.

A diferencia de los animales, en las plantas no se han determinado receptores de estímulos concretos, ni órganos diferenciados de percepción ni órganos de procesado de la información. A pesar de ello, se han reconocido algunos receptores especializados en captar determinados estímulos. Entre los receptores más conocidos destacan el **fitocromo**, los **estatocitos** y las **células sensibles al tacto**.

- **El fitocromo:** Es un pigmento sensible a la luz roja y a la infrarroja, y permite a las plantas detectar la duración del día y la noche. Induce la síntesis de hormonas que dan lugar a procesos como la floración. Según la época de floración distinguimos:
 - Las **plantas de día largo** florecen cuando hay más horas de luz y las noches son más cortas. Son ejemplos la lechuga, la papa, la espinaca y más plantas ornamentales como el clavel.
 - Las **plantas de día corto** florecen al principio de la primavera o el otoño, cuando las noches son largas. A principios de primavera florecen, por ejemplo, la fresa o el botón de oro; a principios de otoño, entre otros, los crisantemos o las pionsettias.
 - Las **plantas de día neutro** florecen durante todo el año, como los geranios.
- **Los estatocitos:** Son células especializadas en detectar la gravedad.

Contienen **amiloplastos**, orgánulos llenos de almidón que actúan de modo similar a los estatolitos de los artrópodos; gracias a ellos, las plantas detectan la posición del tallo y la raíz, y se desencadena una respuesta hormonal que dirige su crecimiento en el sentido correcto.

- **Células sensibles al tacto:** Las células de las hojas de algunas especies captan estímulos táctiles que desencadenan respuestas hormonales o movimientos rápidos.

Además de su papel regulador, los especialistas suponen que algunas hormonas vegetales podrían actuar también como receptores, ya que parece que responden directamente a determinados estímulos.

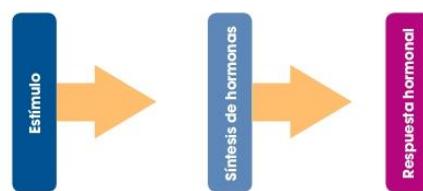
9.1. Funciones y actividad de las fitohormonas

Son compuestos que se sintetizan en pequeñas cantidades como resultado de un estímulo, y regulan los procesos de crecimiento y desarrollo.

Circulan por los vasos conductores del floema y el xilema, o de célula a célula por difusión o transporte activo. Algunas de las hormonas vegetales más conocidas son auxinas, citoquinas, etileno, ácido abscísico y giberelinas.



<https://goo.gl/AcSuq>



Hormonas	Lugar de síntesis	Funciones principales	Factores que influyen en su actividad
Auxinas	Brotes apicales	Regulan el crecimiento del tallo y la raíz.	La luz activa el mecanismo de acción.
Citoquininas	Raíces	Favorecen el crecimiento de las ramas laterales. Evitan el envejecimiento de las hojas porque retrasan la inactivación del ADN y estimulan la síntesis de clorofila.	Son activadas por la luz roja y la temperatura alta.
Etileno	Frutos	Es un gas que se libera al exterior de la planta y actúa sobre los frutos cercanos favoreciendo su maduración.	Es activado por las auxinas, el déficit hídrico y las heridas; y lo inhibe el ácido abscísico.
Ácido abscísico	En todo tipo de tejidos: hojas, tallos, frutos, semillas y raíces	Controla la apertura y el cierre de los estomas. Inhibe el crecimiento de la planta y el desarrollo de las semillas y los frutos.	Aumentan la concentración, la sequía, el encharcamiento de las raíces, el frío y la luz roja.
Giberelinas	Tallos y hojas jóvenes	Germinación de las semillas.	Activan su acción los fotoperiodos largos.

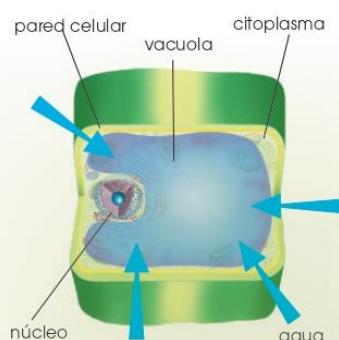
La actividad de las fitohormonas está todavía en estudio. Uno de los procesos mejor conocidos es el **mecanismo de acción de las auxinas**, que describimos a continuación:

—Las auxinas se producen en el extremo del tallo, provocan su alargamiento, y responden a los estímulos luminosos. El efecto de las auxinas permite la curvatura del tallo en dirección a la luz, sea cual sea la localización del foco luminoso (vertical o lateral). Este alargamiento de las células recibe el nombre de **crecimiento ácido**, y es posible gracias a un rápido aumento de la turgencia celular, que permite a la planta cambiar la dirección de su crecimiento en unas pocas horas.

—Desde el tallo, las auxinas migran hasta la raíz favoreciendo su crecimiento si se encuentran en bajas concentraciones, o inhibiéndolo si se encuentran a altas concentraciones. Las auxinas también son las responsables del

crecimiento de raíces adventicias en un tallo cortado.

A continuación, vamos a seguir los pasos del mecanismo de acción de las auxinas durante el crecimiento ácido del ápice del tallo, observando aquellos fenómenos que le ocurren a una planta que crece en sentido vertical después de cambiar su ubicación haciendo que la luz pase a incidirle lateralmente.

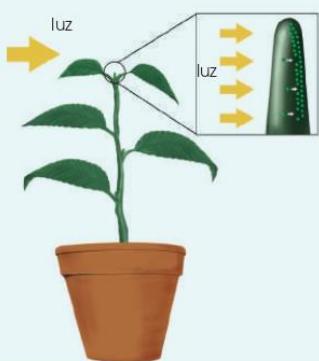


■ Principales zonas donde se sintetizan las hormonas vegetales.

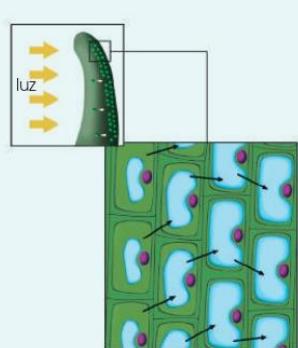
Y TAMBÉN:

La **turgencia celular** consiste en un aumento del volumen de la célula vegetal, de modo que el citoplasma ejerce una presión sobre la pared celular.

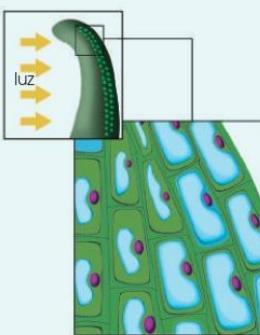
Cuando el medio que envuelve a las células tiene menor concentración de iones que el interior celular, el agua penetra en la vacuola, por el proceso de ósmosis. La célula vegetal se hincha y el citoplasma queda prensionado sobre la pared celular.



Las auxinas presentes en el tallo, por la presencia de la luz, se desplazan en sentido opuesto al estímulo luminoso. En estas células se activan las proteínas transportadoras de H^+ , que transportarán los H^+ del citoplasma a la pared celular.



La acidez de la pared celular activa una enzima que rompe los enlaces entre las cadenas de celulosa de la pared, lo que le da mayor plasticidad. El agua penetra en la vacuola, y aumenta la turgencia celular de forma que la célula se alarga.



Las células de la zona afectada por las auxinas se alargan, mientras que el resto de las células no se modifican y el tallo crece curvado hacia la luz.

10. MOVIMIENTOS DE LAS PLANTAS

Las plantas presentan movimientos que responden a estímulos del medio, y que son posibles gracias a la actividad de las hormonas. Así, disponen de mecanismos para mover sus órganos y orientarlos en la posición más favorable.

Los movimientos se pueden basar en dos tipos de mecanismos: el crecimiento en extensión y alargamiento de una parte de la planta, como ocurre en los tropismos y las nutaciones; o bien, cambios reversibles de la turgencia de un grupo de células que producen el movimiento de un órgano de la planta, como es el caso de las nastias.

10.1. Los tropismos

Son movimientos de crecimiento dirigidos por estímulos externos. Pueden producirse en dirección al estímulo, y se denominan *tropismos positivos*, o bien ser opuestos a este; en este segundo caso se habla de *tropismos negativos*. Las auxinas son las responsables de estos fenómenos, mediante el proceso de alargamiento celular que hemos descrito. Los más conocidos son el fototropismo y el geotropismo.

- **Fototropismo:** El crecimiento se produce como respuesta a un estímulo luminoso.

El tallo presenta fototropismo positivo, las raíces tienen fototropismo negativo.

- **Geotropismo:** Es el crecimiento en función de la fuerza de la gravedad.

El tallo tiene geotropismo negativo y la raíz, geotropismo positivo. Los estatocitos son las células receptoras. En ellas se encuentran los amiloplastos, que contienen almidón y detectan la posición de la planta. De este modo, activan a las auxinas, cuya acción provoca el crecimiento de tallos y raíces en la dirección correcta.

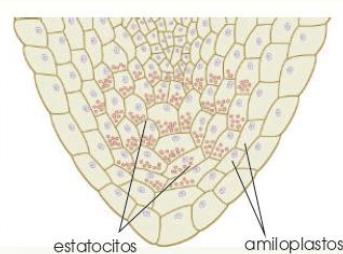
Y TAMBÉN:

El fototropismo positivo de los tallos fue descrito por primera vez por Charles Darwin en 1881.

Darwin observó la curvatura del ápice de plantas en sus primeras fases de desarrollo, en dirección a la luz.

Si cubría la punta de la plantita con papel de estano y la sometía a luz lateral, no se producía la curvatura hacia la luz.

De ello, concluyó que en el ápice de la planta había alguna sustancia (que más tarde se identificó como auxina) que se transmitía hacia la parte inferior y producía su curvatura.



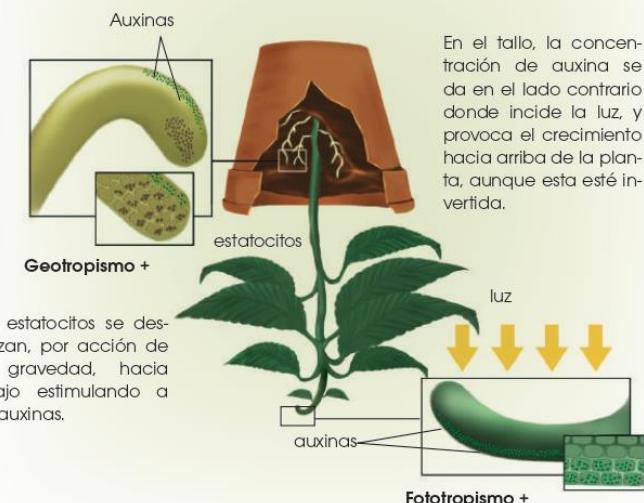
■ Situación de los estatocitos en el extremo de la raíz

La acumulación de las auxinas en unas capas celulares u otras, en función de la dirección del estímulo, provoca el crecimiento ácido de las células que causa la curvatura del tallo o la raíz.

Veamos los procesos de fototropismo positivo del tallo y geotropismo positivo de la raíz, cuando una planta se coloca en posición invertida.

10.2. Las nutaciones

Consisten en un crecimiento desigual del tallo o de las hojas, que produce una forma helicoidal de estos órganos. Este fenómeno se da en las plantas trepadoras. Existen dos tipos básicos de nutaciones: los tallos volubles y los zarcillos.



Tallo voluble



<http://goo.gl/easF4p>

Los tallos volubles crecen en espiral, y cuando encuentran un soporte se enroilan sobre él. Los poseen plantas como el jazmín y el lúpulo.

Zarcillos de la arveja



<http://goo.gl/bcElqk>

Los zarcillos son hojas modificadas que, al entrar en contacto con un objeto, se enroscan a su alrededor. La respuesta de los zarcillos es más rápida que la de los tallos volubles, ya que en unos minutos pueden enroscarse sobre un soporte. Poseen zarcillos plantas como la zapallo o la arveja.

Los tallos y las hojas poseen en su epidermis células que actúan como receptores, percibiendo el contacto con el soporte sobre el que se produce el crecimiento.

Prohibida su reproducción

10.3. Las nastias

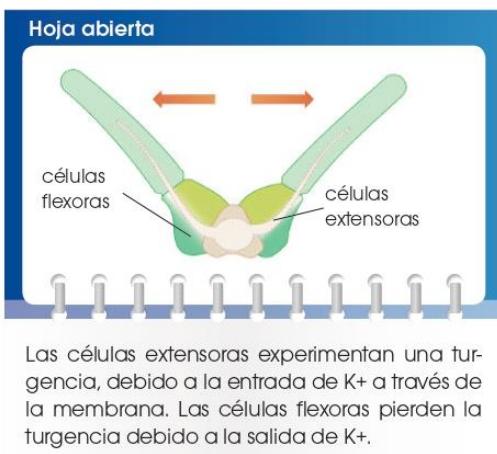
Son movimientos rápidos de una parte de la planta que, a diferencia de los casos anteriores, puede volver a la posición inicial cuando el estímulo que ha originado el movimiento, cesa. Las más conocidas son las fotonastias y las seismonastias.

- **Fotonastias:** Están provocadas por las variaciones de la luz entre el día y la noche; es el caso de los movimientos nictinásticos, que presentan algunas especies de hojas compuestas, como la acederilla y la mimosá. Los folíolos que constituyen las hojas se abren por la mañana y se cierran al anochecer. Estos movimientos están inducidos por el fitocromo, que actúa como receptor de los estímulos luminosos.
- **Seismonastias:** El movimiento brusco o el simple contacto con un objeto pro-

duce el cierre de las hojas. La mimosá posee células sensibles al tacto que captan los movimientos bruscos. Así, cuando se agita una rama, esta cierra sus hojas, desarrollando, de este modo, un sistema de defensa ante los depredadores.

Las nastias son posibles gracias a unos grupos de células de la base del pecíolo denominados *pulvínulos*, que actúan a modo de bisagra, y mediante un aumento o disminución de su turgencia provocan que unos folíolos se doblen sobre otros y luego se vuelvan a separar.

El mecanismo de acción, tanto en las fotonastias como en las seismonastias, se basa en un cambio de permeabilidad para los iones K⁺ de las membranas plasmáticas de las células que intervienen en estos movimientos. Al entrar K⁺ en una célula también entra agua y se produce la turgencia celular.



5. **Explica** qué diferencias encontramos entre las hormonas vegetales y las animales.
6. Los centros de integración y coordinación de la información están constituidos por el sistema nervioso y el endocrino. **Contesta:** ¿Qué diferencias hay entre ellos?
7. **Explica** qué hormona vegetal está implicada en los siguientes procesos:

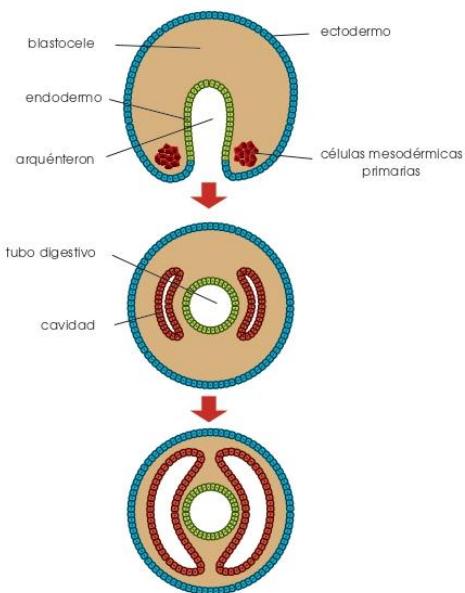
- Aceleración del crecimiento de las raíces en un esqueje que acabamos de plantar
- Activación de la germinación de las semillas de avena
- Aceleración de la maduración de un plátano situado junto a otros plátanos maduros
- Inhibición de la germinación de las semillas

Actividades

UNIDAD 2

CONTENIDO:

- 1. Desarrollo embrionario de los animales**
- 2. Tejidos animales**
- 3. Sistema respiratorio**
- 4. Sistema circulatorio**



la capacidad de generar un individuo cada una. Es el estadio de **blástula**.

- **Gastrulación:** Se produce una invaginación hacia el interior del blastocoel que da lugar a la aparición de dos capas de células denominadas **ectodermo**, la exterior, y **endodermo**, la interior. En este estadio el embrión se denomina **gástrula** y la cavidad interna, **arquéteron**. Por la zona donde se produce la invaginación queda el **blastoporo**, que comunica el exterior con el arquéteron.

A partir de aquí, el desarrollo embrionario se produce según las características de cada grupo animal:

—**Animales diblácticos:** Provienen de una gástrula dibláctica en la que no se desarrollan las células mesodérmicas primarias. Todas sus células provienen del ectodermo y del endodermo. El arquéteron actúa como cavidad digestiva. Las esponjas y los cnidarios son animales de este grupo.

