



**Rafael Galeth**  
COLEGIO VIRTUAL INTENSIVO PCEI

# 1ro Ciencias Naturales

## Bachillerato

Ministerio  
de Educación



República  
del Ecuador

**Esta obra es un extracto de título e ISBN: 978-9942-23-015-7, 978-9942-23-018-8,  
978-9942-23-021-8 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](http://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

<b>Unidad 1</b>	<b>5</b>
1. El origen de las especies-darwinismo.....	6-9
2. Tipos de selección natural.....	10-14
3. Pruebas de la evolución.....	15-18
4. Evolución humana.....	19-22
<b>Unidad 2</b>	<b>23</b>
1. Glúcidos – lípidos.....	24-31
2. Vitaminas y proteínas.....	32-34
3. Enzimas.....	35-37
4. Ácidos nucleicos.....	38-41
<b>Unidad 3</b>	<b>42</b>
1. Movimiento, rapidez en el cambio de posición, cambio de velocidad.....	43-50
2. Las fuerzas y su equilibrio.....	51
3. Las leyes de newton.....	52-54
4. Aplicación de las leyes de newton.....	55-56
<b>Unidad 4</b>	<b>57</b>
1. Modelo atómico.....	58-60
2. Números cuánticos, distribución electrónica.....	61-64
3. Tabla periódica, tipos de elementos.....	65-70
4. Propiedades físicas y químicas de los metales y no metales.....	71-72

# 1

## UNIDAD

### CONTENIDO:

- **El origen de las especies-darwinismo**
- **Tipos de selección natural**
- **Pruebas de la evolución**
- **Evolución humana**

## I. EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

A lo largo de la historia de la biología, siempre ha habido científicos que se han preguntado sobre el origen de la gran diversidad de especies.

En la antigua Grecia, pensadores como Anaximandro ya se planteaban el origen de las especies. Pero fue durante los siglos XIX y XX cuando se elaboraron más teorías al respecto.



http://tiny.cc/meyarw

Georges Cuvier (1769 - 1832)

Muchas veces estas teorías estaban más influidas por las creencias religiosas de la época que basadas en observaciones científicas exhaustivas. Esto llevó a numerosos problemas e incluso al descrédito de algunos científicos en desacuerdo con esas creencias.

A continuación, vamos a conocer algunas de estas teorías.

Creación



Actualidad



■ Esquema de la teoría fijista

### 1.1. El fijismo y el catastrofismo

Ambas teorías estaban basadas en la interpretación literal de la *Biblia*. Decímos que son teorías creacionistas, porque consideraban que todos los seres vivos que existían en la Tierra tenían su origen en la Creación divina.

#### La teoría fijista

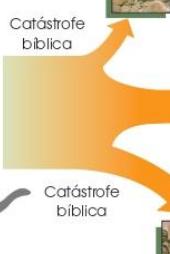
Según la teoría fijista, todas las especies tienen su origen en la Creación bíblica y se han mantenido tal y como fueron creadas hasta la actualidad. La teoría fijista fue aceptada durante muchos años como válida. La teoría fijista no podía explicar, entre otras cosas, la existencia de fósiles de muchas especies diferentes a las especies actuales.

#### La teoría catastrofista

Según la teoría catastrofista, hubo extinciones de algunas especies que coincidieron con las catástrofes descritas en la *Biblia*. Estas catástrofes explicarían la existencia de fósiles de especies que ya no existen.

Creación

Actualidad



■ Esquema de la teoría catastrofista

Georges Cuvier (Francia, 1769-1832), uno de los naturalistas más conocidos de su época, fue el principal defensor de esta teoría. Según Cuvier, después de cada catástrofe, el espacio dejado por las especies extintas era ocupado por especies procedentes de otros lugares geográficos.

1. ¿Qué diferencias existen entre la teoría fijista y la teoría catastrofista?  
— ¿Cuál de las dos justifica la existencia de fósiles? ¿Cómo la justifica?
2. **Explica** por qué en la actualidad ni el fijismo ni el catastrofismo están aceptados científicamente.  
— ¿Qué pruebas aportarías para rebatir ambas teorías?

### Actividades

## 1.2. El lamarckismo

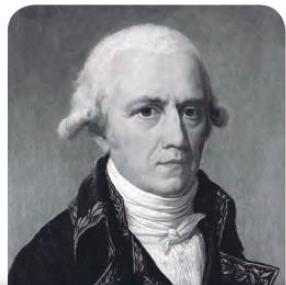
Esta teoría toma el nombre de Jean Baptiste de Monet, caballero de Lamarck. En 1809 **Lamarck** publicó su obra *Filosofía zoológica*, considerada la primera **teoría evolucionista** de la historia científica moderna.

Las **teorías evolucionistas** son todas aquellas teorías que proponen la diversidad actual de especies como fruto de cambios sucesivos en especies anteriores.

La teoría de Lamarck se puede resumir en los siguientes tres puntos:

- Todas las especies actuales proceden de otras especies anteriores, a partir de las cuales se han originado mediante cambios sucesivos.
- Estos cambios se han producido por un esfuerzo intencionado de los organismos, dirigido a mejorar ciertas cualidades. Estas cualidades mejoradas serán los llamados caracteres adquiridos.
- Los caracteres adquiridos a lo largo de la vida de un organismo que resultan beneficiosos pasarán a sus descendientes.

El siguiente ejemplo hipotético esquematiza la teoría de Lamarck:



<http://goo.gl/sxCAgb>

Jean Baptiste de Monet  
(1744 - 1829) caballero de Lamarck

### Y TAMBÍEN:

Félix de Azara (Barbuñales, Huesca, 1742-1821) fue militar, ingeniero y naturalista. Durante su destino en Paraguay, realizó una extensa descripción de centenares de especies de la fauna de aquella zona.

Azara, igual que otros naturalistas y científicos predarwinianos, se planteó la posibilidad de que las especies pudiesen evolucionar. Su obra, traducida al francés, parece que fue conocida por Darwin.



3. ¿Por qué la teoría de Lamarck es evolucionista?

**Solución:** Hasta 1809 todas las teorías proponían que las especies existentes habían existido desde la creación y siempre habían sido iguales. Sin embargo, en esa fecha Lamarck propuso una teoría en la que se considera que las especies cambian a lo largo del tiempo en función del ambiente. A esto se le llama evolución y por eso la teoría de Lamarck es evolucionista.

4. ¿Por qué el alargamiento del cuello de las jirafas por el esfuerzo continuado no pasará a sus descendientes? ¿Qué tipos de cambios pueden pasar a los descendientes?

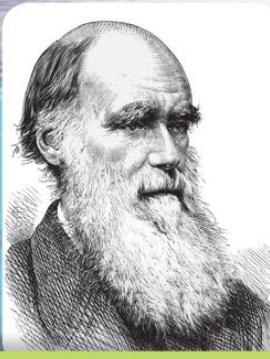
### Actividades

Prohibida su reproducción



<https://goo.gl/4pFmGx>

Las islas Galápagos, en el océano Pacífico, fueron una de las escalas del viaje de Darwin que más marcaron sus investigaciones. Permaneció en ellas poco más de dos semanas durante el otoño de 1835.



Charles Darwin

<http://goo.gl/PxFfba>

### Críticas al lamarckismo

En su época, Lamarck fue duramente atacado, especialmente por Cuvier. Los motivos por los que entonces se rechazó su teoría fueron:

- Lamarck no aportó las pruebas necesarias, imprescindibles para sustentar cualquier teoría.
- Los científicos de la época consideraban que existen muchos caracteres que a los organismos no les es posible fomentar voluntariamente, como por ejemplo, el color del pelaje.

Actualmente, no se aceptaría la teoría de Lamarck por dos razones:

- Los caracteres que pasan a la descendencia son los caracteres heredables cuya información se encuentra en el ADN organizada en genes. Los organismos no pueden inducir cambios voluntariamente sobre el ADN y, por tanto, no hay intencionalidad en la evolución.
- Los cambios físicos y fisiológicos que puede favorecer un organismo no afectan al ADN y, por tanto, no pasarán a sus descendientes.

## 2. EL DARWINISMO

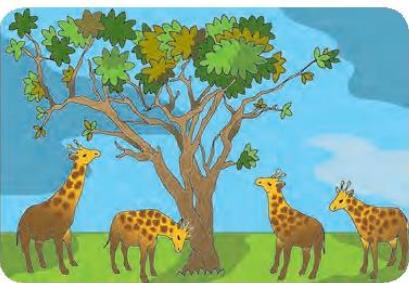
Charles Darwin (Shrewsbury, 1809 - Down, 1882) es uno de los científicos más conocidos e influyentes de la historia de la biología. Darwin destacó por sus grandes dotes como observador naturalista.

### El viaje de Darwin

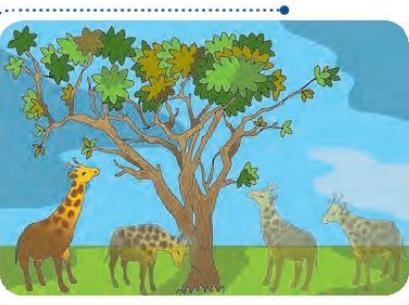
Después de abandonar los estudios de Medicina, Darwin emprendió un viaje alrededor del mundo a bordo del Beagle que duró cinco años (1831-1836). Durante este viaje llevó a cabo numerosas expediciones a tierra firme, en el transcurso de las cuales:

- Observó las variaciones de diferentes poblaciones cercanas en el espacio, pero separadas por barreras geográficas, como las poblaciones de pinzones en las islas Galápagos.
- Elaboró detalladas descripciones de toda la flora y la fauna que iba estudiando.
- Tomó muestras de fósiles, animales y vegetales. Ej.: huesos de Megatherium que encontró en Sudamérica.

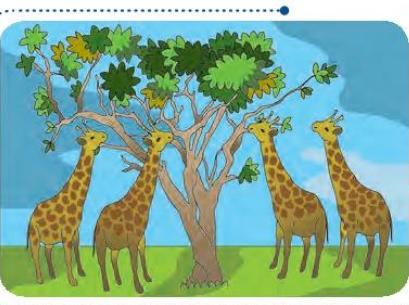
El siguiente ejemplo esquematiza la teoría de Darwin:



Los antecesores de las jirafas actuales formaban una población con cierta variabilidad para el carácter «longitud del cuello»; ciertos individuos tenían el cuello más largo.



Cuando escasea el alimento, los individuos con el cuello más largo llegan mejor a las capas superiores del follaje. Están mejor adaptados.



Los individuos con el cuello más largo se reproducirán con mayor facilidad y dejarán más descendientes, aumentando su proporción en la siguiente generación. La selección natural seguirá actuando generación tras generación hasta dar lugar a las jirafas actuales.

Posteriormente, dedicó su vida al estudio de las notas y las muestras recopiladas. Todos los datos que iba obteniendo de su estudio apuntaban hacia una teoría evolucionista. En 1858, un joven científico llamado Alfred Russel Wallace remitió sus teorías evolucionistas a Darwin. Viendo los numerosos puntos en común de las dos investigaciones, decidieron publicar conjuntamente sus opiniones en la revista de la Sociedad Linneana.

Un año después, en 1859, Darwin publicó su obra *El origen de las especies*, en la que exponía ampliamente la teoría sobre la evolución de las especies.

## 2.1. La teoría de Darwin

La teoría de la evolución de Darwin se asienta en tres puntos fundamentales:

- **La variabilidad:** Las poblaciones de seres vivos no son uniformes, sino que presentan cierta variabilidad, mayor o menor en función de la especie observada. En un ambiente estable con suficientes recursos, las poblaciones mantienen el número de individuos y conservan su variabilidad.
- **La adaptación:** Ante un cambio en el ambiente desfavorable a una especie, de entre toda la variabilidad existente, habrá algunos individuos que quizás presentarán unas características más adecuadas al nuevo ambiente. Estos individuos estarán mejor adaptados.
- **La selección natural:** Los individuos mejor adaptados se reproducirán más fácilmente y dejarán más descendencia. Esta descendencia heredará los caracteres que determinan una mejor adaptación. Si la selección se repite en cada generación durante miles de años, toda la población presentará el carácter que determina una mejor adaptación.



## 4. TIPOS DE SELECCIÓN NATURAL

La selección natural es un proceso que actúa de forma inevitable sobre todos los seres vivos; pero no actúa siempre de la misma manera. Si la selección afecta a la distribución de la variabilidad dentro de una población podemos hablar de **selección normalizadora** o estabilizante, **selección disruptiva** y **selección direccional**.