—**Animales triblácticos:** La gástrula dibláctica continúa su desarrollo y genera, a partir de las células del endodermo, unas células primarias que dan lugar al mesodermo, una tercera capa situada entre el ectodermo y el endodermo. Si entre mesodermo y endodermo no queda espacio vacío, se habla de animales **acelomados**, como los platelmintos. Si existe este espacio, lo denominamos **pseudoceloma** y son animales **pseudocelomados**.

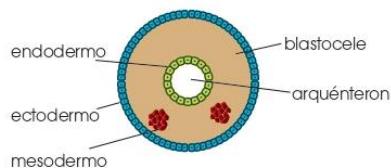
I. DESARROLLO EMBRIONARIO EN LOS ANIMALES

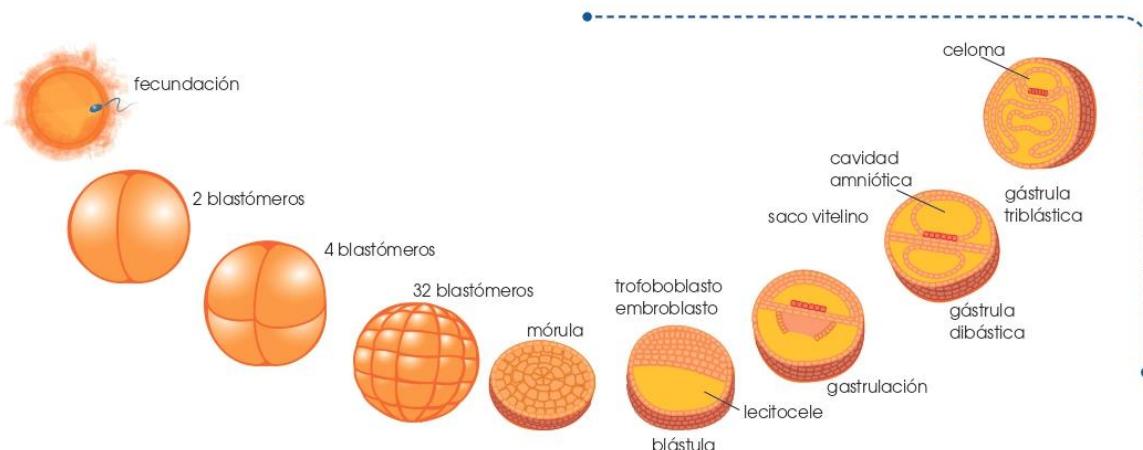
Es un proceso que se desarrolla de forma muy diversa, según el grupo de animales de que se trate. A pesar de ello, en la mayoría de los casos podemos distinguir dos etapas comunes.

- **Segmentación:** El cigoto que resulta de la fecundación se divide por mitosis y da lugar a una esfera que contiene 2, 4, 8... células, según progresan las sucesivas divisiones del cigoto.

Se forma una esfera maciza de células denominada **mórula**. Hasta ese momento, las células, por lo general, no están diferenciadas y cada una de ellas, denominada **blastómero**, puede dar lugar a un nuevo individuo si se separa de las demás.

A continuación, las células se desplazan y dejan en el centro de la esfera una cavidad, el **blastocoel**. Empiezan a especializarse y pierden, por tanto,





Si la cavidad está totalmente rodeada por el mesodermo, la denominamos *celoma* y se trata de animales celomados, como los anélidos, los artrópodos y los vertebrados.

Después de la gastrulación, las células desarrollan plenamente su capacidad de diferenciación, y da lugar a las distintas partes y órganos de cada individuo. En el cuadro siguiente, mostramos la capa embrionaria de la que derivan diversas estructuras de los vertebrados.

Capa embrionaria	Partes que derivan
Ectodermo	Epidermis de la piel Órganos anexos a la piel (uñas, pelo...) Encéfalo y sistema nervioso
Endodermo	Revestimiento del tubo digestivo y del respiratorio Glándulas como el hígado, el páncreas...
Mesodermo	Dermis de la piel Revestimiento de cavidades internas Órganos excretores y reproductores Órganos circulatorios Músculos y esqueleto

1. ¿Un solo embrión puede generar dos o más individuos? En caso afirmativo, **explica** qué estadio del desarrollo embrionario está implicado. Razona también si los individuos que provienen del mismo embrión tienen o no la misma información genética.

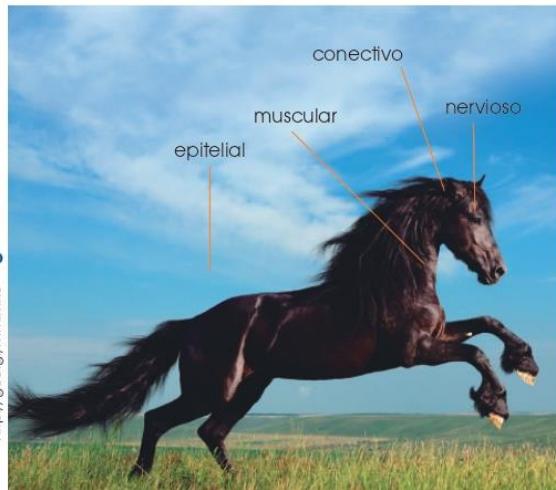
2. ¿La información genética del cigoto es la misma que la que se encuentra en una célula de la mórlula? Razona la respuesta.

3. ¿Qué diferencias hay entre el arquénteron y el celoma?

Solución: El arquénteron es una cavidad con contacto al exterior por los dos extremos y que aparece en todos los animales cumpliendo la función de tubo digestivo mientras que el celoma solo aparece en algunos animales como artrópodos y vertebrados, no tiene contacto con el exterior y permite el desarrollo de órganos y sistemas.

Actividades

Prohibida su reproducción



2. TEJIDOS ANIMALES

Tejido epitelial	De revestimiento Glandular Conjuntivo
Tejidos conectivos	Adiposo Cartilaginoso Óseo
Tejido muscular	Estriado Cardíaco Liso
Tejido nervioso	Neuronas Células gliales

A continuación, vamos a describir las características de los principales tejidos que forman los animales, tomando como ejemplo a los vertebrados. **Observa** algunos órganos donde se localizan estos tejidos.

2.1. Tejido epitelial

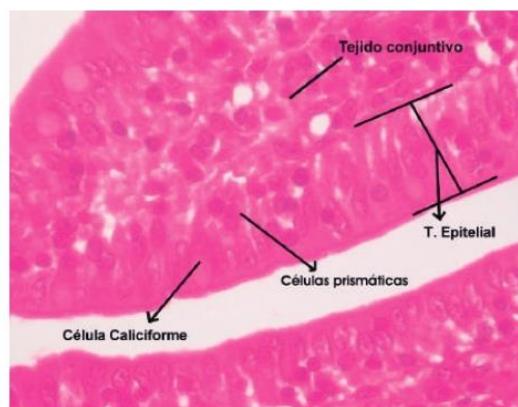
Agrupa diversos tipos de tejidos que pueden tener función protectora, secretora o de absorción. El tejido epitelial recubre la superficie del cuerpo y las cavidades y conductos del organismo. Sus células son geométricas, más o menos regulares y están unidas íntimamente por desmosomas, hecho que provoca que el espacio intercelular sea muy pequeño. Por debajo del epitelio encontramos una membrana basal, formada por una red de fibras que conecta con el tejido conectivo.

Existen dos grandes grupos de epitelios: el epitelio de revestimiento, que tiene una función protectora y de absorción, y el epitelio glandular, cuya función es la secreción de sustancias.

- **Epitelio de revestimiento:** Está especializado en la protección de las estructuras que se encuentran por debajo de él. Las células del epitelio de revestimiento pueden constituir una o varias capas.

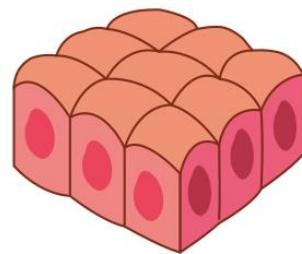
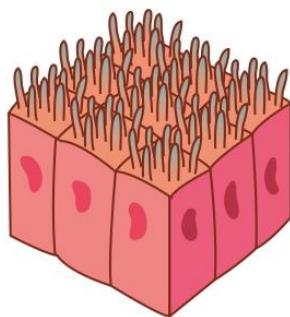
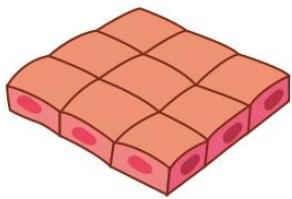
Según esto podemos distinguir:

- **Epitelio simple:** Formado por una sola capa de células.
- **Epitelio estratificado:** Formado por más de una capa de células.
- **Epitelio pseudoestratificado:** Las células tienen una distribución irregular y en el microscopio da la impresión de que se trata de un epitelio estratificado.



La **sangre** es un tejido formado por diversos tipos de células rodeadas de un medio líquido. Estas características lo diferencian del resto de los tejidos.

Las células, además, pueden presentar formas muy diversas: pueden ser planas, cúbicas o cilíndricas. Así, teniendo en cuenta la forma de las células y el número de capas que lo constituyen, podemos distinguir los siguientes tipos de epitelio de revestimiento:

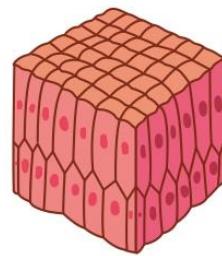
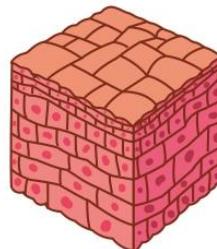
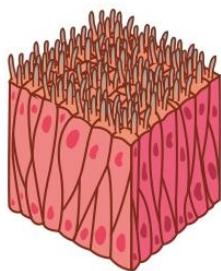


Epitelio plano simple: Tapiza la pared interna de los vasos sanguíneos y de órganos como el corazón. En este caso, la capa recibe el nombre de **endotelio**.

También tapiza cavidades internas procedentes del celoma, como la peritoneal y la pleural. En este caso, lo denominamos **mesotelio**.

Epitelio cilíndrico: Es el epitelio que presentan las microvellosidades intestinales; permite aumentar la superficie de absorción.

Epitelio cúbico: Tapiza las glándulas salivares, el riñón, el páncreas y también las células pigmentadas de la retina.

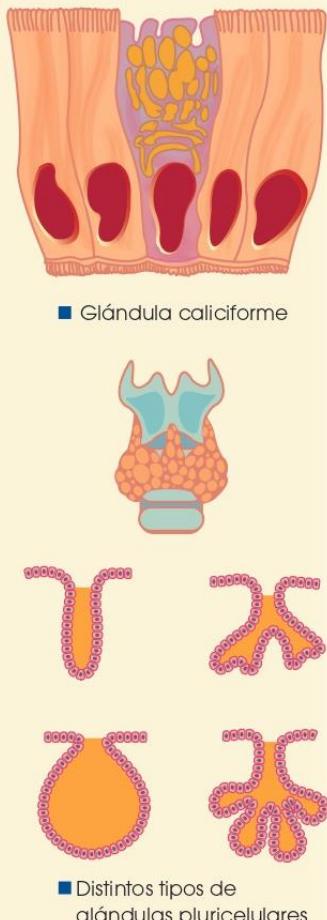


Epitelio cilíndrico pseudoestratificado: La disposición de los núcleos produce una imagen similar a la que se observa cuando existen varias capas. Presenta cilios, por lo que lo denominamos también **epitelio vibrátil**. Recubre la mayor parte de las vías respiratorias.

Epitelio plano estratificado: Recubre la superficie externa de la mayoría de los vertebrados, y forma la epidermis de la piel.

La parte superior de la epidermis es una capa córnea; cuando esta falta, la piel recibe el nombre de **mucosa**.

Epitelio cilíndrico estratificado: Recubre algunas zonas del aparato digestivo en los vertebrados inferiores; en los superiores está muy poco extendido, normalmente en zonas de transición entre epitelio pavimentoso pluriestratificado y cilíndrico pseudoestratificado.



• **Epitelio glandular:** Constituye las **glándulas**, órganos especializados en la fabricación y secreción de sustancias.

Según su estructura, distinguimos dos tipos de glándulas:

—**Unicelulares**, como las glándulas **caliciformes**, que se encuentran en la pared del intestino delgado y segregan una sustancia, denominada *mucus*, que facilita el tránsito a lo largo del intestino y lo protege de la acción de las enzimas digestivas.

—**Pluricelulares**, como la glándula **tiroides**, que produce diversas hormonas, entre ellas la tiroxina.

Según dónde vierten sus productos, existen tres tipos de glándulas:

—**Exocrinas:** Vierten las sustancias que producen exclusivamente al exterior del organismo, como las **glándulas lacrimales**.

—**Endocrinas:** Segregan sustancias exclusivamente al medio interno, como la hipófisis, que produce la hormona del crecimiento.

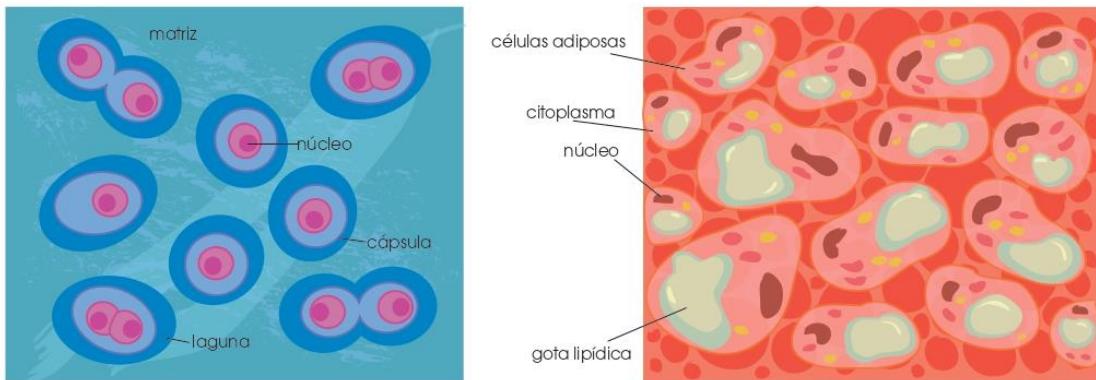
—**Mixtas:** Segregan dos tipos de sustancias diferentes, unas al exterior y otras al medio interno. Es el caso del **páncreas**, que separa jugo pancreático al interior del tubo digestivo, una zona considerada exterior al cuerpo, y también separa hormonas como insulina y glucagón a la sangre, para el control de la glucemia.

2.2. Tejido conectivo

Son un grupo de tejidos con funciones diversas: unen entre sí distintos órganos, llenan huecos y espacios entre los diferentes tejidos, y también constituyen elementos de soporte y de movimiento. Los tejidos conjuntivo, adiposo, cartilaginoso y óseo son variedades del tejido conectivo. Todos se caracterizan por tener gran cantidad de sustancia intercelular y pocas células.

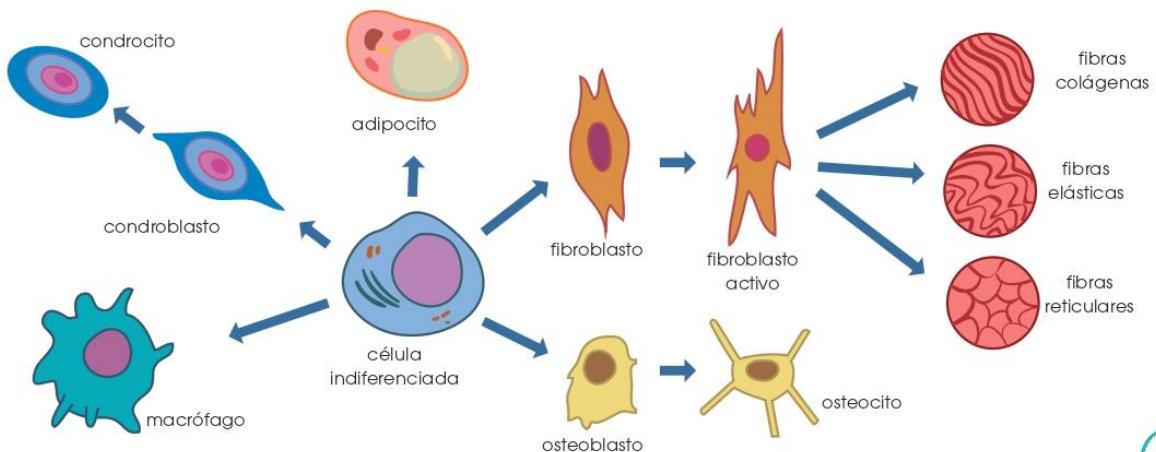
Vamos a conocer los componentes del **tejido conectivo básico**:

Células	Fibroblastos	Constituyen las fibras que forman la sustancia intercelular. Tienen forma alargada o estrellada.
	Macrófagos	Son células de gran tamaño, fagocitarias y con capacidad migratoria.
	Mastocitos	Células redondeadas que contienen gran cantidad de heparina y otras sustancias que intervienen en la coagulación de la sangre.
Matriz	Colágeno	Fibras consistentes y elásticas, en forma de haces. Las llamamos <i>fibras blancas</i> . Por cocción generan gelatina.
	Elastina	Proteína fibrosa que puede estirarse y recuperar su forma original. Las llamamos <i>fibras amarillas</i> . No se disuelven por cocción.
	Reticulina	Tienen la misma composición que las anteriores, pero se disponen como una red.
Sustancias no fibrosas	Mucopolisacáridos	Compuestos formados por una parte proteínica y una parte glucídica.
	Sales	Diversas como fosfatos o carbonatos.
	Agua	



Vamos a conocer las características de los principales tipos de tejido conectivo:

- **Tejido conjuntivo:** Tiene la función de unir órganos y tejidos. Según la cantidad de fibras que lo constituyen puede ser laxo (pocas fibras) o fibroso (muchas fibras). El laxo recubre, principalmente, la superficie de los órganos y rellena los huecos entre ellos. El fibroso forma estructuras muy resistentes que, por su función, son sometidas a fuertes tensiones, como los tendones.
- **Tejido adiposo:** Es un tejido formado por unas células llamadas *adipocitos*, caracterizadas por poseer una gran vacuola llena de lípidos, que obliga al núcleo celular a desplazarse hacia un extremo de la célula. Este tejido constituye la principal reserva de energía de muchos organismos, aunque también lo encontramos realizando una función protectora bajo la piel, alrededor de los riñones, del corazón...
- **Tejido cartilaginoso:** Está formado por unas células llamadas *condrocitos*. En las primeras épocas de la vida, es el único componente de las estructuras esqueléticas; al avanzar el desarrollo, es reemplazado por tejido óseo. Recubre el interior de las articulaciones y evita su desgaste. También se encuentra en el pabellón auditivo y el extremo de la nariz.
- **Tejido óseo:** A las células de este tejido las llamamos *osteocitos*. Este tejido forma los huesos y, por tanto, participa en el movimiento y en la protección de diversos órganos. Si es denso y sin huecos, lo denominamos **compacto**; si presenta huecos, es **esponjoso**. Muchos huesos presentan ambos tipos de tejido.