### 4.1. Selección normalizadora

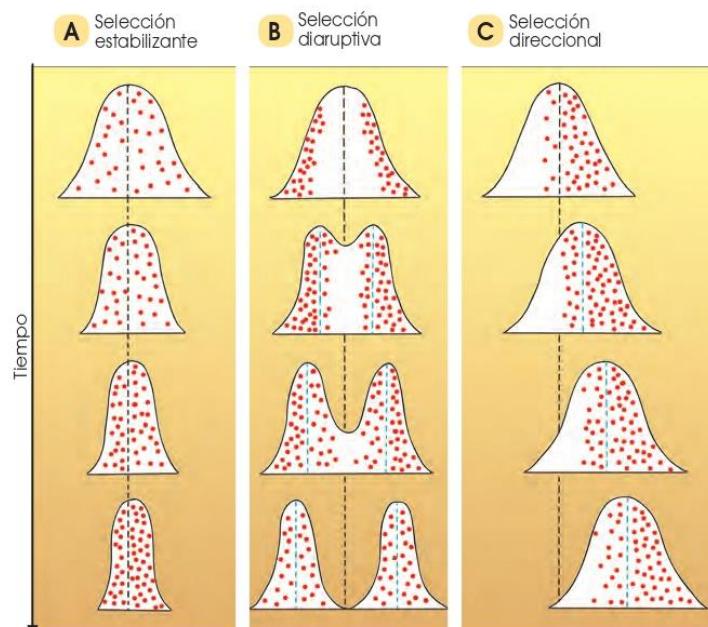
En este caso, los individuos que poseen una característica que les permite adaptarse mejor al medio son los que tienen rasgos **intermedios**; y el ambiente desfavorece a los individuos con características extremas. Por ejemplo, en un ambiente en el que salieran desfavorecidos tanto los individuos altos como los bajos, la población tendería a quedarse únicamente con individuos de talla mediana.

### 4.2. Selección disruptiva

Al contrario que en la normalizadora, este tipo de selección favorece los **extremos** a expensas de los individuos con características intermedias, y terminará creando dos especies distintas. Si tenemos en cuenta el ejemplo anterior, en este caso los individuos seleccionados serán tanto los altos como los bajos, y los individuos medianos terminarán por desaparecer.

### 4.3. Selección direccional

Este tipo de selección favorece el aumento de los individuos con una de las características extremas. Esto provocará que, con el paso del tiempo, todos los individuos cambien hacia el extremo favorable mientras que todos los demás dejarán de existir. Siguiendo con el ejemplo anterior, en un ambiente, lo más favorable puede ser una talla alta. Si esto ocurre, la población terminará por estar formada únicamente por individuos altos mientras que los bajos y medianos no existirían.



16. **Busca** un ejemplo diferente al propuesto por el libro con el que puedas explicar los tres tipos de selección en un ambiente determinado.

#### 4.4. Proceso de especiación

Es posible que nunca lleguemos a conocer con total seguridad todos los fenómenos que intervienen en la evolución de las especies, pero lo que está claro es que el proceso de evolución provoca que existan nuevas especies. A este fenómeno lo conocemos como especiación.

**Aislamiento reproductivo:** Para que los procesos de selección natural terminen generando nuevas especies, debe existir un **aislamiento reproductivo** entre grupos de individuos. En el momento en que dos grupos no pueden reproducirse entre ellos, se impide un intercambio de material genético, lo que provoca que los grupos aislados se diferencien entre ellos convirtiéndose en distintas especies.

El aislamiento reproductivo puede ocurrir de diversas formas, puede ser temporal o per-

manente; y puede ocurrir por la aparición de barreras geográficas o simplemente por causas ecológicas o de comportamiento de las especies. A continuación, vamos a ver los principales mecanismos de aislamiento:

**Aislamiento geográfico:** Una barrera geográfica como la aparición de una cordillera o un río separa a un grupo de individuos e impide que se reproduzcan entre ellos.

**Aislamiento etológico o sexual:** Grupos de individuos ocupan el mismo territorio pero por factores de comportamiento se rechazan sexualmente.

**Aislamiento ecológico o en el hábitat:** Grupos que viven en el mismo territorio pero en hábitats o ambientes distintos, por lo que no van a reproducirse entre ellos.

**Aislamiento temporal o estacional:** Grupos de individuos que ocupan el mismo territorio pero sus períodos reproductivos son en épocas distintas del año, por lo que será imposible que se aparen entre sí.

#### Mecanismo de especiación

En función de cómo se establecen las barreras, el tiempo que demora la especiación y el papel que juega el fenómeno de selección natural, los procesos de especiación pueden dividirse en dos grandes grupos: la **especiación por divergencia** y la **especiación instantánea**.

La **especiación por divergencia** es aquella en la que el aislamiento reproductivo ocurre de forma gradual. Dentro de esta categoría de especiación distinguimos varios modelos: alopátrico, simpátrico y parapátrico.

**Especiación alopátrica:** En este caso, lo primero que ocurre es la aparición de una barrera geográfica que divide a la población original en dos grupos de individuos. En principio, todos los individuos podrían reproducirse entre sí, pero la barrera es la que lo impide.

Prohibida su reproducción



Transcurrido mucho tiempo, los individuos a cada lado de la barrera geográfica solo se habrán reproducido entre ellos y en cada lado se habrán fomentado características diferentes, hasta el punto en el que los dos grupos se convierten en especies distintas y ya no podrían volver a reproducirse entre ellos aunque se vuelvan a poner en contacto.

**Especiación simpátrica:** Aquí no existe ninguna barrera geográfica que separe a los individuos, sino más bien una barrera ecológica. Este tipo de barreras se crean por una diferenciación en el hábitat dentro de un mismo territorio. Por ejemplo, en América del Norte existe una especie de mosca en la que se diferencian dos grupos: unas que se alimentan de espino y otras que se alimentan de manzanos. Aunque son de la misma especie y viven en el mismo territorio, generalmente cada grupo de mosca se reproduce entre sí y no con las moscas del otro grupo. Con el paso del tiempo, estos dos grupos terminarán separándose en dos especies distintas y ya no será posible la reproducción entre ellas.

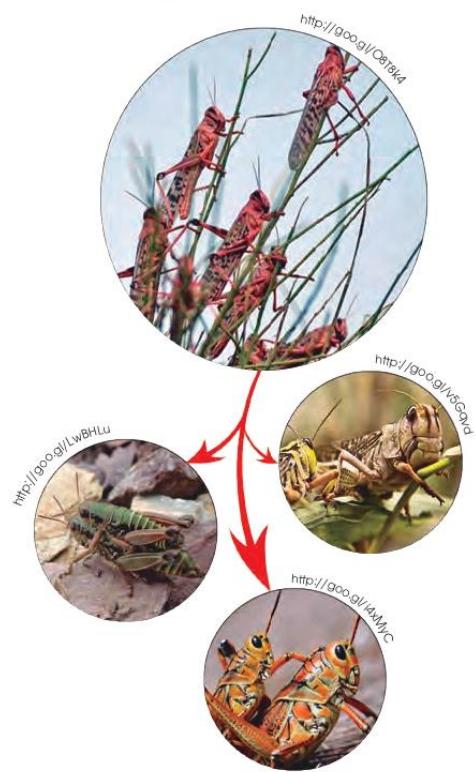
**Especiación parapátrico:** Este caso es similar a la especiación alopátrica pero no existe una barrera geográfica que separe a la población. Un grupo de individuos, en principio homogéneo, elige reproducirse únicamente con los individuos cercanos a ellos sin entrar en contacto con individuos que se encuentran en otra área de su territorio. Con el paso del tiempo, se forman grupos diferenciados que pueden llegar a convertirse en distintas especies en un mismo territorio y sin ningún tipo de barrera entre ellos.

La **especiación instantánea** se diferencia de la **especiación por divergencia** en que no necesita el paso del tiempo para que aparezcan distintas especies, sino que ocurre un cambio súbito. Este proceso es mucho más rápido pero puede durar mucho tiempo. La especiación por divergencia puede tardar miles de generaciones mientras que la instantánea puede requerir solamente una decena de generaciones.

Este tipo de especiación suele darse cuando ocurren fenómenos de deriva génica causados por el efecto fundador o por efectos de cuello de botella. A continuación, explicamos cada uno de ellos:



■ Especiación simpátrica



■ Especiación parapátrico

Prohibida su reproducción

## 4.5. Deriva génica

La **deriva génica** es una fuerza que afecta al proceso evolutivo, pero diferenciado de la selección natural. Este fenómeno consiste en la **pérdida de diversidad** genética dentro de una población de forma azarosa, alterando la frecuencia de las características que aparecen en los individuos de un mismo grupo. Generalmente, actúa sobre las características menos frecuentes provocando que los caracteres frecuentes aparezcan siempre en todos los individuos. Esto provocaría una disminución de la diversidad en la población.

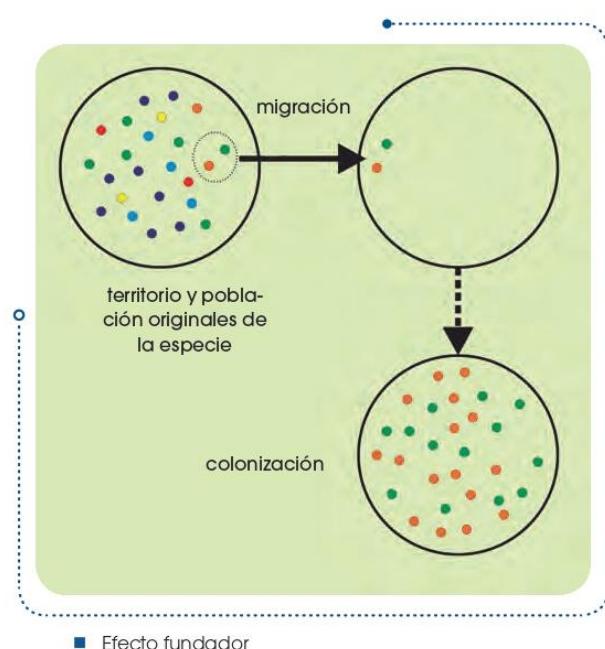
El efecto de la deriva génica es mucho más intenso en poblaciones pequeñas que en otras más grandes; y ocurre habitualmente cuando se dan situaciones de **efecto fundador** o **cuello de botella**.

### Efecto fundador

Si de una población grande se separan algunos individuos que van a crear una nueva población, la nueva comunidad solo tendrá la información genética de los individuos que la han fundado, por lo que su diversi-

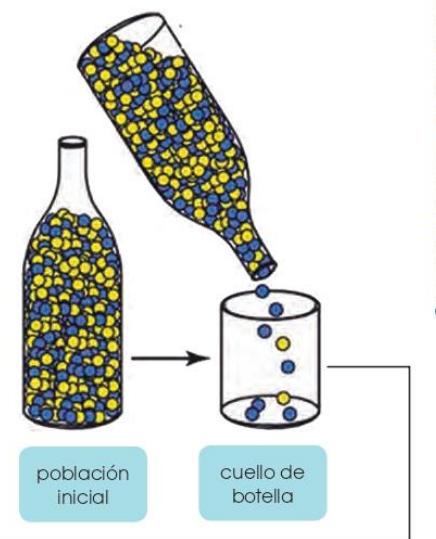
dad genética será muy baja. Esto crea un riesgo, ya que si hay una característica negativa, se mantendrá en esa nueva población y habrá una alta probabilidad de que los individuos de esa población la expresen.

Un ejemplo claro del efecto fundador puede verse en algunas poblaciones humanas. Por ejemplo, los Amish son miembros de una orden que emigró de Alemania y Suiza a Estados Unidos y formaron una colonia de pocos individuos que presentan un alto porcentaje de consanguinidad, es decir, tienen descendencia entre familiares, y que permanecen aislados del resto de humanos. Los individuos de esta colonia presentan un alto porcentaje de una rara enfermedad en la que se combinan enanismo y polidactilia, esta enfermedad es común en esta población, pero muy rara en el resto del mundo.



### Cuello de botella

El efecto cuello de botella es otro fenómeno que puede fomentar la existencia de deriva génica. Este efecto consiste en la disminución drástica de una población por efectos distintos a la selección natural. Al quedar un bajo número de individuos, cualquier característica rara que presenten los supervivientes se expresará mucho en las siguientes generaciones; e igualmente se disminuye la diversidad.



### 4.6. Selección natural vs. selección artificial

<http://goo.gl/elldr>

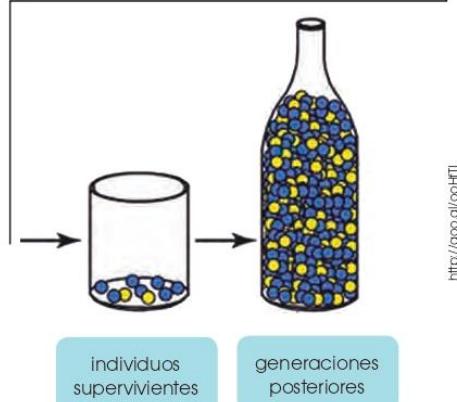


La selección natural es uno de los fenómenos que provoca la evolución y la aparición de nuevas especies. Este proceso que ocurre de forma natural también

puede ser algo forzado por el ser humano. A este fenómeno se le conoce como **selección artificial**, y los seres humanos llevamos mucho tiempo practicándola de forma consciente e inconsciente con la selección y cruces de distintos individuos en prácticas agrícolas y ganaderas.