Prohibida su reproducción

2.3. Tejido muscular

Está formado por células denominadas **mioctitos**. En su interior contiene las miofibrillas, formadas por **actina** y **miosina**, dos proteínas con capacidad contráctil. El tejido muscular puede ser:

- **Estriado:** Células grandes que han fusionado sus membranas celulares y presentan numerosos núcleos. Las miofibrillas están ordenadas y esto les da un aspecto estriado. La contracción es rápida y voluntaria (músculos que participan en la marcha).
- **Cardíaco:** Células estriadas mononucleadas, de contracción rápida e involuntaria. Se encuentran en el corazón y mantienen el latido cardíaco de manera constante a lo largo de toda la vida.
- **Liso:** Células pequeñas alargadas con un solo núcleo. Las miofibrillas se encuentran desordenadas y no se observan estrías. La contracción es lenta e involuntaria (movimientos del tubo digestivo).

2.4. Tejido nervioso

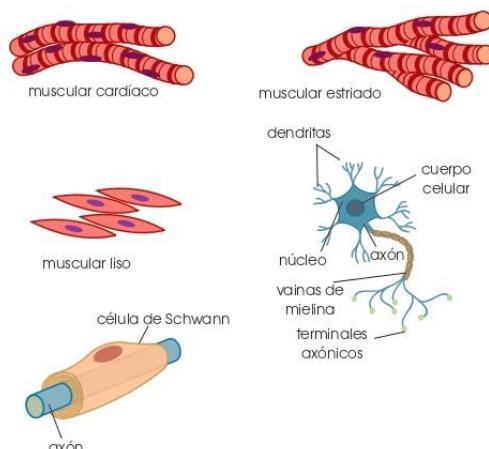
Está formado por dos tipos de células: neuronas y células gliales.

- Las **neuronas** son células muy especializadas que se caracterizan por su capacidad para generar y transmitir **impulsos nerviosos**, pequeñas corrientes eléctricas entre las neuronas. Constan de:
- Un **cuerpo neuronal**, con el núcleo y gran parte del citoplasma.
- Varias **dendritas**, prolongaciones de escasa longitud que rodean el cuerpo neuronal.
- Un **axón o cilindro eje**, que es una larga prolongación que parte del cuerpo neuronal.

La transmisión del impulso nervioso siempre se efectúa desde la dendrita al axón. La conexión entre dos neuronas tiene lugar sin contacto fí-

sico, a través del espacio que las separa, la **sinapsis**.

- Las **células gliales** se interponen entre las neuronas y pueden ser:
 - **Astrocitos:** Tienen aspecto estrellado y transportan sustancias nutritivas desde la sangre a las neuronas. También actúan como soporte, enlazando entre sí los distintos componentes del tejido.
 - **Microglías:** Tienen aspecto espinoso y son móviles; fagocitan sustancias de desecho y desempeñan una función defensiva.
 - **Células de Schwann:** Contienen mielina, una sustancia de gran importancia en la transmisión del impulso nervioso. Forman pequeñas envolturas en diferentes zonas a lo largo del axón.



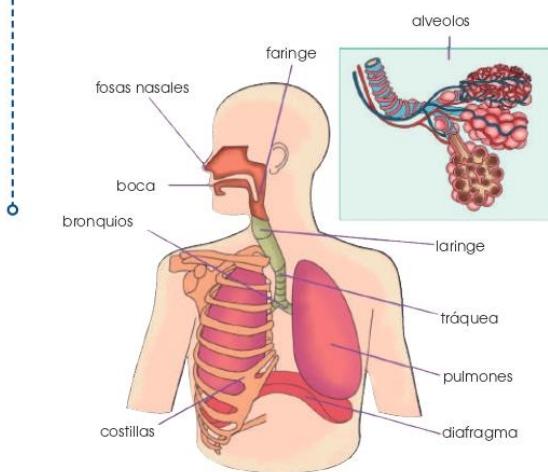
Y TAMBÉN:

Los **estímulos** son variaciones del ambiente externo o del interior del cuerpo. Son transmitidos a los centros nerviosos que elaboran respuestas que serán enviadas a los órganos efectores. Estos llevan a cabo la respuesta.

4. **Explica** la función de los siguientes tejidos y células: *adipocitos, tejido óseo, tejido glandular, fibroblastos, mastocitos, microglías*.
5. **Contesta** las siguientes preguntas que se refieren a características del tejido muscular:

- ¿Cómo se llaman las células que lo constituyen?
- ¿Qué proteínas tienen estas células que permiten la contracción muscular?
- ¿Qué quiere decir que el tejido muscular liso tiene una contracción involuntaria?

I. EL SISTEMA RESPIRATORIO



La respiración en el ser humano

El sistema respiratorio realiza dos funciones importantes:

- Incorporación de oxígeno al organismo
- Eliminación de dióxido de carbono

1.1. Órganos y partes del sistema respiratorio

El sistema respiratorio está formado por las vías respiratorias y los pulmones.

- Las vías respiratorias son una serie de órganos en forma de tubo por los que circula el aire. En ellas distinguimos: las fosas nasales, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los bronquiolos.
- Los pulmones son dos órganos esponjosos en forma de saco situados en el extremo inferior de cada uno de los bronquios, están formados por los bronquiolos y multitud de alveolos pulmonares, se hallan protegidos por las pleuras, dos membranas que evitan el rozamiento, y por la caja torácica (costillas y esternón).

Los pulmones se dilatan y se contraen acompañadamente gracias a sus propiedades elásticas y al movimiento de los músculos situados entre las costillas, los músculos intercostales, y el diafragma, un músculo localizado en la base de la caja torácica.

La entrada y la salida del aire en nuestro organismo se realizan gracias a dos tipos de movimiento: la inspiración y la espiración. La sucesión de ambos movimientos constituye el ritmo respiratorio.

La **inspiración**, o entrada de aire del exterior hacia los pulmones, es un mecanismo **activo**:

- El diafragma se contrae y desciende; los músculos intercostales también se contraen y elevan las costillas.
- Como consecuencia de la actividad muscular anterior, el volumen de la caja torácica aumenta y disminuye la presión del aire en su interior. La presión es ligeramente negativa respecto al aire exterior.
- El aire penetra como si fuese succionado desde el exterior hasta los alveolos pulmonares.

La **espiración**, o salida de aire alveolar hacia el exterior, es **pasiva**:

- El diafragma y los músculos intercostales se relajan. El primero asciende y las costillas se deprimen.
- Disminuye el volumen de la caja torácica, la presión del aire en su interior aumenta y se hace ligeramente superior a la del exterior.
- El aire se ve obligado a salir por las vías respiratorias.

1. **Contesta:** ¿Por qué crees que los bronquiolos se ramifican tanto y, por tanto, existe un gran número de alveolos pulmonares?
2. **Explica** qué relación existe entre el sistema digestivo y el respiratorio.

1.2. Difusión de gases entre los alveolos y los capilares

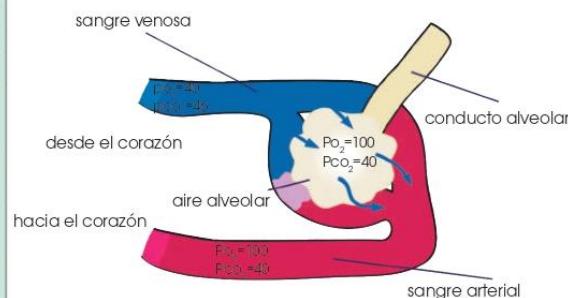
La composición del aire que se encuentra en los alveolos pulmonares no es igual a la del aire atmosférico, debido a que:

- El aire que penetra por las vías respiratorias se humedece y, por tanto, se enriquece con **vapor de agua**.
- Constantemente se absorbe oxígeno y se desprende **dioxido de carbono**.

La energía cinética de las moléculas de los gases hace que estas choquen contra las membranas de los compartimentos del cuerpo donde se encuentran encerradas. Los choques constituyen la **presión parcial del gas**.

Los gases atraviesan la membrana del alveolo y la pared de los capilares. El paso se hace por difusión simple y a favor del gradiente de presión de cada gas:

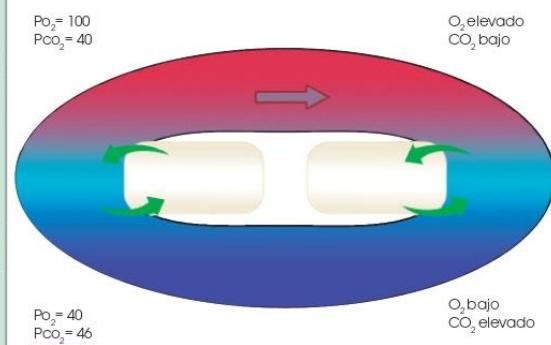
- La presión parcial de O_2 en el alveolo es de 100 mmHg, mientras que en la sangre, antes del intercambio, es de 40 mmHg; el gradiente de presión favorece el paso del oxígeno desde el alveolo **hacia la sangre**.
- La presión parcial de CO_2 en la sangre antes del intercambio es de 46 mmHg, mientras que en el alveolo de 40 mmHg; el gradiente de presión favorece el paso de CO_2 **desde la sangre al alveolo**. Aunque el gradiente es pequeño, la solubilidad del CO_2 en los lípidos hace que su intercambio, que tiene lugar a través de las membranas de cada compartimento, sea muy eficaz.



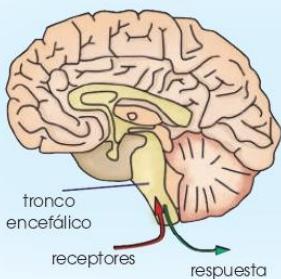
1.3. Difusión de gases de los capilares sanguíneos a las células del cuerpo

El proceso tiene lugar del mismo modo que el intercambio de gases en los alveolos pulmonares.

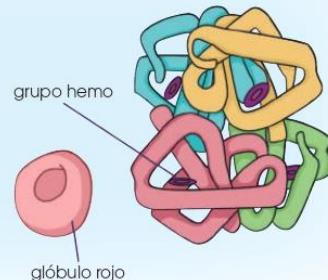
- La presión parcial de O_2 en la sangre es mayor que la del interior de las células; por ello, el oxígeno penetra **hacia el citoplasma** por difusión, a través de la membrana plasmática, y es utilizado para la respiración celular.
- La presión parcial de CO_2 en la sangre es menor que en el interior de la célula, a causa de la respiración mitocondrial. Por tanto, el CO_2 **sale de la célula** por difusión, y penetra en los capilares sanguíneos.



Prohibida su reproducción



■ La hemoglobina es un pigmento respiratorio. Se encuentra en el interior de los glóbulos rojos y contiene cuatro átomos de hierro. Cada átomo de hierro se une a una molécula de oxígeno. La hemoglobina oxidada recibe el nombre de oxihemoglobina y transporta el 97% del oxígeno.



1.4. Transporte de gases por la sangre

El plasma es el responsable mayoritario de transportar moléculas de CO_2 en forma de ácido carbónico.

El **plasma** es el líquido en el que se encuentran los glóbulos rojos y el resto de los elementos celulares de la sangre. La mayoría del CO_2 producido en la respiración celular que difunde hacia los capilares y entra en los glóbulos rojos, donde se transforma en ácido carbónico. Tan solo un 20% del CO_2 se combina con la hemoglobina (carboxihemoglobina).

El CO_2 restante que penetra en los glóbulos rojos, pero que no se combina con la hemoglobina reacciona con el agua y forma ácido carbónico. Este se disocia, debido a su inestabilidad, en iones bicarbonato y iones hidrógeno que vuelven a salir hacia el plasma. Cuando la sangre llega a los capilares del alveolo, los iones bicarbonato vuelven a entrar hacia los glóbulos rojos, donde se combinarán con iones de hidrógeno, y se generará de nuevo ácido carbónico. Ahora, el ácido carbónico se disocia en CO_2 y H_2O . Por la diferencia de presiones, el CO_2 difunde hacia el alveolo para ser expulsado al exterior y el agua es eliminada en forma de vapor.

La salud del sistema respiratorio

El sistema respiratorio es la puerta de entrada de muchos microorganismos, virus y otros agentes externos que pueden perjudicar nuestra salud. Para evitar algunas enfermedades respiratorias, debemos adoptar medidas preventivas, como:

- Inspirar siempre por la nariz, y no por la boca.
- Evitar los lugares con mucho humo, polvo o polen.
- No fumar.
- Ventilar diariamente las habitaciones. Algunas enfermedades respiratorias son el asma bronquial, la bronquitis aguda y el enfisema.

Enfermedades respiratorias

Asma bronquial: Es una obstrucción al paso del aire a través de los bronquios y bronquiolos, debido a la inflamación de la mucosa que recubre estas vías. Esta inflamación puede deberse a diversas causas: una reacción alérgica, una infección, etc. Los síntomas característicos de las crisis asmáticas son la presencia de silbidos durante la espiración y la sensación de ahogo. El tratamiento, en el caso que la crisis persista, consiste en la administración de medicamentos y evitar ambientes cargados de humo, polvo y polen.

3. Las personas que viven a gran altitud tienen más glóbulos rojos que la media y la red de capilares sanguíneos es más extensa. **Razona** el porqué.
4. **Contesta:** ¿Por qué si voluntariamente detenemos la respiración, llega un momento en que esta se realiza de forma involuntaria?
5. **Corrige** las frases que sean falsas:
 - a. Todo el volumen de ventilación llega a los alveolos.
 - b. La composición del aire que se encuentra en los alveolos es la misma que la del aire atmosférico.
 - c. La hemoglobina puede transportar tanto O_2 como CO_2 .

2. EL SISTEMA CIRCULATORIO

Este sistema cumple tres funciones fundamentales:

- Reparto de nutrientes y oxígeno. Los nutrientes y el oxígeno obtenidos por el sistema digestivo y el respiratorio se reparten a todas las células del organismo.
- Recogida de las sustancias de desecho que producen las células, por ejemplo, el CO₂, que son conducidas a los órganos encargados de eliminarlas.
- Transporte de hormonas y circulación de elementos celulares, etc.

2.1. Órganos y partes del sistema circulatorio

El sistema circulatorio está formado por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre.