En la selección artificial, somos los humanos los que decidimos las características que nos resultan beneficiosas y fomentamos su expresión en las siguientes generaciones, mientras que eliminamos las características que no nos son útiles.

Actualmente, la selección artificial se utiliza como técnica de control reproductivo para seleccionar las características de animales domésticos o de plantas cultivadas. En función de nuestras preferencias, dirigimos el proceso evolutivo ya sea de forma consciente porque determinamos qué individuos son los que queremos que se reproduzcan, o inconsciente, ya que en muchas ocasiones hacemos que plantas o animales domésticos se crucen entre sí sin tener el objetivo de obtener nuevas generaciones con las mismas características.



<http://goo.gl/ochHfI>



- Vacas de ganadería seleccionadas por selección artificial

Prohibida su reproducción

## 5. LAS PRUEBAS DE LA EVOLUCIÓN

Como hemos visto, Darwin elaboró su teoría a partir de la observación de las especies en los diferentes ambientes y también a partir del estudio de fósiles. Desde entonces, los diversos científicos que han estudiado la evolución han tenido que encontrar pruebas que justificasen sus teorías.

Las principales pruebas de la evolución con las que contamos actualmente son el registro fósil, la anatomía comparada, los estudios de embriología comparada, los estudios de comparación de ADN y la biogeografía.

### 5.1. El registro fósil

El estudio de los fósiles ha permitido conocer las características de especies que dejaron de existir por uno de los siguientes motivos:

—Su hábitat cambió, y como no estaban bien adaptadas al nuevo hábitat, se extinguieron.

—Evolucionaron y dieron lugar a otras especies.

El registro fósil es una importante fuente de información para entender los cambios evolutivos de muchas especies, pero presenta ciertos problemas a la hora de interpretarlos.

- **Registro incompleto:** Como hemos visto en la primera unidad, para que se forme un fósil se tienen que dar unas condiciones muy específicas. Ello supone que no disponemos de fósiles de todas las especies que han existido y, por tanto, hay huecos en la interpretación de la evolución de muchas especies.

- **Dificultad en la datación:** Es muy importante datar un fósil para poder situarlo dentro de la historia evolutiva de una especie, pero no siempre es fácil hacerlo. Históricamente se ha utilizado la datación estratigráfica, basada en los estratos geológicos.

Actualmente, también se utilizan métodos fisicoquímicos, como la datación por carbono 14 ( $^{14}\text{C}$ ), que tiene un límite de datación de 70 000 años, o la datación por potasio 40 ( $^{40}\text{K}$ ), que se utiliza a partir de 100 000 años de antigüedad. El problema se da cuando la datación estratigráfica y la fisicoquímica no coinciden.

- **Tipo de restos fósiles:** Debido a las características del proceso de fosilización, mayoritariamente solo se conservan restos óseos, ya que raramente fosilizan las partes blandas de los organismos.



■ Fósil

17. **Escoge** tres razas de perro e **investiga** su línea evolutiva para conocer cómo se creó cada raza por selección artificial.
18. En 1997 se encontraron restos fósiles de tres homínidos en la depresión de Afar, en Etiopía. Se determinó que se trataba de individuos de nuestra misma especie y se dataron los fósiles: tenían 160 000 años. ¿Crees que la datación se realizó por el método del  $^{14}\text{C}$ ? **Justifica** tu respuesta.
19. **Explica** brevemente qué tipo de información nos proporciona el registro fósil y qué problemas presenta su interpretación.

### Actividades

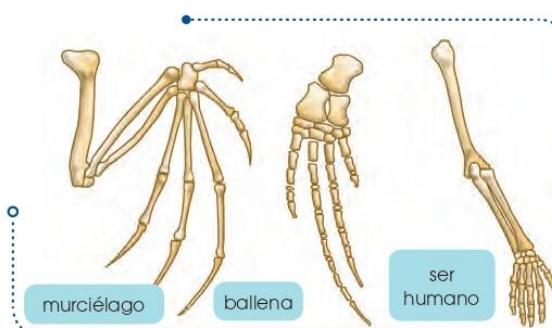
Prohibida su reproducción

## 5.2. La anatomía comparada

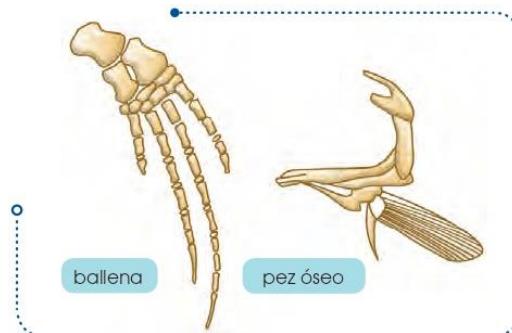
La actual diversidad de especies se ha generado por especiaciones sucesivas a partir de los primeros seres vivos. Por tanto, todos los seres vivos actuales estamos «emparentados» en mayor o menor grado.

Este hecho se puede demostrar mediante la anatomía comparada, que se encarga del estudio y comparación de órganos de diferentes especies. En anatomía comparada se distinguen tres tipos de órganos:

- **Órganos homólogos:** Son órganos de especies diferentes que presentan la misma estructura pese a ser utilizados para funciones distintas. Esto significa que comparten un antepasado común del cual heredaron la estructura del órgano. Son órganos homólogos las extremidades anteriores de los siguientes organismos:



- **Órganos análogos:** Son órganos de especies diferentes que tienen distinta estructura, pero una forma similar, ya que son utilizados para la misma función. Los órganos análogos son una prueba de la adaptación del grupo de especies al medio donde viven. Las aletas de una ballena y un pez óseo son órganos análogos.



- **Órganos vestigiales:** Son estructuras que ya no se utilizan y que, a lo largo de la evolución de una especie, han quedado atrofiadas. Los órganos vestigiales son reminiscencias estructurales de órganos que eran útiles en los antepasados de una especie.

Un ejemplo de órgano vestigial es el tubérculo de Darwin en humanos, reminiscencia de la punta de la oreja que presentaría alguno de nuestros antepasados. En nuestros antepasados dicha punta sería parecida a la de los simios actuales.



20. Di a qué tipo de órganos pertenecen las siguientes estructuras. Justifica tus respuestas:

- La pata de un pato y la aleta de un pez
- La aleta de una ballena y el brazo del ser humano
- La pelvis reducida de los cetáceos

### 5.3. La embriología comparada

En los animales con reproducción sexual, desde la fecundación hasta el nacimiento del nuevo individuo, el embrión va sufriendo una serie de cambios. La modalidad de la biología que se encarga del estudio de esos cambios es la **embriología**.

Si comparamos el desarrollo de los embriones de diferentes especies de vertebrados, observaremos que en los primeros estadios los embriones son casi idénticos entre sí. Las diferencias se van acentuando según avanza el desarrollo embrionario.

Cuanto más tiempo tarden en diferenciarse los embriones de dos especies, más próximas evolutivamente estarán estas dos especies. Observemos el desarrollo embrionario de varias especies: un pez, un ave y dos mamíferos (el ser humano y el chimpancé).



	Desarrollo embrionario de un pez	Desarrollo embrionario de un ave	Desarrollo embrionario de un chimpancé	Desarrollo embrionario de un ser humano
En los primeros estadios, los cuatro embriones son casi iguales. Se puede observar que incluso los embriones de especies con respiración pulmonar presentan branquias.				
Las branquias han desaparecido y el embrión de pez y el de ave se distinguen perfectamente de los de mamífero.				
El embrión de chimpancé y el humano siguen siendo iguales.				
Hasta el final del desarrollo embrionario no se aprecian las diferencias entre chimpancé y ser humano.				
De ello podemos deducir que las especies ser humano y chimpancé estarán próximas evolutivamente.				

21. En cada uno de estos grupos de tres animales, **señala** los dos que creas que tendrán un desarrollo embrionario más similar:

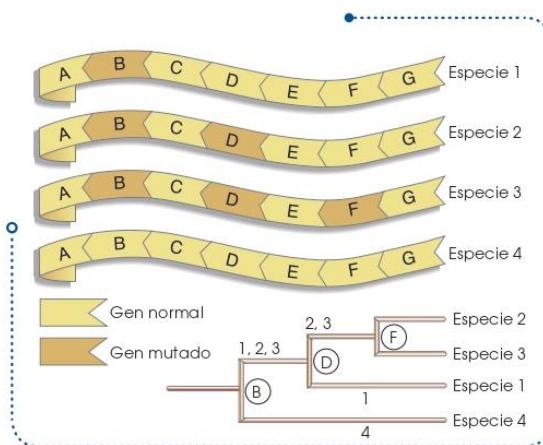
1	Cebra	Caballo	Tiburón
2	Rana	Tortuga	Salamandra
3	Atún	Tiburón	Delfín

22. **Fíjate** en los embriones finales de la ilustración. **Explica** las diferencias entre:

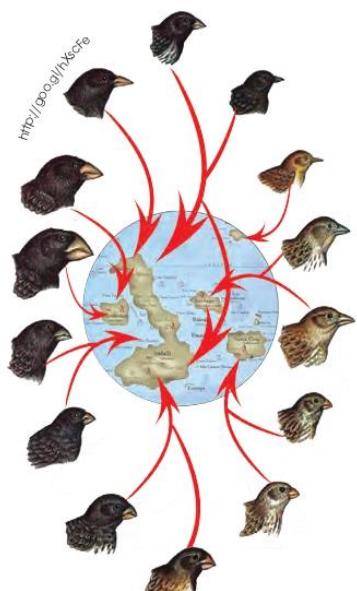
- El embrión de humano y el de pez
- El embrión de ave y el de pez
- El embrión de humano y el de chimpancé

#### Actividades

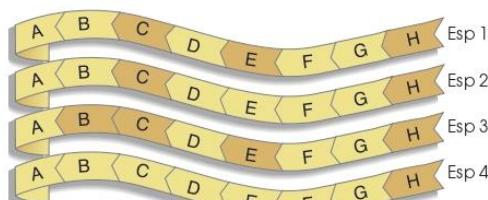
Prohibida su reproducción



- Comparando el ADN de las especies 1, 2, 3 y 4, y analizando las mutaciones que comparten, se puede deducir que las especies más próximas (se separaron como especie más tarde) son la especie 2 y la especie 3.



23. El análisis de un fragmento de ADN de cuatro especies actuales distintas muestra las siguientes secuencias:



Prohibida su reproducción

106

## 5.4. La comparación del ADN

La información genética de todos los seres vivos está contenida en su ADN. Todos ellos comparten el mismo código genético y solo se diferencian por el número y el tipo de genes. Estas diferencias son debidas a que las especies van acumulando mutaciones como resultado del proceso evolutivo. Por tanto, dos especies se diferenciarán entre sí por el número y el tipo de mutaciones que han ido acumulando.

Las técnicas de ingeniería genética actuales permiten el análisis y secuenciación del ADN. Cuando se dispone de esta información, se puede comparar el material genético entre distintas especies. Así, dos especies evolutivamente cercanas presentarán menos diferencias en sus respectivas secuencias.

## 5.5. La biogeografía

Parte de la biología estudia la distribución geográfica de las diferentes especies.

Frecuentemente, se han estudiado grupos de especies muy parecidas que viven en entornos cercanos, pero aislados entre sí. De su estudio se puede deducir que las diferencias entre estas especies son fruto de las sucesivas adaptaciones que los individuos han ido haciendo a los nuevos hábitats a partir de una única especie antecesora.

La biogeografía, como prueba de la evolución, ya la utilizó Darwin. En su viaje a bordo del Beagle estudió la distribución de las diferentes especies de pájaros pinzones (*Geospiza sp.*) de las islas Galápagos. De esta distribución dedujo que los cambios evolutivos se pudieron suceder como resultado de la adaptación a cada nuevo ambiente.

Cada letra corresponde a un gen diferente. Los genes sombreados son genes mutados. Teniendo en cuenta estos aspectos, **responde**:

- ¿Qué dos especies son evolutivamente más cercanas?
- ¿Qué especie se separó antes del resto? **Justifica** tus respuestas.

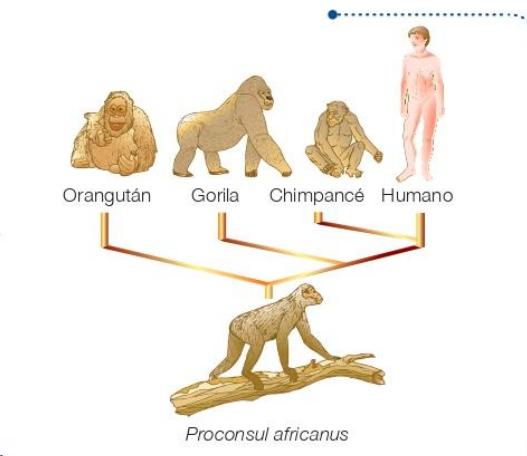
Actividades

## 6. LA EVOLUCIÓN HUMANA

El ser humano actual pertenece a la especie *Homo sapiens* y forma parte del gran grupo de los primates. De todos ellos, los más cercanos al ser humano son: el orangután (*Pongo sp.*), el gorila (*Gorilla sp.*) y el chimpancé (*Pan sp.*), ya que compartimos un antepasado común y una serie de características:

- Capacidad craneal elevada en comparación con su tamaño.
- Visión en tres dimensiones. Gran importancia de la visión comparados con otros mamíferos en los que predomina el sentido del olfato.
- Dedos pulgares oponibles en las cuatro extremidades. El ser humano ha perdido esta capacidad en los pulgares de los pies.
- Tendencia al bipedismo; solo es completo en el ser humano.
- Estructura y comportamiento en sociedad complejo.
- Período de cuidado de las crías muy prolongado.
- Ausencia de la cola presente en otros tipos de primates.