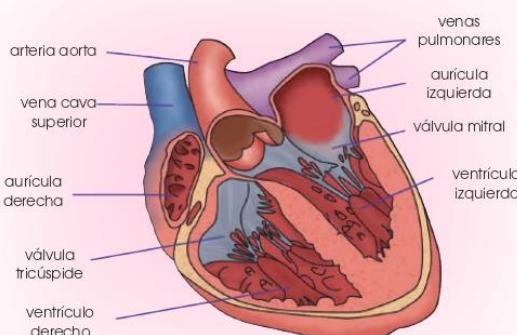
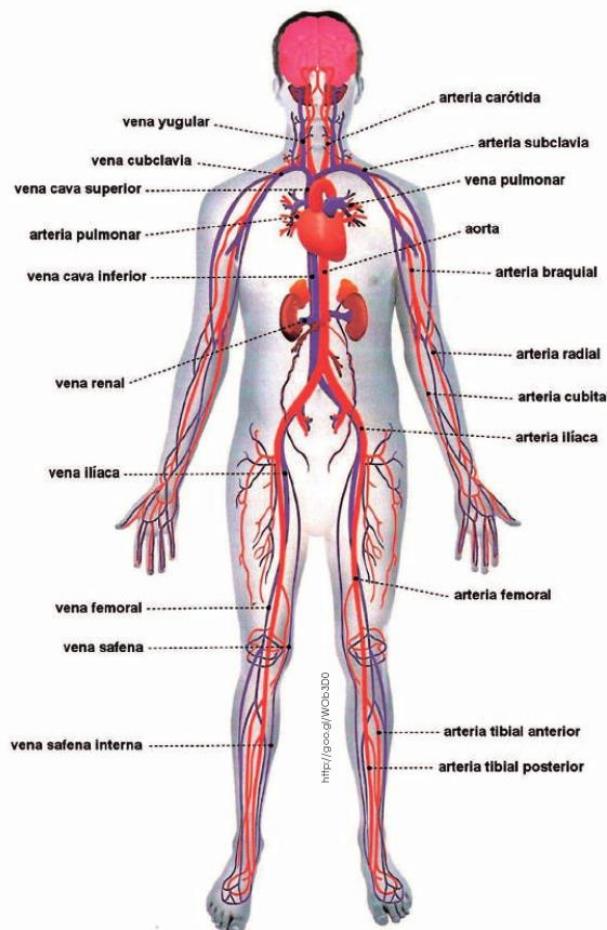
- El **corazón** es un órgano muscular del tamaño de un puño, situado en la parte izquierda del tórax, entre los dos pulmones.

El interior del corazón está dividido en cuatro cavidades: dos superiores o **aurículas**, y dos inferiores o **ventrículos**.

La aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo se comunican entre sí por la **válvula mitral**. La aurícula derecha y el ventrículo derecho lo hacen mediante la válvula tricúspide.

No existe comunicación alguna entre las cavidades de la parte derecha del corazón y las de la parte izquierda.

El corazón está formado por tres capas de tejido: el **pericardio**, que tiene función protectora al ser la capa más externa; el **miocardio**, que es la capa de tejido muscular cardíaco responsable de los movimientos del corazón; y el **endocardio**, que es una capa de tejido epitelial que recubre el interior del corazón.



Prohibida su reproducción

- Los **vasos sanguíneos** son los conductos por donde circula la sangre. Forman una extensa red de tubos de diámetro variable. Existen diversos tipos de vasos sanguíneos: las arterias, las arteriolas, los capilares, las vénulas y las venas.

Las **arterias** son los vasos que salen del corazón para distribuir la sangre por todo el cuerpo. Las **venas** son los vasos que retornan la sangre al corazón.

Ambos conductos están constituidos por tres capas de tejido: una capa interna de tejido epitelial, una capa media de tejido muscular y una capa externa de tejido conjuntivo. Las paredes de las arterias son muy elásticas para poder soportar la fuerza con la que el corazón impulsa la sangre, mientras que las paredes de las venas lo son menos.

Las **arteriolas** son ramificaciones de las arterias, y por ello su diámetro es inferior. Del mismo modo, las **vénulas** son ramificaciones

de las venas. Los **capilares** son ramificaciones de arteriolas y vénulas, y sus paredes son muy finas, porque en ellos tiene lugar el intercambio de sustancias con las células.

- La **sangre** está formada por el plasma y los elementos celulares.

El **plasma** es un líquido, compuesto por agua y diversas sustancias, como proteínas, lípidos..., en el que se encuentran inmersos los elementos celulares.

Los **elementos celulares** son los eritrocitos, los leucocitos y los trombocitos.

Eritrocitos Los eritrocitos, o glóbulos rojos, transportan el oxígeno en su interior gracias a una proteína denominada hemoglobina .	Microfotografía de eritrocitos.
Leucocitos Los leucocitos, o glóbulos blancos, combaten las infecciones destruyendo los agentes infecciosos.	Microfotografía de leucocitos.
Trombocitos Los trombocitos o plaquetas, intervienen en los procesos de coagulación.	Microfotografía de trombocitos.

El pulso arterial

La circulación sanguínea produce la dilatación rítmica e intermitente de las arterias, debido a los latidos del corazón. Esta dilatación recibe el nombre de **pulso arterial**.

Veamos cómo tomar el pulso de un compañero o compañera.

—**Palpa** con las yemas de los dedos la parte anterior de la muñeca de tu compañero, hasta encontrar el punto donde se percibe el latido de la arteria radial. Tu compañero o compañera debe estar sentado y no debe haber realizado ejercicio físico.

—Una vez que has detectado el pulso, **pon** en marcha un cronómetro y **cuenta** las pulsaciones durante quince segundos. Al valor obtenido **multiplicalo** por cuatro, para conocer el número de pulsaciones por minuto.

El pulso arterial en reposo es de unas 70 pulsaciones por minuto. Si se realiza ejercicio físico intenso como subir escaleras, hacer flexiones, etc., puede incrementarse hasta 160 pulsaciones por minuto, o incluso, 220.



6. **Describe** las siguientes partes y órganos:

ventrículo – válvula mitral – arterias – vénulas aurícula – válvula tricúspide – venas – capilares

7. **Explica** cuál es la composición de la sangre.

a. ¿Qué función desempeñan sus componentes?

2.2. Movimientos del corazón

La sangre circula por todo el cuerpo impulsada por el corazón, gracias a los movimientos del miocardio. Estos movimientos son la sístole y la diástole.

La **sístole** es el movimiento de contracción del miocardio, tejido muscular; y la **diástole** es el movimiento de relajación.

El miocardio de las aurículas y los ventrículos no se contrae al mismo tiempo, sino que lo hace en dos etapas diferentes.

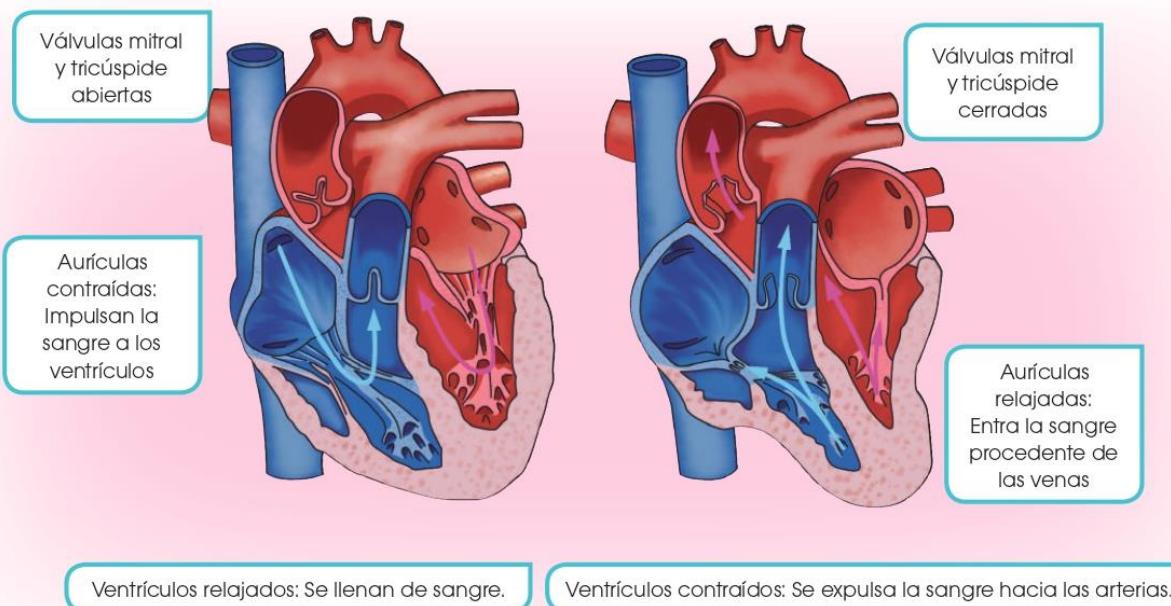
Las **aurículas** realizan un movimiento de **diástole** que permite que entre la sangre procedente

de las venas cava y pulmonares. A su vez, los **ventrículos** hacen un movimiento de **sístole** que expulsa la sangre que contienen hacia las arterias pulmonar y aorta.

Las **válvulas** mitral y tricúspide están **cerradas**. De este modo, la sangre no puede retroceder.

A continuación, las **aurículas** hacen un movimiento de **sístole**, gracias al cual se contraen y la sangre que contienen pasa a los **ventrículos**. Simultáneamente, los ventrículos realizan un movimiento de **diástole** y se llenan de sangre procedente de las aurículas.

Las **válvulas** mitral y tricúspide están **abiertas**.



8. **Ordena** las siguientes etapas suponiendo como inicio la diástole del corazón.

- La sangre pasa de las aurículas a los ventrículos.
 - Las válvulas mitral y tricúspide están cerradas.
 - La sangre de las venas cava y pulmonares entra en las aurículas.
 - Las válvulas mitral y tricúspide están abiertas.
 - Los ventrículos expulsan la sangre por las arterias pulmonar y aorta.
- ¿Por qué cualquier etapa puede considerarse el inicio del impulso de la sangre? **Justifica** tu respuesta.

Actividades

Prohibida su reproducción

2.3. La circulación de la sangre

Una vez que la sangre emprende su trayecto por el interior del sistema circulatorio, realiza dos recorridos diferentes conocidos como la *circulación mayor* y la *circulación menor*.

- En la circulación mayor, la sangre recorre los órganos de nuestro cuerpo distribuyendo nutrientes y oxígeno.

La sangre, cargada de oxígeno, pasa de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo y sale del corazón por la arteria aorta.

Las ramificaciones de la aorta permiten que la sangre llegue a los órganos.

Durante este recorrido, la sangre va cediendo los nutrientes y el oxígeno que transporta a las células y recoge el dióxido de carbono y otras sustancias de desecho que estas producen.

Este recorrido finaliza cuando la sangre regresa a la aurícula derecha del corazón a través de las venas cava.

A continuación, comienza la circulación menor.

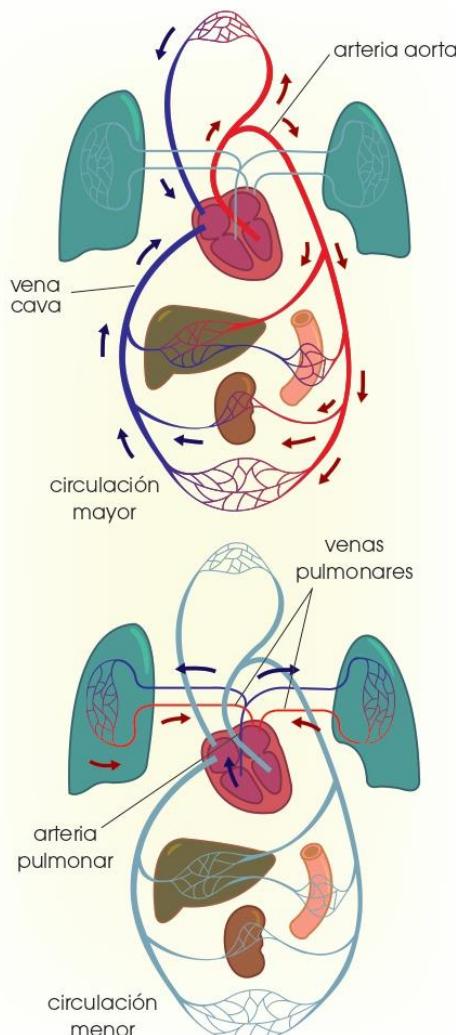
- En la circulación menor, también llamada *pulmonar*, la sangre va desde el corazón hacia los pulmones para ceder el dióxido de carbono y captar el oxígeno.

La sangre, cargada de dióxido de carbono, pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho y va de este hacia las arterias pulmonares, que la conducirán a los pulmones.

En los alveolos pulmonares tiene lugar el intercambio gaseoso, en el que la sangre cede el dióxido de carbono y capta el oxígeno.

La sangre, cargada de oxígeno, entra de nuevo en la aurícula izquierda a través de las venas pulmonares. De esta manera, se inicia otra vez la circulación mayor.

Para concluir, podemos afirmar que, para que una gota de sangre realice un recorrido completo, debe pasar dos veces por el corazón. Por este motivo, decimos que en el ser humano la sangre realiza una circulación doble.



9. **Explica** la trayectoria de una gota de sangre desde que sale del ventrículo izquierdo hasta que vuelve al mismo ventrículo.
—**Señala** el nombre de los principales vasos sanguíneos que recorrerá.
10. **Contesta:** ¿Qué significa que la circulación en el ser humano es *doble*?

Solución: El hecho de que la circulación en el ser humano sea doble significa que la sangre recorre dos circuitos diferentes: un circuito pulmonar que lleva la sangre desoxigenada a los pulmones y la devuelve al corazón oxigenada y un circuito mayor en el que la sangre oxigenada va a todos los órganos y tejidos del cuerpo y vuelve al corazón desoxigenada.

UNIDAD 3

CONTENIDO:

1. Introducción a la termodinámica
2. Equilibrio térmico y temperatura
3. Energía transferida mediante calor
4. Movimiento vibratorio armónico

I. INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA

La termodinámica se desarrolló pragmáticamente, para saber cómo se puede usar el calor para efectuar trabajo mecánico.

Aporte	Año	Investigador
Bomba de vacío	1650	Otto von Guericke
Correlación entre la presión, temperatura y volumen	1656	Robert Boyle - Robert Hooke
Principio de la olla de presión	1679	Denis Papin
Motor térmico	1697	Thomas Savery
Máquina a vapor	1769	James Watt
Capacidad calorífica y calor latente	1781	Joseph Black
Teoría del calórico	1783	Antoine Lavoisier
Demostró la conversión del trabajo mecánico en calor	1798	Benjamín Thompson
Máquina de Carnot y ciclo de Carnot	1824	Sadi Carnot
Valor numérico de la equivalencia mecánica del calor	1843	James Prescott Joule
Primera y segunda ley de la termodinámica	década de 1850	Rankine; Hess; Clausius; Joule; Kelvin
Fundamentos termodinámica estadística	1850 - 1870	Maxwell; Boltzmann; Planck; Clausius; Van der Waals; Gibbs
Análisis de sistemas termodinámicos como reacciones químicas	1873 - 1876	Josiah Willard Gibbs

1.1. Sistemas y variables termodinámicas

La termodinámica permite el estudio de cualquier porción de materia o región del espacio. Para ello, basta con separarla del resto mediante una superficie cerrada, que puede ser imaginaria. El interior de dicha superficie constituye el **sistema termodinámico** y el exterior es el **entorno o medio**.

Algunos sistemas termodinámicos son: una bomba de jabón, un gas en un recipiente, un virus, una pila eléctrica, el motor de un auto, una caldera, etc.

Los sistemas termodinámicos se describen mediante las **variables termodinámicas**, que son magnitudes macroscópicas. Pueden ser, por ejemplo, el volumen, la temperatura, la densidad, la cantidad de sustancia...

Si los valores de las variables termodinámicas de un sistema son constantes en el tiempo, el sistema está en **equilibrio termodinámico**. En este caso, las variables termodinámicas se relacionan entre sí por una **ecuación de estado**, relación característica de cada tipo de sistema. Por ejemplo, una ecuación de estado sencilla es la de los gases ideales:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Ejemplo 1

¿Cuáles son las magnitudes termodinámicas del gas de un neumático que está a una presión de 2,5 atm y a una temperatura de 25 °C? ¿Cuál es su ecuación de estado?

COMPRENSIÓN. Un gas, a alta temperatura (superior a la temperatura de vaporización) y a baja presión (hasta unas pocas atmósferas), puede considerarse como un gas ideal.

RESOLUCIÓN.

- Las variables termodinámicas del gas son:
 - Volumen (V).
 - Presión (p) que ejerce contra las paredes del recipiente.
 - Temperatura (T).

• Masa (m).

- La ecuación de estado que relaciona dichas variables es la de los gases ideales:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot (T + 273)$$

En esta ecuación, n es la cantidad de sustancia del gas: $n = \frac{m}{M}$, donde M es la masa molar del gas y R es la constante de los gases ($R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$).

1.2. Teoría cinético-molecular de la materia

Como hemos analizado, la termodinámica utiliza variables macroscópicas que podemos medir, como el volumen, la presión, etc. Estas magnitudes se pueden describir y relacionar entre sí sin conocer la constitución interna de la materia.

Como hemos visto al estudiar la **teoría cinético-molecular**, la materia está formada por partículas (átomos, moléculas o iones), a las que llamamos **entidades moleculares**, en continuo movimiento. En los **sólidos**, las partículas tienen un **movimiento de vibración** en torno a sus posiciones de equilibrio. En los **líquidos**, la movilidad de sus partículas es mayor que en los sólidos y menor que en los **gases**. En estos últimos, las partículas se **mueven aleatoriamente** en todas las direcciones del espacio.

En consecuencia, las **magnitudes termodinámicas** son el resultado de los **promedios** de los estados y movimientos de las partículas microscópicas constituyentes de la materia. Así, las **variables** y **transformaciones termodinámicas** se pueden explicar a partir de la teoría cinético-molecular.

1.3. Energía interna

En termodinámica, la **energía interna** es una magnitud macroscópica cuya variación puede medirse a partir de otras magnitudes, como veremos más adelante. Según la teoría cinético-molecular, las partículas que constituyen la materia poseen **energía cinética** asociada a su movimiento interno (traslación, rotación y vibración). Además, las partículas ejercen fuerzas atractivas y repulsivas entre sí, dando lugar a otras **energías** a nivel **microscópico**. Así, tenemos una interpretación microscópica de la energía interna:

La **energía interna (U)** de un cuerpo o un sistema es la suma de las energías de sus partículas constituyentes.

La energía interna de un cuerpo queda definida solo si se considera el conjunto de todas sus partículas. Es, pues, una magnitud extensiva, ya que depende del conjunto de todas sus partículas, es decir, de la extensión del cuerpo.

Un **gas ideal** es aquel en el que sus partículas se consideran puntuales y que no interactúan entre sí. Sus partículas no tienen energía potencial y toda la energía interna del gas ideal es energía cinética.

Ejemplo 2

En un laboratorio se traslada una botella que contiene oxígeno gaseoso. ¿Cuáles son las contribuciones del movimiento de las partículas a la energía cinética total del gas?

Al trasladar la botella a una determinada velocidad, macroscópica, esta se comunica a las partículas de gas contenidas dentro de la botella.



La energía cinética de las partículas de gas es la suma de dos contribuciones:

- La energía cinética debida a su movimiento de agitación en todas direcciones. Forma parte de la energía interna del gas.
- La energía cinética debida a su movimiento ordenado en una misma dirección, que es la de translación de la botella. Forma parte de la energía mecánica macroscópica de la botella.

TIC

En el siguiente enlace, podrás interpretar y repasar los contenidos de este apartado:

Visita:

<http://goo.gl/R2aLvc>

Y TAMBÍEN:

- Una superficie adiabática no permite el paso de energía térmica a su través.
- Una superficie diatérmica permite el intercambio de energía por medio de calor.

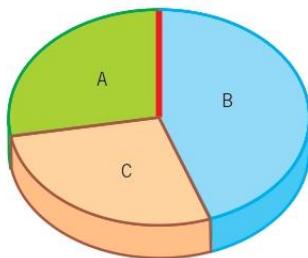


Fig. 2.

- A y B están separados por una superficie adiabática. En cambio, C está separado de A y B por superficies diatérmicas.

Y TAMBÍEN:

El **principio cero** equivale a decir que dos cuerpos A y B tienen la misma temperatura cuando, puestos en contacto de forma separada con un termómetro (cuerpo C del principio cero), este indica el mismo valor en su escala.

2. EQUILIBRIO TÉRMICO Y TEMPERATURA

Todos experimentamos las sensaciones fisiológicas de tener frío o calor. Estas sensaciones, básicas para la supervivencia, permiten definir la temperatura de forma primaria. En efecto: si un cuerpo nos provoca sensación de calor, es que está a una temperatura alta; y si nos provoca sensación de frío, es que está a una temperatura baja con respecto a nosotros.

Consideremos dos cuerpos que, simultáneamente, nos provocan distintas sensaciones térmicas y que ponemos en contacto entre sí a través de una superficie de separación S. Al cabo de un tiempo prolongado, podemos tener una de estas dos situaciones:

- Los cuerpos nos siguen provocando distintas sensaciones térmicas cada uno, por lo que deducimos que su temperatura no ha cambiado. En este caso, se dice que la superficie de separación S es adiabática.
- Los dos cuerpos nos provocan la misma sensación térmica, por lo que deducimos que se encuentran a la misma temperatura. En este caso, se dice que la superficie de separación S es diatérmica y que los cuerpos han alcanzado el equilibrio térmico.

2.1. Principio cero de la termodinámica

Supongamos tres sistemas termodinámicos: A, B y C, como en la figura, tales que A y B están separados por una pared adiabática y en contacto con C a través de una pared diatérmica. Es decir, A y B están cada uno de ellos, separadamente, en equilibrio térmico con C. La experiencia nos dice que A y B también están en equilibrio térmico entre sí. Este es el principio cero de la termodinámica:

Si dos sistemas A y B están en equilibrio térmico con un tercer sistema C, entonces A y B están en equilibrio térmico entre sí.

Según este principio, hay una magnitud escalar, llamada temperatura, tal que la igualdad de las temperaturas de sistemas termodinámicos es condición necesaria y suficiente para que dichos sistemas estén en equilibrio térmico.

2.2. Medida de la temperatura

Cuando varía la temperatura, algunas propiedades físicas también se modifican. Es el caso de la longitud de un alambre, la longitud de una columna de líquido, la resistencia eléctrica de un metal, etc.

Estas magnitudes que varían con la temperatura se denominan propiedades termométricas y sirven para medir la temperatura de forma objetiva.

Para medir la temperatura se elige un cuerpo, llamado termómetro, con una determinada propiedad termométrica, designada por X. A continuación, suponemos una relación lineal entre X y la temperatura T: $T = a \cdot X + b$.

Para hallar a y b, se fijan arbitrariamente los valores de la temperatura de dos estados reproducibles de alguna sustancia, distinta del termómetro. Estos estados se llaman puntos fijos.

En la **escala Celsius**, la propiedad termométrica es la longitud de una columna de mercurio en un tubo de vidrio cerrado. Los puntos fijos elegidos son la fusión del hielo a 1 atmósfera, a la que se asigna la temperatura de 0 °C, y la ebullición del agua también a 1 atm, a la que se asigna el valor de 100 °C.

Para que al medir la temperatura de un cuerpo, utilizando termómetros basados en distintas propiedades termométricas, se obtengan los mismos valores de la temperatura, hay que utilizar un **termómetro patrón**: el **termómetro de gas a volumen constante**.

Este termómetro se basa en las propiedades de los gases a muy baja densidad. Para un volumen fijo de gas, su presión disminuye con la temperatura y, al reducir la cantidad de gas, el valor de la presión es prácticamente independiente del tipo de gas utilizado, que se comporta como un gas ideal.

En este termómetro, X es la presión, p, del gas y se fija arbitrariamente $b = 0$. La escala de temperaturas así obtenida es la **escala absoluta**, o escala Kelvin o del gas ideal. Su unidad es el **kelvin, K**. En esta escala, la temperatura se designa por T y viene dada por: $T = a \cdot X$. Para hallar a, se toma el **punto triple del agua** (en el que coexisten los estados sólido, líquido y gaseoso), al que se asigna el valor de 273,16 K. Por tanto:

$$T = 273,16 \cdot \frac{p}{p_{tr}}; P_{tr}: \text{presión del gas en contacto con agua en el punto triple.}$$

Las escalas Celsius y Kelvin se relacionan según: $T(K) = T(^\circ C) + 273,15$

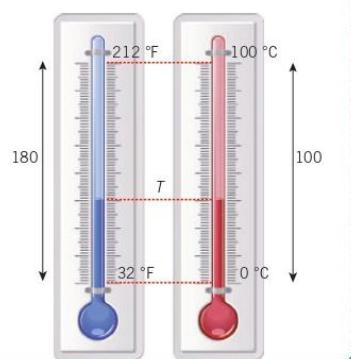
Ejemplo 3

Se dispone de dos termómetros iguales, pero uno en grados Celsius y otro en Fahrenheit, como en la figura. ¿Cuál es la correspondencia entre las dos escalas de temperatura?

COMPRENSIÓN. Como se ve en la figura, 0 °C corresponden a 32 °F, y 100 °C a 212 °F. Es decir, una variación de 100 °C, desde el cero, equivale a una variación de 180 °F.

RESOLUCIÓN. Para pasar una temperatura T Celsius a la escala Fahrenheit, primero la multiplicamos por el factor 180/100. Esto nos da la variación en grados Fahrenheit desde el cero de la escala Celsius. A continuación, le sumamos el valor en grados Fahrenheit equivalente al cero de la escala Celsius:

$$\begin{aligned} T(^\circ C) \cdot \frac{180}{100} + 32 &= T(^\circ F) \\ T(^\circ F) &= T(^\circ C) \cdot \frac{9}{5} + 32; T(^\circ C) = (T(^\circ F) - 32) \cdot \frac{5}{9} \end{aligned}$$



Relación entre la temperatura y la energía interna

En un **gas ideal**, la energía cinética de traslación promedio del conjunto de sus partículas es proporcional a la temperatura absoluta T del gas. Por tanto, su **energía interna** es proporcional a la **temperatura**.

En los **gases reales, líquidos y sólidos**, las interacciones entre partículas contribuyen a la energía interna en forma de energía potencial; en ellos la energía interna ya no depende solo de la temperatura. Sin embargo, en todos los sistemas la **temperatura** es un índice de la **distribución energética** de las partículas.

Se puede considerar que la temperatura es indicativa del grado de vibración o **agitación térmica de las partículas**.

TEN EN CUENTA QUE:

Se tomó el valor de 273,16 K para el punto triple del agua para no alterar el cero de la escala Celsius de su valor original. Recuerda que el cero de la escala Celsius se toma en el punto de fusión del agua a la presión de 1 atm. En el punto triple del agua, la temperatura medida en la escala Celsius es de 0,01 °C y la presión es de 4,58 mm de mercurio.

Y TAMBÉN:

La relación entre las escalas Celsius y Kelvin se obtuvo a partir de las leyes de los gases. En este libro utilizaremos solo tres cifras significativas en la relación entre ellas:
 $T(K) = T(^\circ C) + 273$

TEN EN CUENTA QUE:

- Energía térmica.** Parte de la energía interna de un cuerpo ligada a su temperatura. Corresponde a su energía cinética microscópica y a una parte de su energía potencial microscópica.
- Proceso adiabático.** Transformación termodinámica en la que no hay intercambio de calor. Tiene lugar en un recinto con paredes adiabáticas.

TIC

En este video puedes ver el fenómeno de la convección en un líquido:

Visita:

<http://goo.gl/FOKJSH>

3. ENERGÍA TRANSFERIDA MEDIANTE CALOR

Para enfriar una infusión recién preparada y podernosla beber sin quemarnos la lengua, le podemos añadir unos cubitos de hielo.

Este hecho es generalizable. Siempre que pongamos en contacto directo dos cuerpos, que están a distintas temperaturas, estos experimentan transformaciones hasta alcanzar la misma temperatura, de valor comprendido entre las temperaturas iniciales.

Esta **igualación de temperaturas** de los cuerpos implica una igualación en la distribución energética de sus partículas y una transferencia de parte de la energía interna de un cuerpo a otro. Esta energía transferida es el calor:

El **calor** es una forma de transferencia de energía que tiene lugar entre cuerpos debido a su diferencia de temperaturas.

La unidad del **calor** en el SI es el **julio, J**. Otra unidad muy empleada para medir el calor es la **caloría, cal**. Recuerda que 1 J equivale a 0,24 cal.

La **transferencia de energía** en forma de calor siempre va del cuerpo que está a **mayor temperatura** hacia el de **menor temperatura**. El proceso acaba cuando los dos cuerpos alcanzan el **equilibrio térmico**.

Tomamos el siguiente **criterio de signos** para el **calor**: el **calor cedido** por un cuerpo tiene **signo negativo** y el **calor absorbido** por un cuerpo tiene **signo positivo**. Así, si un cuerpo cede calor a otro, la variación de energía total del sistema es cero.

3.1. Propagación de la energía térmica

Hay tres mecanismos diferentes de transmisión de energía térmica entre cuerpos o entre distintas partes de un medio: la conducción, la convección y la radiación.

- Conducción.** Tiene lugar en los **sólidos**. El transporte de energía térmica se produce de partícula a partícula mediante choques, entre sus componentes (átomos o moléculas), que transfieren energía cinética, pero en conjunto constituye un movimiento estacionario en el sistema, donde la porción de materia no varía. Hay sólidos que son **buenos conductores térmicos** como, por ejemplo, los metales. Otros, en cambio, son **malos conductores térmicos** y se utilizan como aislantes térmicos: la madera, el plástico, el vidrio y los materiales con aire retenido en su interior, como la lana.
- Convección.** Tiene lugar en **líquidos y gases**. El calentamiento local de una porción de fluido provoca una disminución en su densidad y, por el principio de Arquímedes, una ascensión de dicha porción de fluido, la cual es reemplazada por otra masa de fluido más fría y densa. Estas corrientes que se producen en el seno del fluido se denominan **corrientes de convección** y tienden a igualar la temperatura en todo el fluido. Los vientos son las corrientes convectivas de la atmósfera.
- Radiación.** La **energía térmica** se transmite mediante **ondas electromagnéticas** (principalmente radiación infrarroja), por lo que no se necesita ningún medio material. Es el caso del calor del Sol o el de las lámparas. La cantidad y el tipo de radiación calorífica emitida o absorbida por un cuerpo depende de su temperatura, naturaleza y tipo de superficie que tenga.

3.2. Efectos del calor

En verano o cuando la temperatura ambiente es elevada, tendemos a quitarnos ropa o utilizar prendas más ligeras para favorecer el intercambio de energía desde nuestro organismo al entorno.

Al aumentar la temperatura, también se produce la dilatación del líquido de los termómetros de pared.

Este hecho se debe a la variación en la energía interna de dicho líquido.

La variación de la energía interna de un cuerpo debido al calor se manifiesta macroscópicamente en forma de **variación** de su **temperatura**, de su composición y **dimensiones**, o bien en un cambio de su **estado físico**.

Variación de la temperatura

En invierno nos apetece tomar alimentos que estén a mayor temperatura que la temperatura ambiente. Para ello, los calentamos, es decir, les suministramos calor y así aumentan de temperatura.

Si calentamos demasiado la comida, entonces la podemos dejar enfriar al aire, esto es, que ceda calor al medio y así su temperatura desciende.

Para que un cuerpo de masa m experimente una **variación de temperatura** ΔT , debe **intercambiar una cantidad de energía** Q que viene dada por:

El **calor específico** de una sustancia es la energía necesaria para aumentar en un grado la temperatura de la unidad de masa de dicha sustancia.

Y TAMBIÉN: ¿?

La capacidad calorífica de un cuerpo, C , es el calor necesario para elevar su temperatura un kelvin. Se relaciona con la masa del cuerpo y el calor específico, c , según:

$$C = m \cdot c$$

La siguiente tabla muestra los valores del calor específico a temperatura ambiente (excepto en los casos indicados). Observa el alto valor del calor específico del agua.

Sustancia	Calor específico ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)
Aire seco, $0^\circ C$	$c_v = 717$
	$c_p = 1004$
Agua líquida	4180
Hielo ($-10^\circ C$)	2090
Vapor de agua (de $105^\circ C$ a $305^\circ C$)	$c_v = 1,5 \cdot 10^3$ $c_p = 1,97 \cdot 10^3$
Etanol	2424
Hierro	443
Cobre	385
Mercurio	140

■ Tabla 1.

La unidad del **calor específico** en el SI es el $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, o bien $J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$, ya que una variación de un kelvin equivale a una variación de un grado Celsius.

El valor del calor específico varía según el rango de temperaturas en el que se produce el intercambio de calor. Además, este valor depende de si el intercambio de calor se produce **a presión constante** o **a volumen constante**. En este caso, los valores obtenidos se designan, respectivamente, como c_p y c_v . En los sólidos y líquidos, $c_p \approx c_v$, se designa como c . En los gases, en cambio, los dos tipos de calor específico son notablemente distintos.

Ejemplo 4

Sacamos del horno un bizcocho de 600 g que está a $180^\circ C$ y lo dejamos que se enfríe a temperatura ambiente ($20^\circ C$).

- ¿Qué calor intercambia con su entorno si su calor específico es de $2,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$?

COMPRENSIÓN. La temperatura del bizcocho varía de $180^\circ C$ hasta $20^\circ C$. El bizcocho se enfría y cede calor a su entorno que permanece a temperatura constante, porque su masa es mucho mayor que la del bizcocho.

DATOS. $m = 600 \text{ g} = 0,600 \text{ kg}$; $T_1 = 20^\circ C$; $T_2 = 180^\circ C$

RESOLUCIÓN. Aplicamos la fórmula del calor asociado a una variación de temperatura:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,600 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (20 - 180) \text{ K} = 2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

COMPROBACIÓN. La cantidad de calor es negativa, tal como era de esperar, ya que el bizcocho ha disipado calor.

Y TAMBIÉN:

Si un cuerpo recibe calor, aumenta la velocidad de traslación o de vibración de sus partículas. En consecuencia, incrementa la temperatura del cuerpo y sus dimensiones.