La única especie que actualmente existe del género *Homo* es el *Homo sapiens*, a la que se ha llegado después de un proceso evolutivo.



■ Árbol filogenético del género *Homo* y primates cercanos.

Llamamos *hominización* al conjunto de cambios que han dado lugar a la aparición del *Homo sapiens*.

### 6.1. La hominización

Entre los cambios evolutivos básicos del proceso de hominización, destacan la adquisición del bipedismo, el aumento de la capacidad craneal y el desarrollo de la cultura. A continuación, vamos a ver en detalle cada uno de ellos.

#### El bipedismo

Es la adquisición de la postura erguida sobre las extremidades posteriores. La anatomía comparada entre el ser humano y el chimpancé nos permitirá conocer los cambios y las ventajas que conlleva el bipedismo.

<p>Chimpancé</p> <p>El peso del cuerpo recae en pies y piernas. Esto comporta un menor gasto energético en los desplazamientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se acortan los dedos de los pies y el pulgar deja de ser oponible.</li> <li>• Las piernas se alargan y dejan de estar flexionadas.</li> </ul>	<p>Ser humano</p> <p>Manos y brazos quedan libres, posibilitando el transporte de alimentos para compartir con las crías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se alargan los dedos de las manos para facilitar la manipulación.</li> <li>• Se acortan los brazos.</li> </ul>	<p>Chimpancé</p> <p>La cabeza se sitúa en la parte superior del eje central del cuerpo. Los bípedos pasan a tener un mayor alcance visual y a conocer mejor su entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La unión de la columna al cráneo tiene lugar en la base del cráneo.</li> </ul>

Prohibida su reproducción

## 6.2. La capacidad craneal y la cultura

En la actualidad, consideramos relacionadas evolutivamente con el *Homo sapiens* las siguientes especies: *Australopithecus afarensis*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo antecessor* y *Homo neanderthalensis*. Todas ellas están extinguidas.

El proceso de hominización está asociado a un aumento progresivo de la capacidad craneal. De forma paralela y seguramente relacionado con ella, observamos la aparición y evolución de la cultura en el género

*Homo*. Desde un punto de vista biológico, la cultura es el conjunto de prácticas, comportamientos y sus manifestaciones que son transmisibles por aprendizaje y, por tanto, independientes de la genética.

En la siguiente tabla, aparecen las características craneales de estas especies relacionadas evolutivamente con el ser humano, así como las aportaciones culturales asociadas más relevantes.

Especie	Características generales	Aportación cultural
<i>Australopithecus afarensis</i>	 <p><a href="http://geogif/dTBwG">http://geogif/dTBwG</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 4 a 2,5 millones de años.</li> <li>• Capacidad craneal: 450 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Grande en comparación al cráneo y proyectada hacia delante.</li> </ul>	
<i>Homo habilis</i>	 <p><a href="http://geogif/vCo87">http://geogif/vCo87</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 2,5 a 1,6 millones de años.</li> <li>• Capacidad craneal: 645 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Más pequeña respecto al cráneo y menos proyectada hacia delante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrica utensilios sencillos.</li> </ul>
<i>Homo erectus</i>	 <p><a href="http://geogif/kP8sy">http://geogif/kP8sy</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: de 1,8 millones a 300 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1000 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Proyectada hacia delante y con prominentes arcos sobre los ojos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierta organización social</li> <li>• Posible práctica de ritos funerarios</li> <li>• Domina el fuego.</li> </ul>
<i>Homo antecessor</i>	 <p><a href="http://geogif/ICExU">http://geogif/ICExU</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 1 millón a 500 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1000 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Similar al <i>Homo erectus</i> pero con mandíbula más prominente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios de piedra pulida.</li> <li>• Práctica de ritos funerarios.</li> </ul>
<i>Homo neanderthalensis</i>	 <p><a href="http://geogif/VWAvpm">http://geogif/VWAvpm</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: De 250 000 a 30 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1550 cm<sup>3</sup> (pero la corteza cerebral está menos desarrollada).</li> <li>• Cara: Vertical con arcos sobre los ojos de menor grosor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decora con pinturas rupestres.</li> </ul>
<i>Homo sapiens</i>	 <p><a href="http://geogif/D2kYp">http://geogif/D2kYp</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad: Desde hace unos 160 000 años.</li> <li>• Capacidad craneal: 1400 cm<sup>3</sup>.</li> <li>• Cara: Vertical con arcos sobre los ojos muy delgados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del lenguaje.</li> <li>• Evolución cultural compleja que va desde los primeros <i>Homo sapiens</i> nómadas a la organización actual.</li> </ul>

### 6.3. El origen del ser humano actual

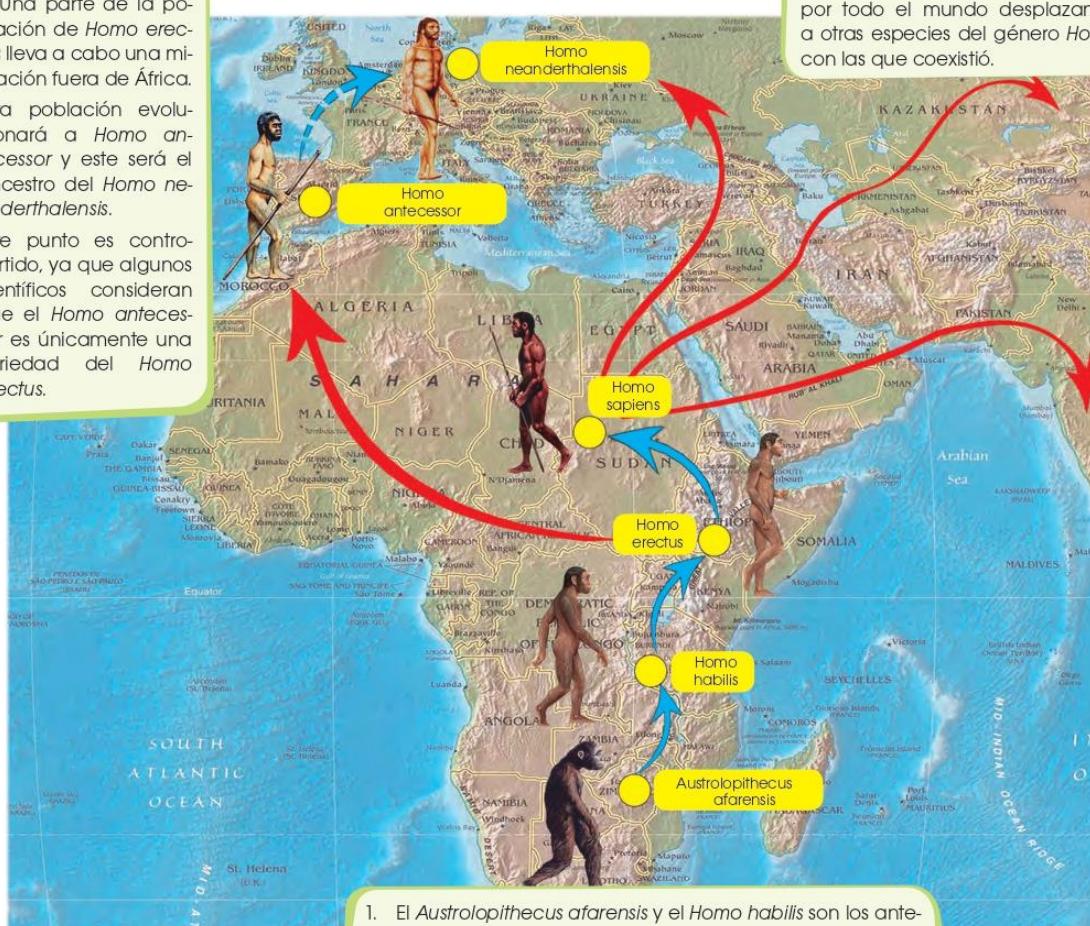
Todos los seres humanos actuales descendemos de una primera población ancestral de *Homo sapiens* que apareció en la Tierra hace aproximadamente 160 000 años. La datación del registro fósil indica que durante miles de años los *Homo sapiens* convivieron con otras especies de *Homo*, como el *Homo neanderthalensis*.

Este esquema representa la evolución humana y la expansión del *Homo sapiens* según las últimas teorías aceptadas por la mayor parte de la comunidad científica. Estas teorías combinan los datos que proporciona el registro fósil con los últimos estudios de comparación del ADN.

2. Una parte de la población de *Homo erectus* lleva a cabo una migración fuera de África.

Esta población evolucionará a *Homo antecessor* y este será el ancestro del *Homo neanderthalensis*.

Este punto es controvertido, ya que algunos científicos consideran que el *Homo antecessor* es únicamente una variedad del *Homo erectus*.



Los caracteres que se analizan para conocer la variabilidad humana se basan, principalmente, en el análisis de proteínas y en la comparación de secuencias de ADN, y su finalidad es reconstruir el proceso evolutivo experimentado por la humanidad.

Todos los seres humanos pertenecemos a la subespecie conocida como *Homo sapiens sapiens*. La variabilidad que caracteriza actualmente a las distintas poblaciones humanas es consecuencia de la adaptación de nuestra especie a los diferentes ambientes de nuestro planeta.

Las características biológicas de nuestra especie se han mantenido prácticamente invariables desde hace 40 000 años; pero se ha producido una evolución muy importante que muchos especialistas denominan *evolución cultural*, determinada por la capacidad de aprender. El aprendizaje se realiza a partir de la información no genética (artística, científica, histórica, técnica...) que el ser humano recibe, tanto verticalmente de las generaciones que le precedieron como horizontalmente de sus contemporáneos, y de sus propias aportaciones. Este proceso ha modificado enormemente, sobre todo en las últimas décadas, el modo de vida de numerosas poblaciones humanas.

El futuro de la evolución humana es difícil de predecir, dado que la evolución cultural se produce a una velocidad muy superior a la de la evolución biológica. Además, hay que tener en cuenta que, a pesar de los grandes logros, existen dos graves problemas por resolver:

- El bienestar que proporciona el progreso no es accesible a todos los seres humanos.
- Las consecuencias del progreso, a menudo, influyen negativamente en el resto de los seres vivos y en el conjunto del planeta.

Nuestro objetivo, como seres conscientes de nuestra capacidad de evolucionar, debe ser conseguir una vida digna para todas las personas, en armonía con el medioambiente y con el resto de los seres vivos.



<http://www.sxc.hu>

### El color de la piel humana

Aunque todos los seres humanos pertenecemos a la misma especie, presentamos una gran diversidad fisonómica. El color de la piel es una de las características que más contribuye a la percepción de esta diversidad.

La diferente tonalidad de la piel es debida a la concentración variable de un pigmento, la melanina, que se sintetiza en unas células denominadas *melanocitos*.

Este pigmento es el responsable, no solo del color de la piel, sino también del color del cabello y del iris de los ojos. La distribución mundial del color de la piel se ha originado para regular los efectos de la radiación ultravioleta (UV).

Así, en aquellas zonas donde la radiación solar es muy intensa, la selección natural habría favorecido a aquellos individuos que presentaban genes que les conferían una pigmentación más oscura. De este modo se evitó, no solo la acción cancerígena de los UV, sino también la destrucción del ácido fólico, indispensable para el correcto desarrollo neurológico en el embrión. Del mismo modo, la escasez de rayos UV habría inducido una despigmentación generalizada para permitir que la exigua radiación solar pudiera penetrar y contribuir a la síntesis de vitamina D, esencial para la fijación de calcio en los huesos y dientes.

Según investigaciones recientes, la diferencia en la pigmentación humana depende de solo 4 o 5 genes (en nuestro genoma tenemos unos 35 000 genes).

24. **Enumera** las ventajas que aportó la adopción de la postura bípeda.
25. **Define** los siguientes términos: *hominización*, *cultura*, *bipedismo*, *capacidad craneal*.
26. **Ordena** cronológicamente los siguientes cráneos y **dí** a qué especie puede pertenecer cada uno de ellos. **Justifica** tu respuesta.