Dilatación térmica

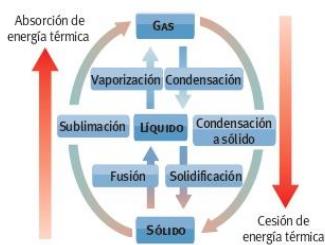
En los raíles del tren se dejan pequeños espacios entre los tramos metálicos para que la dilatación térmica no los deforme.

La **dilatación térmica** es el aumento en las dimensiones de los cuerpos al incrementar su temperatura.

- Los sólidos pueden experimentar distintos tipos de dilataciones térmicas:

Dilatación lineal	Dilatación superficial	Dilatación cúbica
<p>Es la variación de la longitud del sólido.</p> $l = l_0 (1 + \lambda \cdot \Delta T)$ <p>l: longitud final l_0: longitud inicial ΔT: incremento de temperatura λ: coeficiente de dilatación lineal Incremento de la unidad de longitud del sólido al aumentar un grado su temperatura</p>	<p>Es la variación de la superficie del sólido.</p> $S = S_0 (1 + \beta \cdot \Delta T)$ <p>S: superficie final S_0: superficie inicial ΔT: incremento de temperatura β: coeficiente de dilatación superficial. Incremento de la unidad de superficie al aumentar un grado su temperatura. Su valor es: $\beta \approx 2\lambda$</p>	<p>Es la variación del volumen del sólido.</p> $V = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta T)$ <p>V: volumen final V_0: volumen inicial ΔT: incremento de temperatura g: coeficiente de dilatación cúbica Incremento de la unidad de volumen del sólido al aumentar un grado su temperatura Su valor es: $\gamma \approx 3$.</p>

■ Tabla 2



■ Fig. 3.

- Cambios de estado.

Cambios de estado de agregación

Las planchas de vapor mejoran la penetración de calor y humedad en el tejido y lo ablandan. El vapor se genera al calentar agua líquida de un depósito de la plancha. Es un ejemplo de un **cambio de estado de agregación**.

Los cambios de un estado a otro más compacto (por ejemplo, de gas a líquido) tienen lugar por cesión de energía térmica al medio. Por el contrario, en los cambios a estados en los que las partículas estén menos ligadas entre sí (por ejemplo, de sólido a líquido), hay una absorción de energía térmica del medio.

Durante un cambio de estado de una sustancia, su temperatura permanece constante. Y este valor de la temperatura depende de la presión a la que se encuentra la sustancia.

Los cambios de estado de las sustancias se caracterizan por el calor intercambiado por unidad de masa. Esta magnitud, L, se denomina **calor o entalpía de fusión**, de condensación, de vaporización, etc. Se cumple: $Q = m \cdot L$ donde m es la masa de sustancia y Q es el calor total intercambiado. Para cualquier sustancia, el calor de un cambio de estado es igual al del cambio de estado inverso, sin tener en cuenta el signo.

Y TAMBÉN: 

En el MCU, el período es el tiempo que emplea un móvil en dar una vuelta completa a la circunferencia.

En una onda, el período es el tiempo que invierte un punto en efectuar una vibración completa.

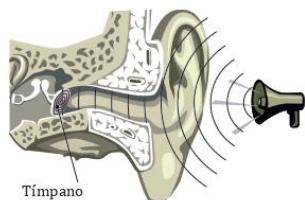


Fig. 1.

- El tímpano se mueve con movimiento vibratorio u oscilatorio al llegar a él una onda sonora.

TIC

Observa, en el siguiente enlace, cómo vibra el tímpano en nuestro oído a causa de las ondas sonoras:

Visita:

<http://goo.gl/m9l0re>

I. MOVIMIENTO VIBRATORIO ARMÓNICO SIMPLE

¿Qué tienen en común el movimiento de un péndulo y el de la Luna en torno a la Tierra? ¿O los latidos del corazón y las vibraciones de los átomos en los sólidos?

Aunque son fenómenos muy distintos entre sí, en todos ellos las magnitudes del movimiento (posición, velocidad, aceleración y componentes de la aceleración) se repiten cada cierto tiempo (el período). Son **movimientos periódicos**:

Un **movimiento periódico** es aquel que se repite a intervalos iguales de tiempo; es decir, todas las magnitudes del movimiento toman el mismo valor cada cierto tiempo.

Hay algunos movimientos periódicos en los que el cuerpo en movimiento realiza un recorrido definido de ida y vuelta en torno a una posición de equilibrio. Es el caso, por ejemplo, de una masa unida a una cuerda inicialmente en posición vertical, al separarla de esta posición y dejarla mover libremente.

Un **movimiento oscilatorio o vibratorio** es un movimiento periódico que tiene lugar hacia un lado y hacia otro de la posición de equilibrio del móvil.

A partir de estas definiciones, comprendemos por qué los movimientos oscilatorios se usan en los relojes, desde hace muchísimos años, para la medida del tiempo.

De hecho, el término **oscilatorio** se refiere a cualquier magnitud con una variación periódica entre un valor máximo y mínimo (por ejemplo, la oscilación de los campos eléctrico y magnético en una onda electromagnética). Por su parte, la palabra **vibratorio** generalmente se refiere a una oscilación mecánica, es decir, la de un cuerpo o la producida en un medio elástico. En esta unidad, consideraremos ambos términos como sinónimos.

Los movimientos vibratorios son muy comunes en la naturaleza: el tímpano y los cristales vibran con el sonido, los átomos de una red cristalina vibran, un puente puede oscilar debido al viento, las cuerdas vocales vibran... Todo movimiento vibratorio u oscilatorio se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Una **oscilación** o vibración completa es el movimiento realizado durante un **período**, es decir, el movimiento de ida y vuelta respecto de la posición inicial.
- En ausencia de rozamiento, el movimiento oscilatorio o vibratorio se repetiría indefinidamente, ya que no habría pérdida de energía mecánica.
- El **período** del movimiento **no depende de la amplitud** de las oscilaciones.

Un tipo especialmente importante de movimiento oscilatorio o vibratorio son los movimientos vibratorios armónicos simples o movimientos armónicos simples (MAS). Son movimientos típicos de cuerpos elásticos originados por fuerzas restauradoras o recuperadoras, como la fuerza elástica en el caso de un muelle.

2. CINEMÁTICA DEL MAS

Consideremos una masa sobre una superficie horizontal sin rozamiento unida a un muelle. Si la separamos una distancia A de su posición de equilibrio ($x = 0$), entonces comenzará a oscilar libremente a un lado y a otro de dicha posición, describiendo un movimiento vibratorio armónico simple.

2.1. Ecuación de la posición

Fijémonos en que, en la masa unida al muelle, su movimiento se repite periódicamente. Es decir, cada cierto tiempo (período) la masa vuelve a pasar por el mismo punto, con la misma velocidad \vec{v} y la misma aceleración \vec{a} .

Podemos, por tanto, describir su movimiento utilizando una función matemática armónica o periódica. En general, la ecuación de la posición o del movimiento de cualquier cuerpo que describe un MAS es la siguiente:

Veamos el significado físico de los distintos parámetros que aparecen en ella:

- x es la **elongación**, es decir, la **posición** en cada instante de tiempo de la **partícula** que vibra u oscila con respecto al punto de equilibrio. En el SI se expresa en metros.
- A es la **amplitud o elongación máxima** con respecto a la posición de equilibrio de la partícula que vibra u oscila. En el SI se mide en metros.
- El ángulo ($wt + \phi$) se denomina **fase**. Es el parámetro que determina el estado de vibración del cuerpo, pues nos permite calcular la elongación en cualquier instante de tiempo t . En el SI se mide en radianes.
- ϕ es la **fase inicial o constante de fase**. Indica el estado de vibración del cuerpo al comenzar la medida del tiempo ($t = 0$). Por ello, se dice que su valor depende de la posición inicial de la partícula. En el SI se mide en radianes.
- ω es la **frecuencia angular o pulsación**. Su valor es mayor cuanto mayor es la rapidez con que vibra el cuerpo. En el SI se mide en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$. Se relaciona con el período, T , según:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

- Recordemos que el **período**, T , es el tiempo que el móvil o cuerpo tarda en volver a pasar por la misma posición, moviéndose en el mismo sentido. Es decir, es el tiempo que tarda en describir una oscilación completa. En el SI se mide en segundos.
- La **frecuencia**, f , se define como el número de oscilaciones realizadas en un segundo. Su unidad en el SI es el hertzio (Hz) y se relaciona con el período por:

$$f = \frac{1}{T}$$

Para un MAS concreto, los valores de A , ω y ϕ son constantes del movimiento. De estos valores, los parámetros que pueden variar de un movimiento a otro para el mismo oscilador son la amplitud y la fase inicial. Es decir, ω es una propiedad característica del oscilador.

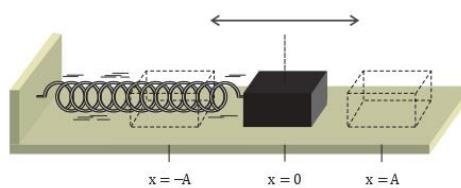


Fig. 2.
■ Masa unida a un muelle realizando un MAS

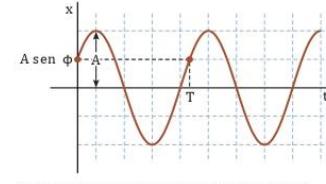


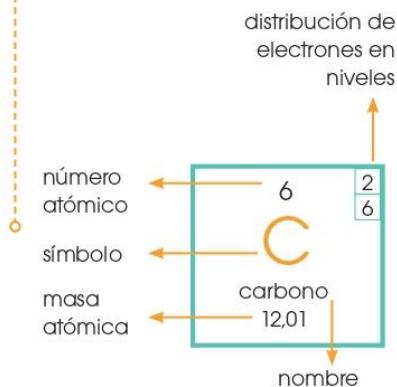
Fig. 3.
■ Representación gráfica de la elongación en función del tiempo de una partícula con MAS.

UNIDAD

4

- CONTENIDO:**
- 1. Masa atómica y Avogadro**
 - **Masa molecular y Avogadro**
 - 2. Tipo de disoluciones**
 - **Porcentaje en masa**
 - 3. Propiedades de los gases**
 - 4. Ley de los gases**

I. REACCIONES QUÍMICAS Y SUS ECUACIONES



Y TAMBIÉN:

Amadeo Avogadro (1776-1856) se graduó como doctor en Derecho Canónico, pero nunca ejerció su profesión. Su pasión fue siempre la física y química con grandes destrezas para la matemática.

Manifestó la llamada hipótesis de Avogadro que decía: iguales volúmenes de gases distintos contienen el mismo número de moléculas si ambos se encuentran a igual temperatura y presión.

Tomado de la página:
<http://goo.gl/lOgGIs>

1.1. Masa atómica y Avogadro

Número de moles

Para contar cantidades muy grandes, los seres humanos han creado diferentes unidades alternas, por ejemplo, la decena y centena. Si alguien quiere contar hasta el mil es más fácil solo contar cien decenas o diez centenas y resultaría exactamente lo mismo.

En química, necesitamos saber la cantidad de sustancia que va a participar en una reacción. A la unidad internacional para poder medirla la conocemos como *mol*.

Un *mol* representa una cantidad muy grande de unidades, es decir, números que van más allá de los que estamos acostumbrados a emplear habitualmente. La equivalencia en partículas de 1 *mol* es el número de Avogadro (NA).

$$NA = 6,023 \times 10^{23} \text{ unidades}$$

Cada átomo de la tabla periódica puede tener esta equivalencia; por ejemplo, para el caso del carbono, tendríamos:

$$1 \text{ mol de C} = 6,023 \times 10^{23} \text{ átomos de C}$$

Conversiones

Para realizar una transformación de forma adecuada, es necesario operar de la siguiente forma, tomando en cuenta que el valor a transformar es el dato inicial o el valor dado por el ejercicio:

Ecuación de conversión

$$\frac{\text{valor a transformar}}{\text{(unidad dada)}} \times \text{equivalencia} \frac{(\text{unidad buscada})}{(\text{unidad dada})} = \text{cantidad buscada} \frac{(\text{unidad buscada})}{(\text{unidad buscada})}$$

Encontremos cuánto equivale 2,50 moles de oxígeno (O) en átomos de O.

Para resolver esto, debemos seguir una serie de pasos.

Paso 1: Identificamos el valor a transformar, que siempre es el valor inicial. Este dato irá al inicio de la ecuación de conversión.

2,50 moles de O

Ejemplo 1

Paso 2: Consideremos que la equivalencia en este caso es:

$$1 \text{ mol O} = 6,023 \times 10^{23} \text{ átomos de O}$$

Reemplazamos los datos en la ecuación de conversión, con el fin de que las unidades dadas se simplifiquen:

$$2,50 \text{ mol O} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ átomos O}}{1 \text{ mol O}} = 1,50 \times 10^{24} \text{ átomos O}$$

Calculemos cuánto equivale $1,15 \times 10^{22}$ átomos de carbono en moles.

$$1,15 \times 10^{22} \text{ átomos C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{6,02 \times 10^{23} \text{ átomos C}} = 0,02 \text{ mol C}$$

Ejemplo 2

Moles, masa y avogadro

Para lograr definir esta relación, concluimos que un mol de átomos de un determinado tipo de carbono pesa exactamente doce gramos.

Otra de las unidades definidas son las unidades de masa atómica (uma), a las cuales las representamos como un doceavo de la masa de un átomo de carbono.

Por lo tanto, un átomo de carbono pesa exactamente doce uma, y un mol de carbono pesa doce gramos.

$$1 \text{ mol de C} = 6,023 \times 10^{23} \text{ átomos de C} = 12,01 \text{ g de C}$$

Para registrar el peso de los diferentes elementos, realizaremos una comparación entre las unidades definidas a partir del carbono.

Por ejemplo, un átomo de hidrógeno pesa la doceava parte que un átomo de carbono. Y definimos, con base en esto, el peso del hidrógeno y de todos los átomos, para obtener la equivalencia en gramos, moles y átomos.

$$1 \text{ mol de H} = 6,023 \times 10^{23} \text{ átomos de H} = 1 \text{ g de H}$$

Y TAMBÉN: 

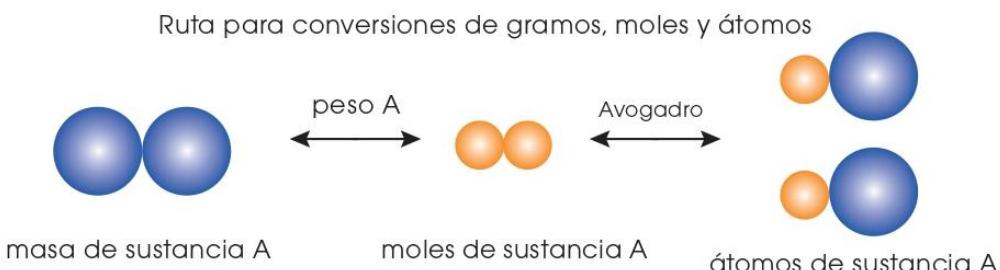
Notación científica

Es un recurso matemático que utilizamos para simplificar cálculos y representar en forma reducida números muy grandes o números muy pequeños. Si movemos la coma decimal hacia la izquierda, el exponente será positivo; mientras que si movemos hacia la derecha, el exponente será negativo.

$$\begin{array}{r} 3\ 190\ 000 \\ \sim\sim\sim \\ 6\ 54\ 321 \end{array} = 3,19 \cdot 10^6$$

$$\begin{array}{l} 0,000\ 02\ 205 \\ \sim\sim\sim\sim\sim \\ 1\ 2\ 3\ 4\ 5 \end{array} = 2,205 \cdot 10^{-5}$$

Para resolver cualquier ejercicio de masa atómica, debemos seguir este camino por medio de las flechas:



Para transformar la masa de cualquier elemento, (A), a la cantidad de átomos presentes en esa masa, es indispensable convertir la masa a moles. Para transformar la masa de un elemento a moles, debemos dividir la masa descrita por el peso de la tabla periódica. Después de ello, multiplicamos al número de moles obtenido por el número de Avogadro, para así lograr la transformación a átomos del elemento requerido.

Calcular el número de átomos de Fe presentes en 22,21 g de Fe.

Paso 1: El dato inicial es 22,21 gramos de Fe.

Paso 2: Para convertir a número de átomos, primero debemos transformar a número de moles de Fe a través de la equivalencia en gramos de la tabla periódica. Verifiquemos que las unidades dadas se simplifiquen:

$$22,21 \text{ g de Fe} \times \frac{1 \text{ mol de Fe}}{55,85 \text{ g de Fe}} = 0,40 \text{ mol de Fe}$$

Paso 3: Con el número de moles de Fe, podemos transformar a átomos con la equivalencia del número de Avogadro. Verifiquemos que las unidades dadas se simplifiquen:

$$0,40 \text{ mol de Fe} \times \frac{6,023 \times 10^{23} \text{ átomos de Fe}}{1 \text{ mol de Fe}} = 2,41 \times 10^{23} \text{ átomos de Fe}$$

Si tenemos un total de $1,35 \times 10^{31}$ átomos de Au, ¿cómo debería quedar expresada esta cantidad en moles?

$$1,35 \times 10^{31} \text{ átomos de Au} \times \frac{1 \text{ mol de Au}}{6,023 \times 10^{23} \text{ átomos de Au}} = 2,24 \times 10^7 \text{ moles de Au}$$

Ejemplo 3

Ejemplo 4

EN GRUPO



Analicen: si tenemos $3,12 \times 10^{21}$ átomos de plomo, ¿cuántos gramos de plomo tenemos?