# UNIDAD 2

## CONTENIDO:

- **Glúcidos – lípidos**
- **Vitaminas y proteínas**
- **Enzimas**
- **Ácidos nucleicos**

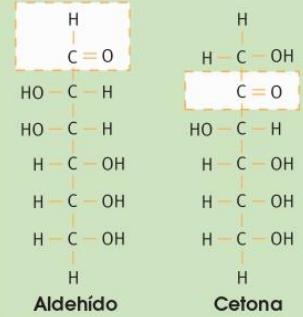
## I. GLÚCIDOS

Como ya hemos visto en la primera unidad, las **biomoléculas orgánicas** son aquellas moléculas que forman parte de los seres vivos y están constituidas por un esqueleto de carbono. Estas son los **glúcidos, lípidos, proteínas** y **ácidos nucleicos**. A continuación, vamos a ver las características, clasificación, propiedades y funciones biológicas de cada uno de ellos.

Los **glúcidos** son biomoléculas orgánicas formadas por carbono, oxígeno e hidrógeno. Constituyen un grupo de sustancias muy extenso y variado y en algunas ocasiones los conocemos como *hidratos de carbono* o, simplemente, azúcares. Químicamente son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas (un grupo aldehído o un grupo cetona y numerosos grupos hidroxilo) o bien compuestos formados por la unión de moléculas de este tipo.

Solemos distinguir tres grandes grupos de glúcidos: los monosacáridos, los oligosacáridos y los polisacáridos.

### 1.1. Monosacáridos



Los **monosacáridos** son los glúcidos más sencillos, formados por una cadena de entre tres y siete átomos de carbono. Según este número, los clasificamos en triosas, tetrosas, pentosas, hexosas o heptosas.

Los monosacáridos, por lo general, son solubles en agua, blancos y de sabor dulce. Son las sustancias que utiliza la célula para obtener energía. Cuando ocurre una reacción química, se produce la ruptura de unos enlaces y la formación de enlaces nuevos. Si los enlaces que se rompen tienen más energía que los que se forman, se libera energía. Esto ocurre cuando los monosacáridos reaccionan con el oxígeno, generan moléculas con enlaces de menor energía y, por lo tanto, producen energía.

Los monosacáridos poseen una fórmula química  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ; sustituimos  $n$  por el número de carbonos. Por ejemplo, una hexosa tiene seis átomos de carbono; su fórmula será  $(\text{CH}_2\text{O})_6$ , o lo que es lo mismo  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , ya que contienen seis átomos de carbono, doce átomos de hidrógeno y seis átomos de oxígeno.

El monosacárido más representativo es la **glucosa**. Está formada por seis átomos de carbono y es utilizada como fuente de energía básica por muchos seres vivos. Es el monosacárido más abundante en la naturaleza y se encuentra en la fruta y en la miel. Otros monosacáridos importantes son la ribosa, la fructosa o la galactosa.

- La fórmula de los monosacáridos es  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , donde  $n$  es el número de átomos de carbono. Escribe la fórmula molecular de una triosa, una tetrosa, una pentosa, una hexosa y una heptosa.

**Solución:**

Triosa:  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

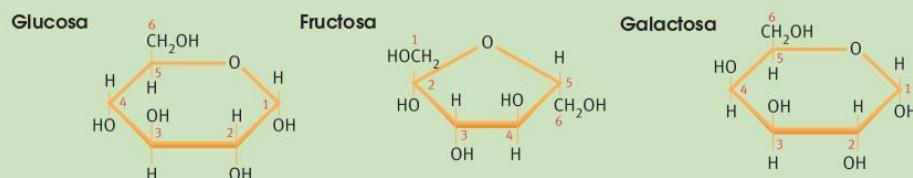
Tetrosa:  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$

Pentosa:  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$

Hexosa:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

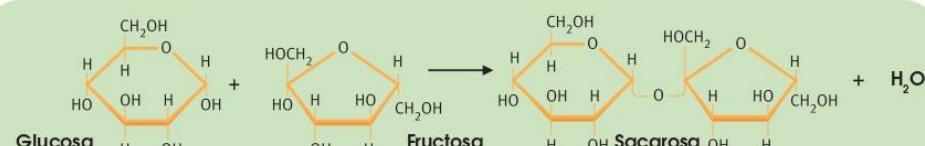
Heptosa:  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_7$

**Actividades**



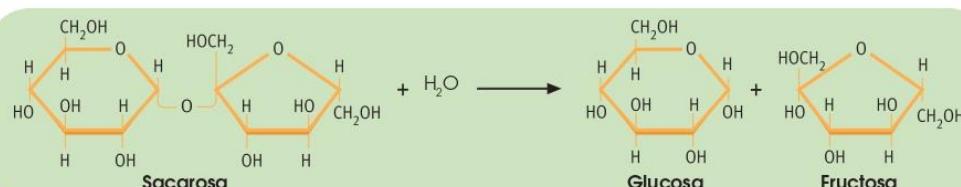
## 1.2. Oligosacáridos

Los **oligosacáridos** son glúcidos compuestos por la unión de dos a diez monosacáridos, los cuales se unen mediante enlaces O-glucosídicos. Al igual que los monosacáridos, son dulces y solubles en agua. Los oligosacáridos formados por dos monosacáridos reciben el nombre de **disacáridos**; y los constituidos por tres, **trisacáridos**.

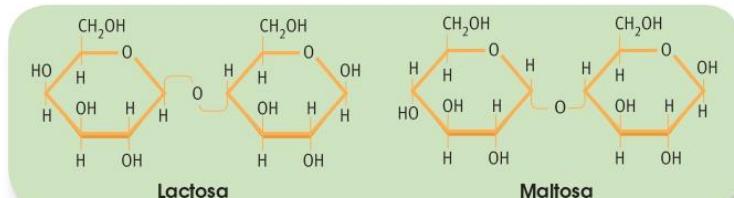


El enlace **O-glucosídico** se realiza entre el carbono de un grupo hidroxilo de un monosacárido y el carbono del grupo aldehído o cetona del siguiente monosacárido, con lo que se crea, además, una molécula de agua.

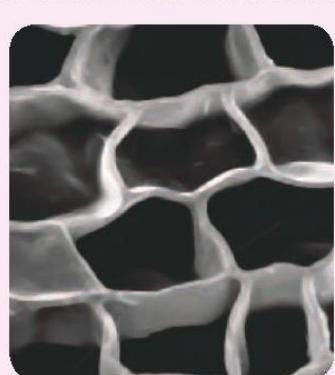
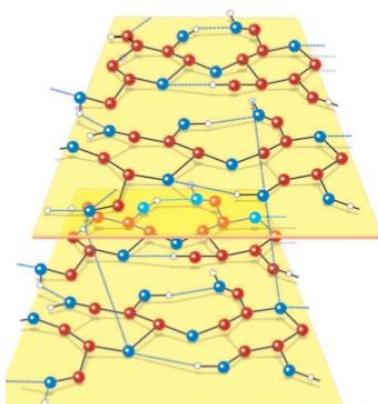
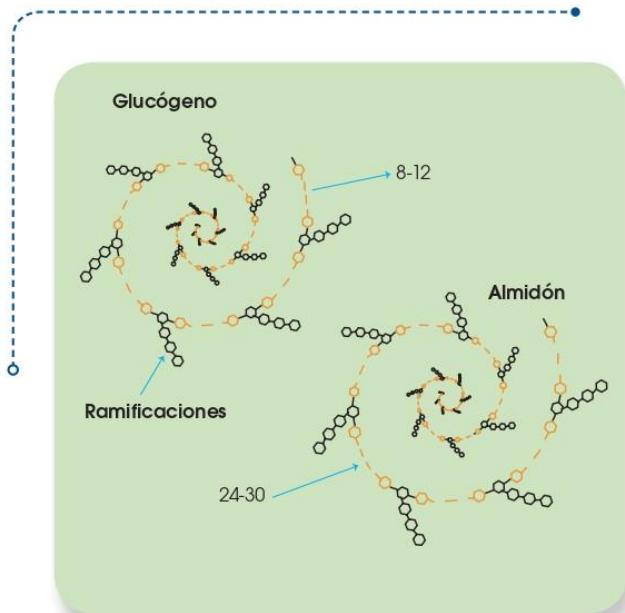
De la misma forma que podemos formar un enlace O-glucosídico, este puede romperse mediante una reacción de hidrólisis. Añadiendo  $\text{H}_2\text{O}$ , un disacárido puede dar lugar a dos monosacáridos libres. Esta reacción de **hidrólisis** provoca la ruptura del enlace O-glucosídico y, por tanto, la liberación de energía. Por esto, los oligosacáridos, al igual que los monosacáridos, cumplen la función de **aporte energético** en los seres vivos.



La mayoría de los oligosacáridos representativos en los organismos vivos son disacáridos, entre los que destacan la **sacarosa** (glucosa + fructosa) que obtenemos de la caña de azúcar o la remolacha, y es el azúcar que consumimos habitualmente; la **lactosa** (galactosa + glucosa) que se encuentra exclusivamente en la leche o la **maltosa** (2 glucosas). Sus funciones son siempre energéticas.



Prohibida su reproducción



Estructuras de celulosa. Paredes celulares de células vegetales vistas al microscopio electrónico de barrido. 800x

Prohibida su reproducción

### 1.3. Polisacáridos

Una sustancia formada por varias moléculas menores la conocemos como polímero, mientras que cada una de las pequeñas moléculas que forman el polímero reciben el nombre de **monómero**. Esto ocurre en el caso de los **polisacáridos**, compuestos por un gran número de monosacáridos unidos entre ellos por enlaces O-glucosídicos.

Los polisacáridos se forman como largas cadenas lineales o ramificadas. Si en estas cadenas se repite siempre el mismo monosacárido hablamos de un *homopolisacárido*, mientras que si intervienen distintos tipos de unidades, hablamos de un *heteropolisacárido*.

Al contrario que los monosacáridos y los oligosacáridos, los polisacáridos no tienen sabor dulce ni son solubles en agua. Por este motivo, cumplen principalmente un **papel estructural** en los seres vivos, aunque también actúan a menudo como **reserva de energía**.

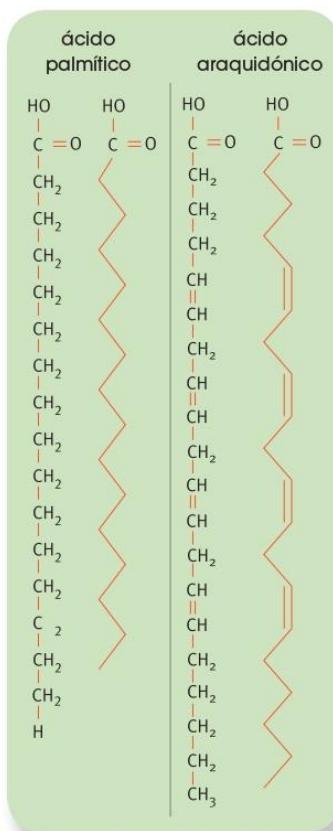
Los polisacáridos con función de reserva más representativos son el **almidón** y el **glucógeno**. El almidón es la sustancia de reserva energética propia de las plantas y se encuentra de forma abundante en las semillas y los tubérculos. Está formado por la unión de miles de moléculas de glucosa. Por otro lado, el glucógeno cumple la misma función que el almidón, pero en los animales. Se encuentra de manera muy abundante tanto en el hígado como en los músculos. Al igual que el almidón, el **glucógeno** es un polímero de miles de moléculas de glucosa. La diferencia entre ellos es que el almidón tiene ramificaciones cada 24-30 glucosas mientras que las ramificaciones en el glucógeno ocurren cada 8-12.

En cuanto a los polisacáridos con función estructural, los más representativos son la **celulosa** y la **quitina**. La celulosa forma la pared celular de las células vegetales y es un polímero formado por glucosa. En este caso, varias cadenas se unen entre sí por puentes de hidrógeno, lo que otorga mayor estabilidad al polisacárido. Por su parte, la quitina forma los exoesqueletos de algunos animales como insectos y crustáceos, así como la pared de las células de los hongos; y se trata de un polisacárido de N-acetilglucosamina.

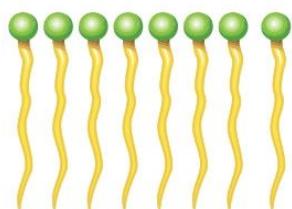
Glúcido	Estructura	Características y propiedades	Funciones	Ejemplos	Representación
Monosacárido $(\text{CH}_2\text{O})_n = \text{CnH}_{2n}\text{O}_n$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biancos al cristalizar</li> <li>Sabor dulce</li> <li>Solubles en agua</li> </ul>	Energética	glucosa fructosa galactosa		
Oligosacárido	Unión de dos a diez monosacáridos	Energética	sacarosa lactosa maltosa		
Polisacárido	Estructura lineal con gran cantidad de monosacáridos		<ul style="list-style-type: none"> <li>No cristalizan</li> <li>No son solubles</li> <li>No tienen sabor dulce</li> </ul>	Reserva y estructural	

2. **Compara** las estructuras del almidón, glucógeno, celulosa y quitina. ¿Observas alguna relación entre la estructura y la función de cada glúcido?
3. **Realiza** un esquema para clasificar los glúcidos en función de su composición, los glúcidos en función de su composición, características, propiedades y funciones.