Investiguen tres efectos del plomo en el medioambiente y en la salud de las personas.

1.2. Masa molecular y Avogadro

Subíndices moleculares

En química, la mayoría de las veces usamos compuestos expresados como moléculas, las cuales emplean subíndices.

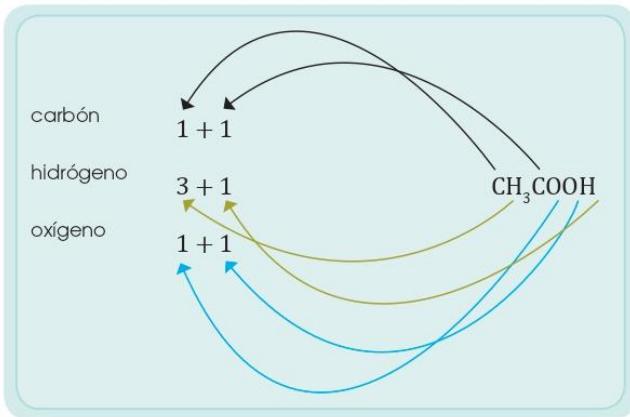
Para conocer la cantidad de átomos en un componente dentro de una molécula es necesario tener en cuenta el subíndice del elemento y los subíndices de los paréntesis.

Calculemos el número de átomos de cada una de las especies que componen una molécula de ácido acético, CH_3COOH .

Paso 1: Hagamos una lista de los elementos químicos que contiene la molécula.

- carbón
- hidrógeno
- oxígeno

Paso 2: Tomando en cuenta los subíndices, anotemos cuántas veces se repite cada elemento dentro de la molécula.



Paso 3: Describamos la proporcionalidad de elementos que existe en la molécula.

- carbón: 2 átomos de C
- hidrógeno: 4 átomos de H
- oxígeno: 2 átomos de O

Ejemplo 5

Y TAMBIÉN:

Una **molécula** es la unión de átomos en proporciones definidas, usando subíndices. Por ejemplo, el óxido de sodio, Na_2O está formado por dos átomos de sodio (Na) y un átomo de oxígeno (O).



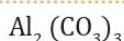
<https://goo.gl/Uqksi>

■ Óxido de sodio

Fórmulas moleculares y empíricas

Las fórmulas moleculares son aquellas que indican el número de átomos que tienen cada elemento (H_2 es la fórmula del hidrógeno) mientras que la fórmula empírica indica qué elementos están presentes en una fórmula. (H_2O_2 , peróxido de hidrógeno contiene dos átomos de hidrógeno y dos átomos de oxígeno).

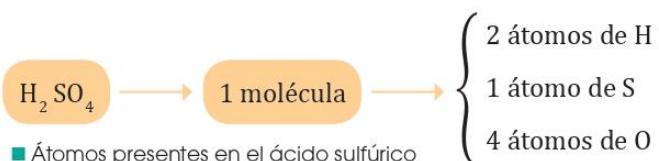
Existen compuestos cuya composición está descrita por subíndices que abarcan a más de un tipo de elemento. La diferencia para realizar el cálculo no es tan grande, solo se precisa añadir un par de pasos. Como ejemplo, calcularemos la composición en átomos de la molécula de carbonato de aluminio (III).



El subíndice del $(\text{CO}_3)_3$, al ser 3, le afecta el triple al carbono y al oxígeno. De manera que tenemos tres átomos de carbono, nueve (3×3) átomos de oxígeno y dos átomos de aluminio.

Cálculo de masa molecular

Por lo general, buscamos hallar la masa molecular de un compuesto. Para ello, necesitamos saber la cantidad de átomos de cada especie que componen una molécula.



Esto quiere decir que, de un compuesto, podemos tener nuevas equivalencias.

1 molécula de H_2SO_4 = 2 átomos de H; 1 átomo de S; 4 átomos de O

También podemos ver al compuesto como:



1 mol de H_2SO_4 = 2 moles de H; 1 mol de S; 4 moles de O

La suma de los pesos de los elementos que hay en un compuesto da como resultado el peso de la molécula y esto es equivalente a un mol del mismo compuesto.

Y TAMBÉN:

Mol

Proviene del latín, moles, 'masa'. Es una de las magnitudes físicas fundamentales en el SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES. Se utiliza para medir cantidades de todas las sustancias presentes en un sistema determinado.

Calculemos la masa molecular del carbonato de hierro (III), $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$.

Paso 1: Escribamos la composición atómica del compuesto.

Elemento	Átomos moles
Hierro:	2
Carbón:	3
Oxígeno:	9

Ejemplo 6

Paso 2: Multipliquemos el número de moles de átomos por el valor correspondiente del peso atómico de la tabla periódica.

Elemento	# moles	× Masa atómica (g/mol)	= Masa total (g)
Hierro:	2	× 55,85	= 111,70
Carbón:	3	× 12,01	= 36,03
Oxígeno	9	× 16,00	= 144,00

Paso 3: Sumemos las masas que componen la molécula.

$$111,70(\text{g Fe}) + 36,03(\text{g C}) + 144,00(\text{g O}) = 291,73 \text{ g } \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$$

Equivale: 1 mol $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ = 291,73 g $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$

Calculemos la masa molecular de la glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

$$72,06 (\text{g C}) + 12,12 (\text{g H}) + 95,94 (\text{g O}) = 180,12 \text{ g } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

El peso molecular de un compuesto sirve para poder encontrar la relación que existe entre la *masa* de un compuesto, su *número* de moles y moléculas.

Ejemplo 7

Los huesos de las personas están formados principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3). Si queremos conocer la cantidad de calcio en 45 gramos de un hueso, debemos determinar la cantidad de calcio en moles.

Paso 1: Determinemos la masa del carbonato de calcio.

$$40 \text{ g Ca} + 12,01 \text{ g C} + 48 \text{ g O} = 100,01 \text{ g } \text{CaCO}_3$$

Paso 2: Tomemos el dato del problema y relacionémoslo con el número de moles empleando la masa molecular del compuesto. De allí, transformemos el dato a moles de Ca.

$$45 \text{ g } \text{CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol de } \text{CaCO}_3}{100,01 \text{ g de } \text{CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol de Ca}}{1 \text{ mol de } \text{CaCO}_3} = 0,45 \text{ moles de Ca}$$

Conociendo el número de moles de calcio, podemos transformar a átomos empleando el número de Avogadro; o a gramos, a través del peso de la tabla periódica.

Ejemplo 8

La importancia de las conversiones es que, mientras más rápido las dominemos, más fáciles se nos harán las siguientes unidades. Una persona que comprende y conoce cómo transformar de átomos a gramos y a moles está preparado para continuar con química. Por ello, realizaremos otro ejemplo en cuanto a conversiones.

3. DISOLUCIONES

3.1. Unidades de concentración

Una **solución** o una **disolución** es una mezcla homogénea de dos o más compuestos en estado líquido.

La clave para comprender las disoluciones es distinguir entre **sóluto**, **solvente** y **solución**.

El **sóluto** es la sustancia que se disuelve y es el componente que se encuentra en menor proporción.

El **solvente** es la sustancia que disuelve al sóluto y es el componente que se encuentra en mayor proporción.



Propiedades de las disoluciones

Para conocer más acerca de las disoluciones, pueden visitar el siguiente link: <https://goo.gl/mgAnHl>.



Una disolución puede estar formada por varios solutos que se encuentran en el mismo solvente. Por ejemplo, podemos disolver una cierta cantidad de azúcar y sal en agua en una misma disolución.

El sóluto y el solvente pueden estar presentes en estado sólido, líquido y gaseoso. Pueden ser una mezcla de cualquiera de estos tres estados.

Disolución sólida	sólido en sólido	aleaciones
	líquido en sólido	arcilla húmeda
	gas en sólido	hidrógeno en paladio
Disolución líquida	sólido en líquido	azúcar en agua
	líquido en líquido	alcohol en agua
	gas en líquido	bebidas gaseosas
Disolución gaseosa	sólido en gas	partículas de polvo en aire
	líquido en gas	aerosoles
	gas en gas	aire

Existen disoluciones en las que la proporción de los componentes puede ser variada, pero en el caso de sólidos disueltos en solventes es diferente. Porque hay un límite en la cantidad de sólido que podemos disolver en cierta cantidad de líquido.

Unidades de concentración

El comportamiento de las soluciones no solamente depende de la interacción entre soluto y solvente, sino también de la cantidad de cada una de estas sustancias.

Utilizamos el término concentración para representar la cantidad de soluto disuelta en el solvente.

Mientras más concentrada sea una solución, hay mucho más soluto disuelto en el solvente.

Las unidades de concentración más importantes son: porcentaje masa/masa, porcentaje volumen/volumen, porcentaje masa/volumen, partes por millón, molaridad, molaridad y fracción molar.

3.2. Porcentaje en masa

Porcentaje masa/masa

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa de soluto}}{\text{masa de disolución}} \times 100\%$$

Donde:

$$\text{masa de disolución} = \text{masa de soluto} + \text{masa de solvente}$$

Normalmente, a la masa la expresamos en gramos, y el porcentaje en masa corresponde a los gramos de soluto que hay en 100 g de disolución.

Las masas de soluto y de disolución deben expresarse en las mismas unidades, puesto que un porcentaje no tiene unidades.

Y TAMBÉN:

Según la proporción de soluto y disolvente, clasificamos a las soluciones en:

Diluidas: Si la cantidad de soluto en relación con la de disolvente es muy pequeña.

Concentradas: Si la cantidad de soluto es elevada respecto a la de disolvente.

Saturadas: Si el soluto está en la máxima proporción posible respecto al disolvente.

TIC

Porcentaje masa/masa

Para comprender el porcentaje masa/masa, pueden visitar el siguiente link: <https://goo.gl/0ZupWF>.

Se ha preparado una disolución de quince gramos de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) en doscientos gramos de agua (H_2O). Expresemos su concentración como porcentaje en masa.

Para la resolución del ejemplo debemos seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Identifiquemos cuál es el soluto y cuál es el solvente de la solución.

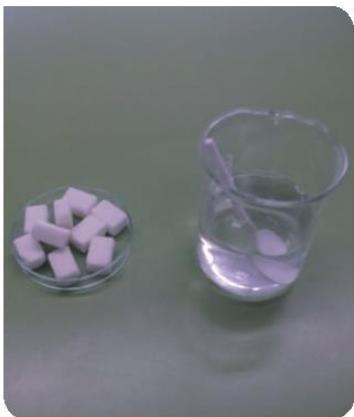
Soluto → azúcar ($C_6H_{12}O_6$)

Solvente → agua (H_2O)

Paso 2: Verifiquemos que el soluto y el solvente se encuentren en las mismas unidades, de no ser así, transformémoslas a las mismas unidades.

Ejemplo 1

Prohibida su reproducción



■ Preparación de una solución de agua con azúcar

En este caso ambas sustancias están en gramos (g).

Paso 3: Obtenemos la masa de la disolución.

$$\text{masa de disolución} = \text{masa soluto} + \text{masa solvente}$$

$$\text{masa disolución} = 15 \text{ g} + 200 \text{ g} = 215 \text{ g}$$

Paso 4: Reemplazemosla en la fórmula para obtener el porcentaje en masa o porcentaje masa/masa.

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \times 100\%$$

$$\% \text{ en masa} = \frac{15 \text{ g}}{215 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ en masa} = 6,97\%$$

Ejemplo 2

Se ha preparado una solución de dos moles de sal (NaCl) en quinientos gramos de agua (H2O). Determinemos el porcentaje en masa.

$$2 \text{ moles de NaCl} \times \frac{58,45 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 116,9 \text{ g NaCl} \rightarrow \text{sólido}$$

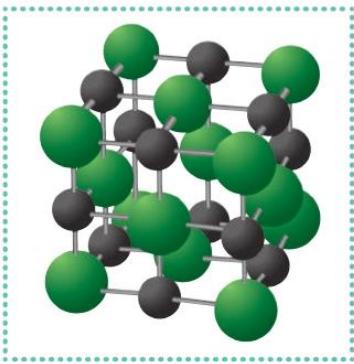
$$500 \text{ g H}_2\text{O} \rightarrow \text{solvente}$$

$$\text{Masa disolución} = 116,9 \text{ g} + 500 \text{ g} = 616,9 \text{ g}$$

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa soluto}}{\text{masa disolución}} \times 100\%$$

$$\% \text{ en masa} = \frac{116,9 \text{ g}}{616,9 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\% \text{ en masa} = 18,94$$



■ Maqueta de cloruro de sodio (NaCl)

La concentración de la solución en porcentaje de masa es de 18,94%.

En un enunciado, la pregunta no solo puede estar enfocada en calcular el porcentaje de masa, también puede pedir determinar la masa de soluto o masa de solvente, para un porcentaje de masa.

Porcentaje volumen/volumen

El porcentaje en volumen de una disolución indica el volumen de soluto que hay en cien unidades de volumen de disolución.

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen de soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100$$

donde volumen de disolución = volumen de soluto + volumen de disolvente

Al porcentaje en volumen lo empleamos para expresar la concentración de disoluciones cuyo soluto es un líquido o un gas, es decir, sustancias que medimos en unidades de volumen (mL, L, m³).

Equivalencias:

$$1000 \text{ mL} = 1\text{L}$$

$$1000 \text{ L} = 1\text{m}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1\text{mL}$$

$$\text{Densidad del agua} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

Por ejemplo, la composición del aire y el grado alcohólico de algunas bebidas.

El volumen del soluto y el del disolvente deben expresarse en las mismas unidades, ya que el porcentaje no tiene unidades.

Se ha preparado una solución mezclando 300 mL de agua con 125 mL de metanol y 25 mL de etanol. Determinemos la concentración en volumen de dicha solución.

Para la resolución del ejemplo, debemos seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Identifiquemos cuál es el soluto y cuál es el solvente de la solución. Debemos recordar que el soluto puede estar compuesto de dos sustancias.

Soluto 1 → 125 mL de metanol

Soluto 2 → 25 mL de etanol

Solvente → 300 mL de agua

Paso 2: Verifiquemos que tanto soluto y solvente se encuentren en las mismas unidades, de no ser así, transformémoslas a las mismas unidades.

En este caso todas las sustancias de la solución están en las mismas unidades (mL).

Paso 3: Obtengamos el volumen de la disolución.

Volumen de disolución =

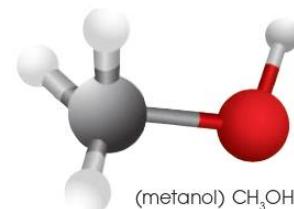
Volumen soluto 1 + volumen soluto 2 + volumen solvente

Volumen de disolución = 125 mL + 25 mL + 300 mL = 450 mL

Ejemplo 3

Y TAMBÍEN:

Se usa el metanol en la fabricación de anticongelantes, disolventes y combustibles.



Porcentaje volumen/volumen

Puedes revisar una explicación breve y un ejemplo en el siguiente link:
<https://goo.gl/dXW9iw>

Paso 4: Reemplacémoslo en la fórmula para obtener el porcentaje en volumen para cada uno de los solutos.

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen soluto}}{\text{volumen de disolución}} \times 100\%$$

$$\% \text{ en volumen} = \frac{125 \text{ mL metanol}}{450 \text{ mL}} \times 100\% = 27,77\% \text{ metanol}$$

$$\% \text{ en volumen} = \frac{25 \text{ mL etanol}}{450 \text{ mL}} \times 100\% = 5,55\% \text{ etanol}$$

La concentración de la solución porcentual en volumen es de 27,77% de metanol y 5,55% de etanol.

Y TAMBÉN:

Etanol

Es el compuesto que puede mezclarse o sustituir a la gasolina a futuro, a nivel local y en varios países ya existen proyectos alternativos para ya no depender de los derivados de petróleo.



TIC

Porcentaje volumen/volumen

Puedes revisar una explicación breve y un ejemplo en el siguiente link:

<https://goo.gl/XAQZGZ>

Se ha preparado una solución mezclando 35 mL de ácido acético (CH_3COOH) en 0,5L de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Determinemos el porcentaje en volumen de la disolución.



$$0,5 \text{ L } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \times \frac{100 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 500 \text{ mL}$$

$$\text{Volumen solución} = 35 \text{ mL} + 500 \text{ mL} = 535 \text{ mL}$$

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen soluto}}{\text{volumen disolución}} \times 100\%$$

$$\% \text{ en volumen} = \frac{35 \text{ mL}}{535 \text{ mL}} \times 100\% = 6,54\%$$

La concentración de la disolución en volumen es del 6,54%.