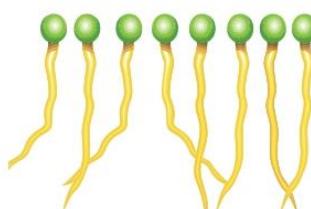
Actividades



- Fórmula desarrollada y representación esquemática de moléculas de ácidos grasos



- Ácidos grasos saturados



- Ácidos grasos insaturados

## 2. LÍPIDOS

Los **lípidos** son un grupo de biomoléculas orgánicas, compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, aunque en ocasiones pueden presentar otros elementos como nitrógeno, fósforo o azufre.

Constituyen un grupo muy amplio con gran diversidad de estructuras y funciones, pero todos tienen algo en común de vital importancia para los organismos vivos: no son solubles en agua.

Al ser un grupo tan extenso y variado, no existe una clasificación clara para los lípidos, y los podemos catalogar de distintas maneras en función de distintos criterios. La división más común dentro de este grupo es la de los lípidos **saponificables e insaponificables**.

### 2.1. Lípidos saponificables

La **saponificación** es un proceso químico en el que un lípido puede dar un jabón. A los lípidos que pueden provocar este tipo de reacción los conocemos como lípidos saponificables, y dentro de ellos encontramos lípidos saponificables simples: **ácidos grasos, acilglicerídos y ceras**; y lípidos saponificables compuestos: **fosfolípidos y glucolípidos**.

#### Ácidos grasos

Son la estructura básica de los lípidos. Son cadenas largas formadas por átomos de carbono con un grupo carboxilo ( $\text{-COOH}$ ) en el extremo. Los ácidos grasos pueden ser **saturados** si todos los enlaces entre los carbonos son sencillos o insaturados si tienen algún doble enlace entre los carbonos. Igualmente, pueden ser **monoinsaturados** si solo poseen un doble enlace y **poliinsaturados** si tienen más de uno.

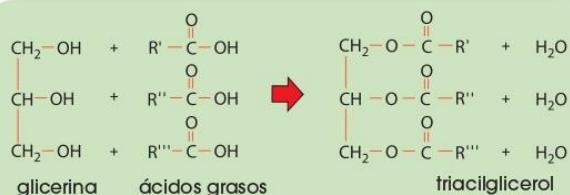
Los ácidos grasos se unen entre sí hasta formar agrupaciones compactas. Las insaturaciones provocan doblamientos en las cadenas por lo que los ácidos grasos insaturados forman agrupaciones menos compactas. Esto provoca que los ácidos grasos insaturados sean algo más solubles que los saturados, y que tengan un punto de fusión más bajo, lo que hace que a temperatura ambiente ( $25^\circ\text{C}$ ) los ácidos grasos insaturados sean líquidos; mientras que los saturados, sólidos.



Los **ácidos grasos** son moléculas anfipáticas, lo que significa que tienen una zona hidrófila (con afinidad por el agua) y otra zona hidrófoba (que repele el agua). Esta propiedad es la que permite que se formen micelas o bicapas lipídicas, como la membrana plasmática. Como veremos más adelante, esta propiedad es de vital importancia para permitir la existencia de las células tal y como las conocemos actualmente.

### **Acilgliceroles**

Los **acilgliceroles** (o **acilglicéridos**) son derivados de los ácidos grasos y constituyen el tipo de lípido más abundante. Reciben comúnmente el nombre de **grasas**. Los más habituales son los triacilgliceroles (o triglicéridos), compuestos por tres ácidos grasos y una molécula de glicerina. Los triglicéridos formados por ácidos grasos saturados son sólidos a temperatura ambiente y los conocemos como **grasas**, mientras que los compuestos por ácidos grasos insaturados son líquidos y los conocemos como **aceites**.



Son sustancias insolubles en agua y su función, al igual que la de los ácidos grasos, es de reserva energética. Aunque los glúcidos son la principal fuente energética debido a que su oxidación es una vía muy rápida de obtención de energía, los lípidos son

una importante reserva, ya que liberan mayor cantidad de energía que los glucidos. Sin embargo, debido a su naturaleza insoluble, son mucho más complicados de transportar y utilizar por los seres vivos, por lo que quedan relegados como fuentes de reserva energética.

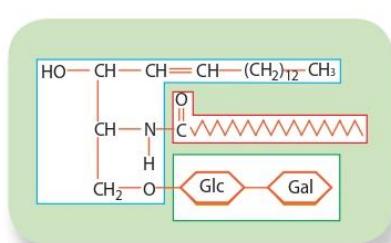
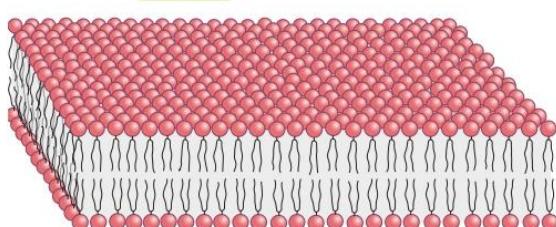
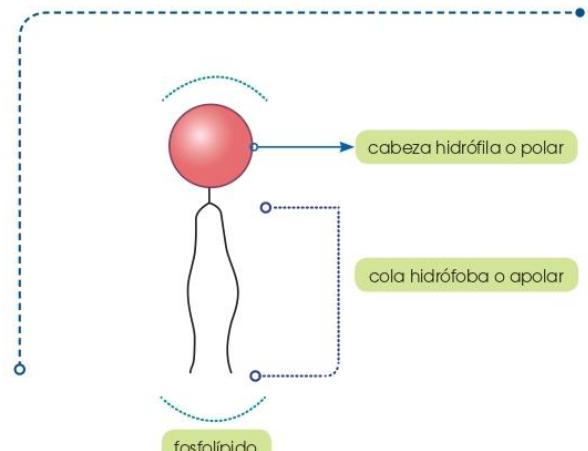
Ceras



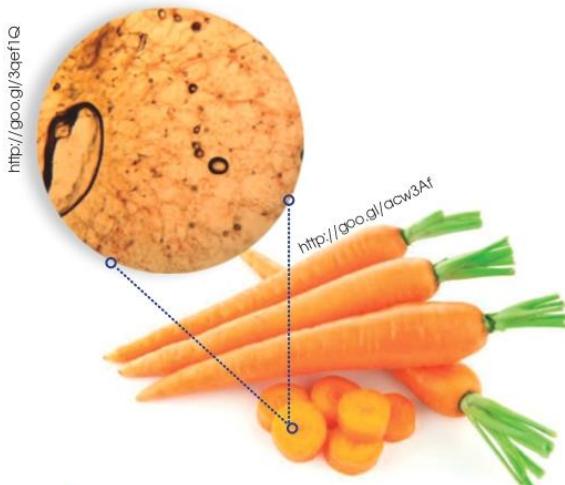
Las ceras también son lípidos derivados de los ácidos grasos. Igual que los anteriores, son insolubles en agua, y presentan un punto de fusión aún más elevado. Además de actuar como fuente de re-

serva energética, las ceras suelen tener otras funciones como la de impermeabilizar y proteger diversos órganos tanto animales (piel, pelos y plumas) como vegetales (hojas y frutos).





■ Molécula de glucolípido neutro



■ El caroteno, encargado de dar el color anaranjado a la zanahoria

Prohibida su reproducción

### Fosfolípidos

Los fosfolípidos son lípidos que contienen un grupo fosfato. Están formados por una molécula de glicerina, dos ácidos grasos y una molécula de ácido fosfórico. Tienen función estructural, principalmente forma parte de la membrana plasmática de las células. Forman una bicapa lipídica en la que las cabezas polares (grupos fosfatos) quedan hacia el medio mientras que las colas apolares (ácidos grasos) quedan hacia el interior.

Pese a que la función estructural como membrana plasmática es la más relevante de los fosfolípidos, también cumplen con otros papeles importantes como la activación de enzimas, el componente detergente de la bilis o la síntesis de sustancias de señalización celular.

### Glucolípidos

Los glucolípidos son lípidos que contienen uno o varios monosacáridos, normalmente glucosa o galactosa. Son muy abundantes en la cara externa de las membranas plasmáticas que conforman el glicocálix, zona de reconocimiento celular y recepción de antígenos.

## 2.2. Lípidos insaponificables

Los lípidos insaponificables no producen la reacción de saponificación. Dentro de este grupo, hay tres tipos de lípido representativos: los terpenos, los esteroides y las prostaglandinas.

### Terpenos

Son un tipo de lípido que puede presentar muchas modificaciones. Suelen tener estructuras multicíclicas que difieren mucho entre sí. Son los principales constituyentes de los aceites esenciales de las plantas y flores. También dan coloración a algunos órganos vegetales y participan en la síntesis de vitaminas A, E y K. Por ejemplo, el caroteno, encargado de dar el color anaranjado a la zanahoria, es un terpreno.

## Esteroides

Los **esteroides** son lípidos con gran diversidad de funciones importantes en los seres vivos. El más representativo es el colesterol, que forma parte de las membranas plasmáticas y a partir del cual se sintetizan las hormonas esteroides.

Estas hormonas son los corticoides, las hormonas sexuales masculinas (andrógenos y testosterona), las hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) y la vitamina D que cumple funciones de mineralización del hueso que ayuda al desarrollo del sistema óseo.

## Prostaglandinas

También conocidas como *eicosanoídes*, son lípidos que participan como hormonas en la reacción inflamatoria mediante la vasodilatación, la regulación de la temperatura corporal o favoreciendo el desprendimiento del endometrio durante la menstruación.



■ Sistema óseo saludable

<http://goo.gl/MR3AUj>

### El colesterol y la aterosclerosis

Existen proteínas específicas que transportan distintos tipos de lípidos, como triacilgliceroles, fosfolípidos y colesterol, y que forman unos complejos llamados *lipoproteínas*.

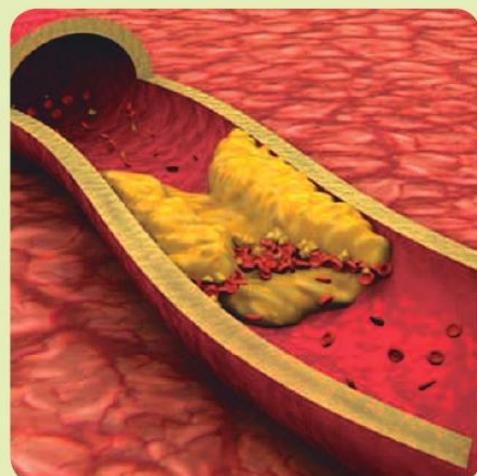
Estos complejos tienen forma esférica y en su parte interior se concentran los lípidos, mientras que las proteínas se sitúan en la superficie.

Las lipoproteínas presentan diferentes densidades según los lípidos y los aminoácidos que contengan. De este modo, distinguimos cuatro clases de lipoproteínas:

- **Quilomicrones:** Su densidad es muy baja y contienen una cantidad elevada de triacilgliceroles.
- **Lipoproteínas de muy baja densidad (very low-density lipoproteins, VLDL):** Están constituidas, principalmente, por triacilgliceroles.
- **Lipoproteínas de baja densidad (low-density lipoproteins, LDL):** Contienen, principalmente, colesterol.
- **Lipoproteínas de alta densidad (high-density lipoproteins, HDL):** Contienen muchas proteínas y un bajo nivel de colesterol.

En muchas ocasiones, una concentración elevada de colesterol en la sangre se relaciona con un trastorno cardiovascular muy frecuente que conlleva graves complicaciones clínicas, la **aterosclerosis**. Este trastorno consiste en una acumulación de lípidos, principalmente colesterol, en las paredes internas de las arterias.

El colesterol que tiene efectos perjudiciales para la salud es el que forma parte de las LDL, ya que estas lipoproteínas penetran fácilmente en la pared de las arterias y liberan el colesterol. En cambio, el colesterol de las HDL no resulta perjudicial, porque se transporta hasta el hígado, donde es metabolizado. Así pues, es importante que la concentración de colesterol de las LDL no supere los valores que se indican en el recuadro.



<http://goo.gl/xH0OA9>

Los **niveles deseables de lípidos plasmáticos** para la población general son:

Colesterol total .....	< 5,2 mmol/l
Triacilgliceroles .....	< 2,3 mmol/l
cLDL (colesterol de las LDL) .....	< 3,8 mmol/l
cHDL (colesterol de las HDL) .....	> 0,9 mmol/l

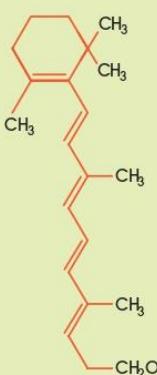
Prohibida su reproducción

### 3. VITAMINAS

Existe una serie de compuestos imprescindibles para todos los seres vivos conocidos como **vitaminas**. Son un grupo muy heterogéneo y algunas son de naturaleza lipídica, pero otras no.