Ejemplo 4

Actividades

1. Se han mezclado 25 mL de zumo de fresa con 115 mL de leche. ¿Cuál es el porcentaje en volumen de la disolución?
2. En la etiqueta de una botella de vinagre se puede leer que tiene un 4% de ácido acético. **Cálcula** el volumen de ácido acético que contiene si su capacidad es de 750 mL.
3. **Determina** el porcentaje en volumen de una disolución de 340 mL que se ha obtenido disolviendo 25 mL de etanol en agua.

Propiedad intelectual del autor

Concentración en masa/volumen

Las disoluciones también se caracterizan por tener una densidad determinada, puesto que es una propiedad de todas las sustancias, tanto si son puras como si forman parte de una mezcla.



<http://goo.gl/ab6h8p>

Ejemplo de una disolución de miel

La densidad de una disolución indica la relación entre la *masa de disolución* y su *volumen*:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa de disolución (g)}}{\text{volumen de disolución (L)}}$$

No debemos confundir la *densidad de una disolución* con su *concentración en masa* (*masa de soluto/volumen de disolución*).

$$\text{concentración en masa} = \frac{\text{masa de soluto (g)}}{\text{volumen de disolución (L)}}$$

Si conocemos la densidad de una disolución y su concentración en masa, podemos expresar fácilmente su concentración como porcentaje en masa, y viceversa.



El porcentaje en masa de una disolución de ácido clorhídrico (HCl) es del 35% y su densidad es de 1,12 g/mL. Calculemos su concentración en g/L.

Para la resolución del siguiente ejemplo, debemos seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Interpretaremos el dato del porcentaje en masa.

El 35% en masa de HCl significa que hay 35 g de soluto por cada 100 g de disolución.

Paso 2: Descifremos el dato de la densidad.

Ejemplo 5

Prohibida su reproducción

4. GASES

4.1. Propiedades de los gases

En el estado gaseoso, las fuerzas de repulsión son muy grandes y las fuerzas de cohesión son casi despreciables.

La presión que ejerce un gas depende del volumen del recipiente que lo contiene y de la temperatura a la que se encuentra.

La teoría cinético-molecular establece que:

- Los gases están formados por partículas que se mueven con total libertad en línea recta y al azar, y tienden a ocupar todo el volumen disponible.
- Las partículas de los gases chocan elásticamente entre sí y con las paredes del recipiente que los contiene ejerciendo presión sobre este.
- Entre las partículas de un gas, las fuerzas atractivas y repulsivas son muy débiles.
- El volumen de las partículas de un gas se considera despreciable comparado con el volumen que ocupa el gas.
- El estado de agitación de las partículas de un gas es proporcional a la temperatura de este.

Así, podemos decir que estas son las características de los gases:

- Capacidad para expandirse y comprimirse.
- Tienen forma y volumen variables.
- Presentan una densidad muy baja debido a la gran separación que hay entre sus partículas.



<http://goo.gl/yEkxM9>



Gases

La presión atmosférica

La capa de aire que rodea la Tierra, la atmósfera, ejerce una fuerza por unidad de superficie sobre los cuerpos que se encuentran en su interior. Es la **presión atmosférica**.

Para medir la presión atmosférica utilizamos el **barómetro**, cuyo funcionamiento se basa en la experiencia que realizó el físico italiano **E. Torricelli** en 1643.

- **Experiencia de Torricelli**

Este físico tomó un tubo de 1 m de longitud lleno de mercurio, lo introdujo boca abajo en una cubeta que también contenía mercurio y comprobó que el tubo no se vació por completo sino que en su interior quedaron 760 mm de mercurio.

El mercurio del tubo no desciende en su totalidad, porque la presión del aire sobre el mercurio de la cubeta lo impide. La altura de la columna del tubo equivale a la presión atmosférica.

El valor de la presión atmosférica a nivel del mar es 1 atm, equivalente a $1,013 \times 10^5$ Pa o 760 mm Hg.

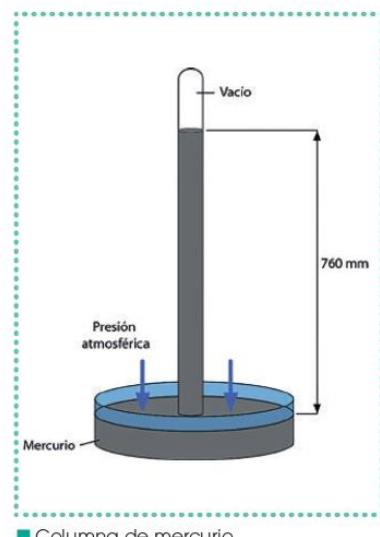
La unidad de presión en el sistema internacional es el **pascal** (Pa). A continuación presentamos algunas equivalencias:

$$\begin{aligned}1 \text{ atm} &= 760 \text{ mmHg} \\1 \text{ atm} &= 101\,325 \text{ Pa} \\1 \text{ atm} &= 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$



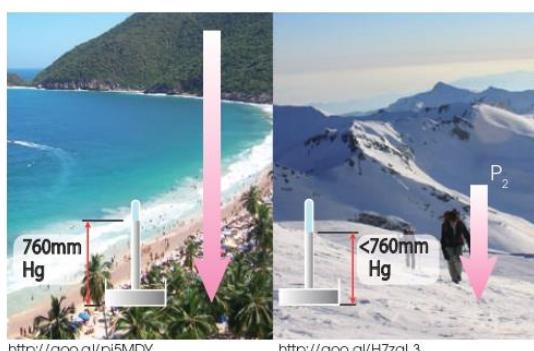
<https://goo.gl/MJr08>

■ El barómetro



- **La presión y su variación con la altura:** La presión atmosférica varía con la altitud respecto del nivel del mar. A medida que ascendemos, la presión es menor, ya que disminuye la longitud de la columna de aire que hay encima de nosotros.

La presión atmosférica disminuye 10 mm Hg por cada 100 m de altitud aproximadamente.



Prohibida su reproducción

La presión de Quito es de 540 mm Hg. Calculemos la presión en atmósferas (atm).

$$540 \text{ mm Hg} \times \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 0,72 \text{ atm}$$

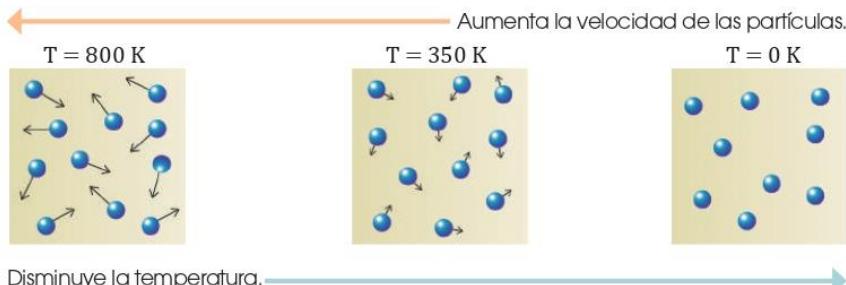
El cero absoluto de temperatura

Según el modelo cinético para los gases, al aumentar la velocidad de las partículas de un gas, aumenta la temperatura.

Cuando las partículas se mueven más despacio, la temperatura disminuye.

Cuando las partículas del gas ya no se mueven, la temperatura no puede disminuir más.

El **cero absoluto** es la temperatura a la cual las partículas de los gases no se mueven. Esta es la temperatura más baja posible. Según la tercera ley de la termodinámica, el cero absoluto es un límite inalcanzable y en la escala Kelvin equivale a -273,15 °C



Aunque habitualmente medimos la temperatura en grados Celsius (°C), la unidad básica en el sistema internacional es el Kelvin (K) de la escala absoluta.

La relación entre la escala absoluta (T) y la escala Celsius (t) es la siguiente:

$$T = (t + 273°C)$$

Uno de los volcanes más conocidos del mundo es el Cotopaxi, ubicado en Ecuador. Tiene una temperatura promedio de 9 °C. Transformemos su temperatura a Kelvin.

$$\begin{aligned} T &= (t + 273°C) \\ T &= (9°C + 273°C) \\ T &= 282 K \end{aligned}$$

EN GRUPO



Busquen información sobre el valor de la presión atmosférica en las siguientes altitudes: Parinacota (6342 m), Kilimanjaro (5896 m) y Mont Blanc (4807 m).

- Interpreten** los resultados obtenidos indicando cómo influye la altitud en el valor de la presión.
- Representen** los datos en una gráfica.

4.2. Leyes de los gases

El comportamiento de los gases frente a variaciones de presión y temperatura fue objeto de estudio de diversos científicos desde el siglo XVII. Así surgieron las leyes de los gases.

La justificación de estas leyes mediante el modelo cinético-molecular contribuyó al conocimiento de la estructura corpuscular de la materia.

- **Ley de Boyle-Mariotte:** En el siglo XVII, Robert Boyle (1627-1691) en Inglaterra, y Edme Mariotte (1620-1684) en Francia, estudiaron las variaciones que experimentaba la presión de un gas, manteniendo la temperatura constante y modificando el volumen del recipiente que lo contenía.

La teoría cinética justifica la ley de Boyle-Mariotte:

- Al mantenerse constante la temperatura, la velocidad media de las partículas del gas se mantiene constante y los choques tienen la misma energía.
- Como las partículas se mueven a la misma velocidad y tienen la misma energía, al reducir el volumen aumenta la presión. Es decir, hay mayor número de choques, ya que las partículas deben recorrer una menor distancia para colisionar con las paredes del recipiente.

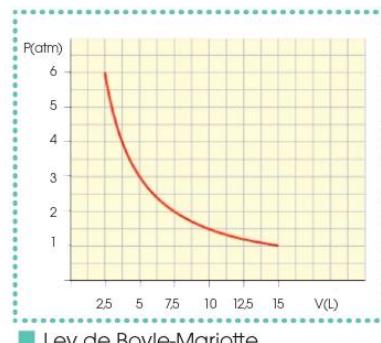
En cambio, al aumentar el volumen, tardarán más en chocar con las paredes del recipiente y, por tanto, se producirán menos colisiones. Ello hará que la presión disminuya.

Y TAMBIÉN: 

Ley de Boyle-Mariotte

Para una determinada masa de gas, a temperatura constante, el producto de la presión que se ejerce sobre una cantidad de gas por el volumen que este ocupa es constante.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante}$$



Un recipiente contiene $0,6\text{ m}^3$ de un gas a 5 atm . Calculemos el volumen que ocupará el gas si se aumenta la presión a 6 atm , sin variar la temperatura.

Datos: $V_1 = 0,6\text{ m}^3$ $P_1 = 5\text{ atm}$ $P_2 = 6\text{ atm}$ $T = \text{constante}$

Aplicamos la ley de Boyle-Mariotte:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante}$$

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2} = \frac{5\text{ atm} \times 0,6\text{ m}^3}{6\text{ atm}} = 0,5\text{ m}^3$$

El volumen que ocupará será de $0,5\text{ m}^3$.

Ejemplo 3

1. En un recipiente de $1,5\text{ m}^3$ se introduce un gas a $3,7 \times 10^5\text{ Pa}$. Si disminuimos la presión a $8,3 \times 10^4\text{ Pa}$ sin variar la temperatura, ¿qué volumen ocupará?
2. Un gas ocupa $0,4\text{ m}^3$ a 305 K y $1,82 \times 10^6\text{ Pa}$. **Calcula** a qué presión estará sometido si doblamos el volumen y mantenemos la temperatura constante.

Actividades

Prohibida su reproducción

Ley de Charles y de Gay-Lussac

El químico francés Joseph-Louis Gay-Lussac es conocido principalmente por los estudios que llevó a cabo a comienzos del siglo XIX sobre el comportamiento de los gases.

Aproximadamente en la misma época, el científico, también francés, Jacques Alexandre Charles, analizó las variaciones que experimentaba el volumen de una determinada masa de gas al mantener constante la presión y variar la temperatura.

Los resultados obtenidos por Charles fueron confirmados posteriormente por Gay-Lussac.

De este modo, los estudios experimentales de dichos científicos concluyeron en la formulación de la **ley de Charles y Gay-Lussac**:

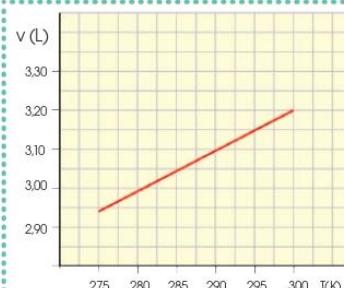
A presión constante, el volumen que ocupa una cantidad de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \text{constante}$$

La **teoría cinética** explica la ley de Charles y Gay-Lussac:

- Si aumenta la velocidad a la que se mueven las partículas de un gas, también aumenta la temperatura.
- Al aumentar la temperatura aumenta el número de choques de las partículas del gas y, al aumentar el volumen, se producen menos choques por unidad de tiempo.

Si ambos efectos se compensan, la presión se mantendrá constante.



Ley de Charles y Gay-Lussac

En un recipiente, en el que se mantiene la presión constante, un gas ocupa un volumen de 6 m^3 a la temperatura de 270 K. Determinemos el volumen que ocuparía si aumentáramos la temperatura hasta 540 K.

Datos: $V_1 = 6\text{ m}^3$ $T_1 = 270\text{ K}$ $T_2 = 540\text{ K}$ $P = \text{constante}$

Apliquemos la ley de Charles y Gay-Lussac:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \times T_2}{T_1} = \frac{6\text{ m}^3 \times 540\text{ K}}{270\text{ K}} = 12\text{ m}^3$$

El gas ocupará un volumen de 12 m^3 . Observemos que, al duplicar la temperatura, también se duplica el volumen ocupado por el gas.

Ejemplo 4

Actividades

- En un experimento que se desarrolla a presión constante, un gas a 275 K ocupa 6 L. **Construye** la gráfica del volumen ocupado por el gas en función de la temperatura para valores comprendidos entre 200 y 400 K.
- Un gas que se encuentra a una temperatura de 298 K ocupa un volumen de $5 \times 10^{-3}\text{ m}^3$.
—¿Qué volumen ocupará si aumentamos su temperatura en 50 K?

Ley general de los gases

Unificamos la ley de Boyle-Mariotte con la ley de Charles Gay-Lussac y obtenemos una ley completa de los gases.

Ley de Boyle-Mariotte

A temperatura constante, el producto de la presión que se ejerce sobre una cantidad de gas por el volumen que ocupa este es también una constante.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots = \text{constante}$$

Ley de Charles-Gay-Lussac

A presión constante, el volumen que ocupa una cantidad de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \text{constante}$$

Un recipiente contiene $0,2 \text{ m}^3$ de cierto gas a una presión de 100 atm. ¿Qué volumen ocuparía el gas si estuviera a la presión normal y a la misma temperatura?

Datos: $V_1 = 0,2 \text{ m}^3$; $P_1 = 100 \text{ atm}$; $P_2 = 1 \text{ atm}$

- Aplicaremos la ley de Boyle-Mariotte y despejemos V_2 en la expresión:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

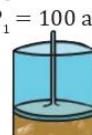
$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{100 \text{ atm} \times 0,2 \text{ m}^3}{1 \text{ atm}}$$

$$V_2 = 20 \text{ m}^3$$

El volumen que ocuparía el gas a presión normal y a la misma temperatura sería de 20 m^3 .

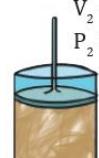
$$V_1 = 0,2 \text{ m}^3$$

$$P_1 = 100 \text{ atm}$$



$$V_2 = 20 \text{ m}^3$$

$$P_2 = 1 \text{ atm}$$



Ejemplo 5

Un gas a 30°C ocupa 3,25 litros. Si la presión se mantiene constante, ¿cuál será el volumen del gas si lo enfriamos hasta 2°C ?

Datos: $V_1 = 3,25 \text{ L}$; $T_1 = (30 + 273)\text{K} = 303\text{K}$;
 $T_2 = (2 + 273)\text{K} = 275 \text{ K}$

- Aplicaremos la ley de Charles Gay-Lussac y despejemos V_2 en la expresión:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{3,25 \text{ L} \times 275 \text{ K}}{303 \text{ K}} = 2,95 \text{ L}$$

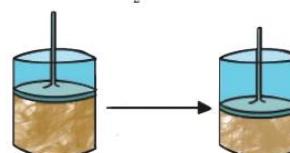
El volumen que ocuparía el gas a 2°C sería de 2,95 L.

$$V_1 = 3,25 \text{ L}$$

$$T_1 = 303 \text{ K}$$

$$V_2 = 2,95 \text{ L}$$

$$T_2 = 275 \text{ K}$$



Ejemplo 6

Ley completa de los gases

Para una cantidad determinada de gas, el producto de su presión por el volumen dividido para la temperatura absoluta es una cantidad constante.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{constante}$$