Las vitaminas de composición lipídica derivan del isopreno, un compuesto intermedio en la vía de síntesis del colesterol. Son compuestos **liposolubles**, es decir, se disuelven en medios gramos, y la mayor parte tiene numerosas funciones. A continuación, mostramos algunos ejemplos:

Vitamina A<sub>1</sub>



- Participa en la formación de los pigmentos visuales y mantiene la estructura del tejido epitelial.
- Su carencia causa xeroftalmia (sequedad de la conjuntiva), alteraciones en la piel y ceguera nocturna.
- Se encuentra en la yema de huevo, las verduras, el hígado de bacalao, la mantequilla y las zanahorias.

Vitamina D<sub>3</sub>



- Aumenta la absorción de calcio y fósforo en el intestino y favorece la formación de las estructuras óseas.
- Su carencia produce raquitismo en los niños y osteomalacia en los adultos. Los síntomas de estas enfermedades son el reblandecimiento y la deformación de los huesos.
- Se encuentra en los aceites de hígado de pescado, la leche entera de vaca...

Vitamina E



- Protege las membranas celulares de la oxidación de los lípidos.
- Su carencia produce infertilidad en algunos animales.
- Se encuentra en los aceites vegetales, la leche, los huevos y verduras.

Existe otro gran grupo de vitaminas, no derivadas del isopreno, que se caracterizan por ser **hidrosolubles**. Entre estas vitaminas destacan, por su importancia en los organismos:

- Vitamina B<sub>1</sub>:** Interviene en la oxidación de los glucidos. Su carencia causa beriberi, enfermedad cuyos síntomas son debilidad muscular, pérdida de reflejos, confusión mental e insuficiencia cardíaca. Se encuentra en los cereales, las legumbres y las verduras.
- Vitamina B<sub>2</sub>:** Participa en la respiración celular. Su carencia produce alteraciones de la piel y las mucosas, y trastornos del crecimiento. Se encuentra en los huevos, la leche, el hígado y las frutas.
- Vitamina B<sub>6</sub> y vitamina B<sub>6</sub>:** Intervienen en las reacciones metabólicas de las biomoléculas.

No se han observado alteraciones debidas a la falta de B<sub>6</sub>. La carencia de B<sub>6</sub> provoca anemia y convulsiones.

La vitamina B<sub>6</sub> se encuentra en la mayoría de los alimentos; la B<sub>6</sub> en los cereales y los frutos secos.

- Vitamina B<sub>12</sub>:** Participa en la síntesis de ADN y en la maduración de los eritrocitos.

Su carencia causa trastornos neurológicos. Se encuentra en la carne.

- Vitamina C:** Actúa como antioxidante en las reacciones de óxido-reducción del metabolismo y se encarga de proteger las mucosas.

Su carencia produce escorbuto, cuyos síntomas son inflamación de las encías e hinchazón de las articulaciones.

Se encuentra en vegetales frescos y frutas, especialmente los cítricos.

## 4. LAS PROTEÍNAS

Las proteínas son las biomoléculas orgánicas más abundantes en las células. Todas las proteínas contienen carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno; además, la mayoría contiene azufre y, algunas, fósforo, hierro, cinc y cobre.

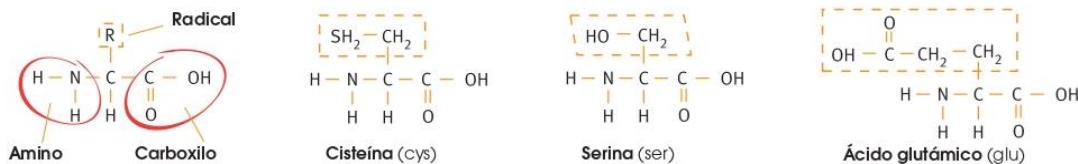
**Composición:** Las proteínas son grandes moléculas formadas por la unión de subunidades más pequeñas llamadas **aminoácidos**.

Existen 20 aminoácidos diferentes y todos tienen una estructura básica idéntica: un grupo **amino**, un grupo **carboxilo** y un carbono central unido a un **radical** que varía de un aminoácido a otro.

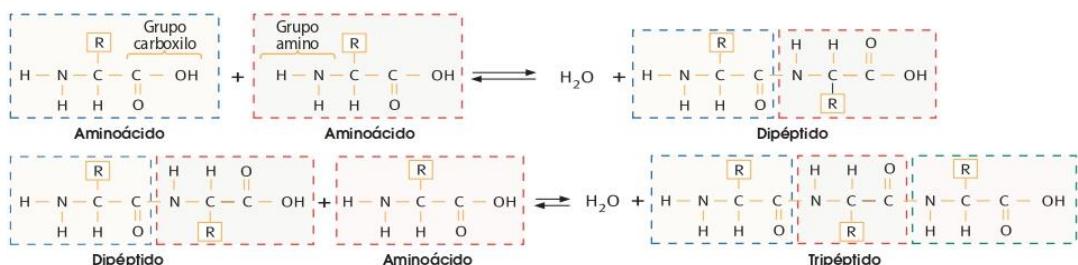


<http://goo.gl/puID41>

En los mamíferos, los aminoácidos esenciales son aquellos que no pueden ser sintetizados por las células y han de formar parte, necesariamente de la dieta.



El enlace se produce entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el amino del siguiente; esta unión libera una molécula de agua. Este enlace es covalente y se denomina **enlace peptídico**. Debido a ello, a las moléculas formadas las podemos denominar también **polipéptidos**.



**Características:** Las proteínas forman soluciones coloidales que pueden precipitar en coágulos, al añadir sustancias ácidas o básicas, o cuando se calientan; así sucede con la **albúmina** del huevo. Algunas pueden cristalizar, como el **citocromo**, que transporta electrones en las reacciones que se producen durante la respiración celular.

### Y TAMBÍEN

Al término **proteína** lo solemos utilizar para indicar estructuras tridimensionales de miles de aminoácidos.

**Polipéptido** indica compuestos de muchos aminoácidos.

Por esta razón, a nivel práctico, los términos **polipéptido** y **proteína** son intercambiables.

Prohibida su reproducción

## 4.1. Aminoácidos

Como hemos visto, las proteínas son polímeros formados por **aminoácidos**. En muchos casos estos aminoácidos no pueden ser sintetizados por el organismo y es necesario adquirirlos a través de la dieta; a estos los consideramos **aminoácidos esenciales**. Los veinte aminoácidos que se encuentran en la naturaleza son los siguientes:

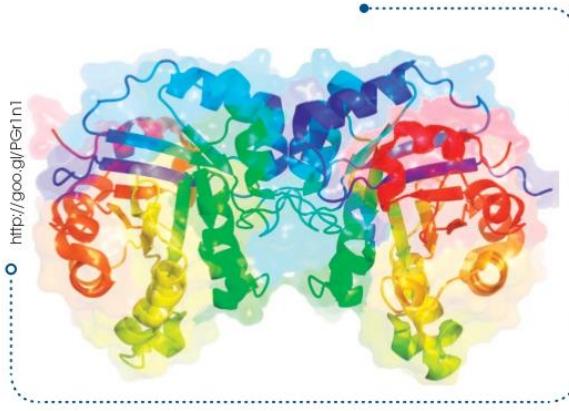
- **Alanina (Ala)**: Es un aminoácido no esencial. Es de gran importancia ya que es uno de los más usados en la síntesis de proteínas.
- **Valina (Val)**: Es un aminoácido esencial. Es la responsable de la anemia falciforme cuando se encuentra en lugar del glutamato.
- **Glicina (Gly)**: Es el aminoácido más pequeño. No es esencial puesto que el cuerpo humano se encarga de sintetizarla. Actúa como neurotransmisor.
- **Leucina (Leu)**: Es uno de los aminoácidos esenciales y consumirlo en la dieta reduce la degradación del tejido muscular.
- **Isoleucina (Ile)**: Tiene una composición idéntica a la leucina, pero con una disposición diferente. Es esencial y la podemos adquirir a través del huevo, pavo, pollo y pescado. Forma la hemoglobina y regula los niveles de azúcar en sangre.
- **Prolina (Pro)**: No es esencial. Forma parte de la cadena de colágeno y permite que exista flexibilidad en las inmunoglobulinas.
- **Fenilalanina (Phe)**: Esencial. Ayuda a la memoria y el aprendizaje. La obtenemos a través de carnes rojas, pescados, huevos y productos lácteos.
- **Tirosina (Tyr)**: No esencial. Precursor de adrenalina y dopamina.
- **Triptófano (Trp)**: Esencial. Induce el sueño y reduce la ansiedad.
- **Serina (Ser)**: No esencial. Ayuda al metabolismo de las grasas.
- **Treonina (Thr)**: Esencial. Forma el colágeno y ayuda a mantener la cantidad de proteínas necesarias en el cuerpo. Se ingiere a través de aves y pescados.
- **Cisteína (Cys)**: No esencial. Funciona como antioxidante.
- **Metionina (Met)**: Esencial. Absorbe la acumulación de grasas en el hígado y las arterias. La ingerimos a través de semillas de sésamo, nueces y otras semillas de plantas.
- **Asparagina (Asn)**: No es esencial pero la podemos ingerir en los productos lácteos.
- **Glutamina (Gln)**: No esencial. Muy abundante en los músculos ya que los construye y previene su desgaste.
- **Lisina (Lys)**: Esencial. Garantiza la absorción de calcio. Muy abundante en legumbres.
- **Arginina (Arg)**: Esencial. Refuerza el sistema inmune previniendo la formación de tumores.
- **Histidina (His)**: Esencial. Se encuentra en la hemoglobina. Necesario para el crecimiento de tejidos.
- **Aspartato (Asp)**: También llamado ácido aspártico. No es esencial. Aumenta la resistencia y reduce la fatiga.
- **Glutamato (Glu)**: También llamado ácido glutámico. No es esencial. Actúa como neurotransmisor.



<http://googl/cnqEbc>

## 5. ENZIMAS

<http://goo.gl/Pg1ln1>



Las **enzimas** son un tipo específico de proteína que actúan como **catalizadores** biológicos o biocatalizadores. Su función es la de aumentar la velocidad de reacción sin modificar la reacción ni afectar a su equilibrio.

Las reacciones químicas necesitan una cierta cantidad de energía para iniciarse. Es lo que conocemos como **energía de activación**. Esta energía permite romper los enlaces de las moléculas que reaccionan y crean otros nuevos. En el laboratorio, a esta energía la podemos obtener aumentando la temperatura o a través de descargas eléctricas, pero en las células esto no es posible, por lo que es necesaria la acción de las en-

zimas que consiguen disminuir la energía de activación, y facilitar que ocurra la reacción.

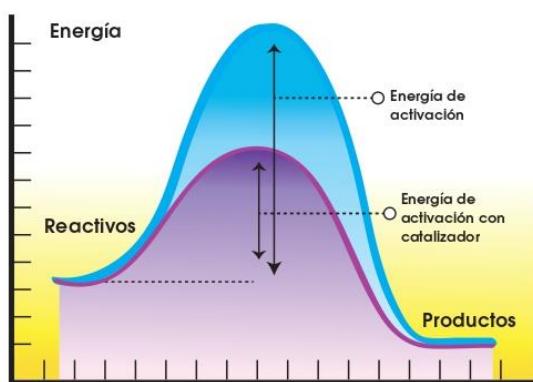
Las enzimas, como el resto de proteínas, están formados por cadenas polipeptídicas. La conformación tridimensional de estas hace que se formen varias invaginaciones, y en ellas es donde se encuentra el **sitio activo**.

El **sitio activo** es una zona del enzima especializado en la unión sobre los reactivos. Estos reactivos (o sustrato) se modifica durante el curso de la reacción para dar lugar a los productos. Los enzimas tienen una afinidad determinada por distintos reactivos y a esto lo conocemos como **especificidad**. Algunos enzimas son específicos de un solo tipo de sustrato mientras que en otros casos pueden ayudar en la reacción de distintos sustratos, aunque siempre similares.

Los enzimas reciben normalmente un nombre en función del sustrato al que se unen o del tipo de reacción que catalizan. Por ejemplo, la ATP sintasa cataliza la reacción de síntesis del ATP, y la malato deshidrogenasa cataliza una reacción de oxidación-reducción en la que el malato es el sustrato.

Los principales tipos de enzimas son los siguientes:

- **Oxidoreductasas:** Cataliza reacciones de oxidación-reducción.
- **Transferasas:** Cataliza reacciones de transferencia de grupos.
- **Hidrolasas:** Cataliza reacciones de hidrólisis, es decir, rotura de enlaces por incorporación de una molécula de agua.
- **Liasas:** Cataliza reacciones de rotura de enlaces sin incorporar agua.
- **Isomerasas:** Cataliza reacciones de transferencia de grupos para formar isómeros.
- **Ligasas:** Cataliza reacciones que provocan la unión de moléculas.

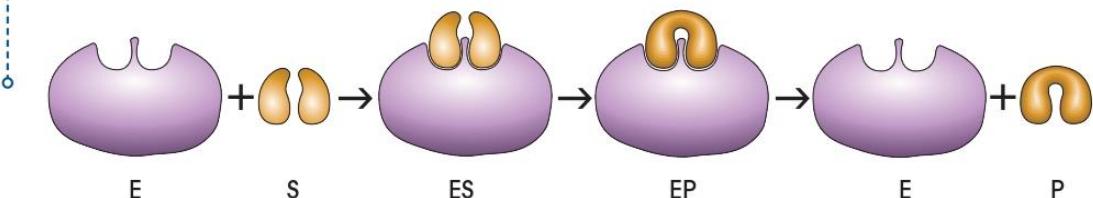


Prohibida su reproducción

### Mecanismo de acción

El conjunto de procesos por medio de los cuales los enzimas catalizan las reacciones, recibe el nombre de *mecanismo de acción* y depende de la composición, de la estructura de los enzimas, y también de la especificidad que tienen por el sustrato.

En este dibujo vemos representado el mecanismo de acción de un enzima.

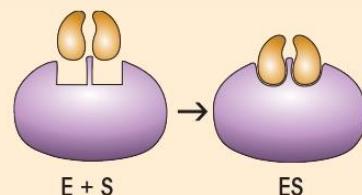


E es el enzima; S, el sustrato, y P, el producto, es decir, el sustrato modificado. ES es el compuesto resultante de la interacción entre el enzima y el sustrato, y lo denominamos *complejo enzima-sustrato*; mientras que EP es el complejo enzima-producto, formado por el enzima y el producto. En estas reacciones podemos distinguir tres etapas: formación del complejo ES, modificación del sustrato y disociación del complejo EP. En estas fases, suelen producirse los fenómenos siguientes:

#### Formación del complejo ES

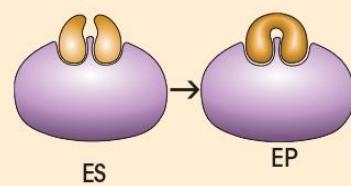
- El encuentro entre las moléculas de enzima y de sustrato se ve favorecido por una **orientación** adecuada de estas moléculas.
- A continuación, se establecen múltiples **enlaces débiles** entre el enzima y el sustrato, lo que origina el complejo ES. La finalidad de algunos de estos enlaces es situar el sustrato en una posición óptima para la acción catalizadora.

La unión del sustrato puede producir un cambio temporal en la conformación del enzima, lo que favorece la formación de un mayor número de enlaces.



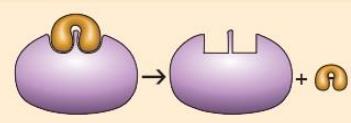
#### Modificación del sustrato

- Una vez formado el complejo ES, se produce la **catálisis** del sustrato. Esta catálisis se puede ver favorecida por diversos factores; por ejemplo:
  - La tensión a la que está sujeto el sustrato por su unión al sitio activo del enzima favorece la rotura de enlaces.
  - En el sitio activo existen aminoácidos con capacidad para ceder o captar átomos, protones o electrones.
- Como consecuencia de la transformación del sustrato se obtiene el producto, el cual se mantiene unido al enzima, y se origina el complejo EP.



#### Disociación del complejo EP

- En el complejo EP las moléculas de enzima y de producto se unen mediante enlaces débiles.
- El complejo EP se disocia y se obtienen el producto y el enzima libre.
- El enzima libre puede unirse a otra molécula de sustrato.



## El pH

Los valores de pH modifican la actividad de los enzimas. Para la mayoría de enzimas, la representación de la variación de la velocidad de reacción respecto a la variación de pH da una curva como la de la derecha.

Podemos observar que el pH óptimo se sitúa entre 7 y 7,5. En el caso de pH extremos, por debajo de 4 y por encima de 10, los enzimas se desnaturizan.

Algunos enzimas desarrollan su actividad máxima en valores extremos de pH, porque es el valor del medio donde se localizan.

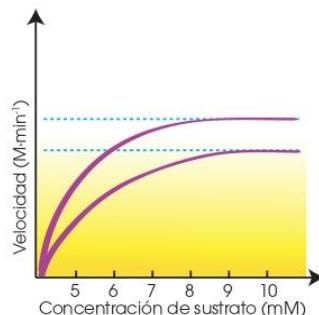
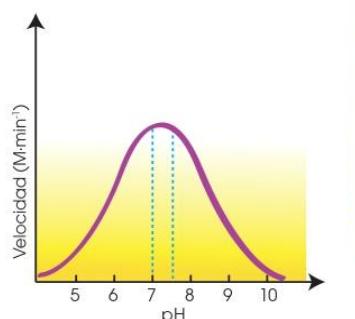
Es el caso de la pepsina, un enzima que participa en la digestión y que tiene un pH óptimo en torno a 2.

Los cambios de pH modifican el estado de ionización de los grupos funcionales, sobre todo los del enzima. Por ello, pequeñas variaciones de pH producen cambios de velocidad notables.

## Los inhibidores

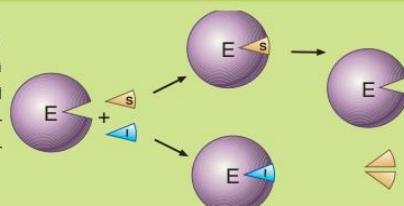
En las células hay unas sustancias, en algunos casos parecidas al sustrato, que se caracterizan porque pueden unirse al enzima de forma reversible y producir una disminución de la velocidad de la reacción. Estas sustancias que interfieren en la actividad de los enzimas son los inhibidores.

En la gráfica de la derecha se representa la actividad catalizadora de un enzima sin inhibidor y en presencia de este. Los inhibidores se clasifican en competitivos y no competitivos:



### Inhibidor competitivo

El inhibidor y el sustrato compiten por la forma libre del enzima. El inhibidor es muy parecido al sustrato. Cuando la concentración de sustrato es baja, el inhibidor se une al sitio activo del enzima y forma el complejo enzima-inhibidor. Si la concentración de sustrato aumenta, el inhibidor se separa del enzima, el cual recupera su actividad.

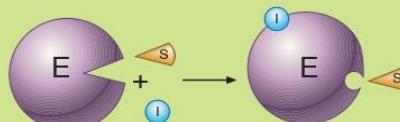


### Inhibidor no competitivo

El inhibidor interacciona con el enzima libre o con el complejo enzima-sustrato, en una zona distinta al sitio activo.

Esta interacción produce una disminución de la actividad enzimática, independientemente de si el sustrato está unido al sitio activo o no.

En algunos casos, el inhibidor es un metabolito de la propia célula, como veremos más adelante en el apartado de los enzimas reguladores.



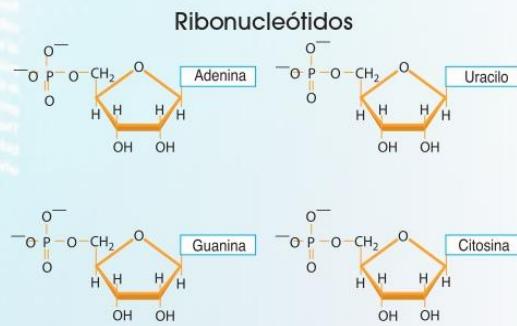
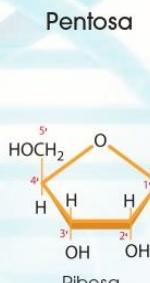
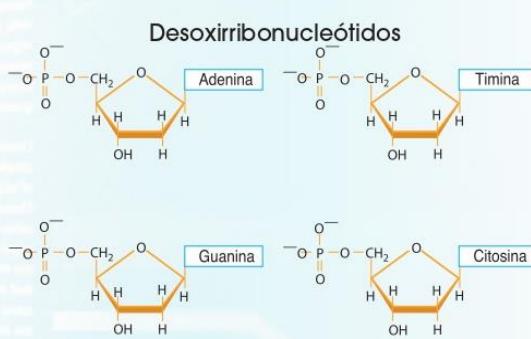
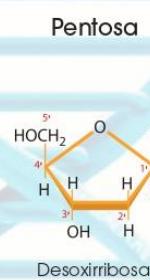
## 6. ÁCIDOS NUCLEICOS

Los **ácidos nucleicos** son biomoléculas formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo. Contienen la información necesaria para la síntesis de proteínas.

Son polímeros formados por la unión de unas unidades llamadas *nucleótidos*. Los **nucleótidos** están formados a su vez por la unión de un glucido (pentosa) una **base nitrogenada** y ácido fosfórico. Al compuesto formado por la **pentosa** y la base nitrogenada lo conocemos como **nucleósido** y, al unirle a este el ácido fosfórico, se obtiene el *nucleótido*.

La pentosa que forma los ácidos nucleicos puede ser ribosa o desoxirribosa. La ribosa formará el **ARN** (ácido ribonucleico) mientras que la desoxirribosa origina el **ADN** (ácido desoxirribonucleico).

La base nitrogenada es un compuesto cíclico formado por cadenas de carbono y grupos amina o amida y los clasificamos en purinas y pirimidinas. Las purinas son la **adenina** (**A**) y la **guanina** (**G**), mientras que las pirimidinas son la **timina** (**T**), **citosina** (**C**) y **uracilo** (**U**). Adenina, guanina, timina y citosina forman parte del ADN mientras que en el ARN la timina es sustituida por uracilo.



## 6.1. ADN

El **ADN** (**ácido desoxirribonucleico**) es un ácido nucleico formado por nucleótidos de desoxirribosa conocidos como **desoxirribonucleótidos**. Habitualmente, se encuentra en forma de doble cadena aunque algunos virus poseen una cadena sencilla de ADN.

Para formar la doble cadena, existe una **complementariedad** entre las bases nitrogenadas, emparejándose siempre la adenina con la timina y la guanina con la citosina. Entre la primera pareja, se establecen dos puentes de hidrógeno mientras que en la pareja guanina-citosina se establecen tres.

Esta ley de complementariedad de bases hace que las bases nitrogenadas queden hacia dentro de la cadena de ADN unidas por puentes de hidrógeno, lo que otorga una gran estabilidad a la molécula.

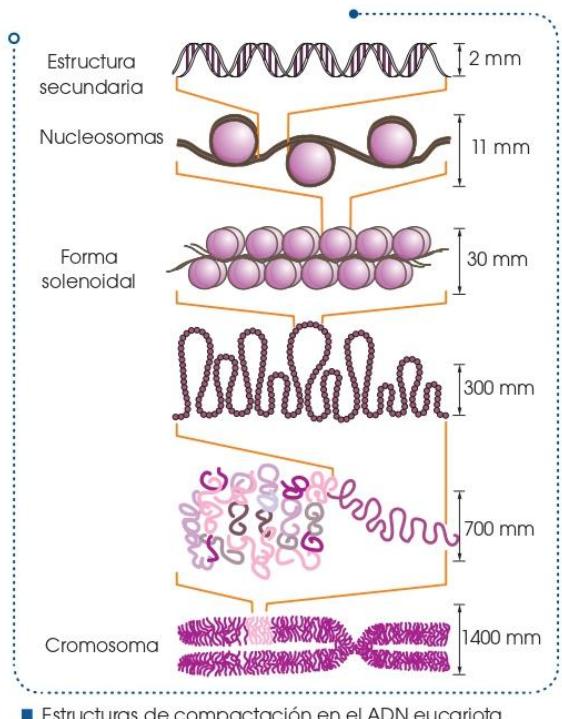
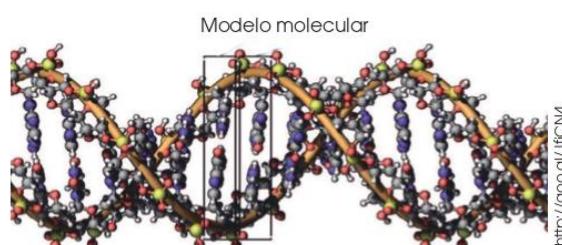
Las cadenas de ADN tienen **polaridad**, es decir, dos extremos claramente diferenciados. En uno de los extremos aparece el grupo fosfórico del último nucleótido y a este extremo lo conocemos como **5'** (porque está unido al carbono C5'); mientras que en el otro extremo aparece un grupo OH ligado al carbono C3', y lo denominamos **extremo 3'**.

Al formarse la doble cadena, estas, además de ser complementarias siguiendo la ley de complementariedad, se disponen de forma **antiparalela**, es decir, el extremo 3' de una cadena queda enfrentado al extremo 5' de la otra.

La secuencia de nucleótidos de la doble cadena dispuestos de forma complementaria y antiparalela se enrolla sobre sí misma y forma unos largos tirabuzones helicoidales. Esto es lo que conocemos como la **estructura de doble hélice**.

A esta doble hélice la consideramos la **estructura secundaria del ADN**, pero este puede compactarse mucho más. Gracias a unas proteínas denominadas **histonas** el

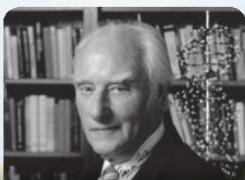
ADN se enrolla y da lugar a unas estructuras denominadas **nucleosomas**, los cuales pueden empaquetarse generando lo que se conoce como el **superenrollamiento del ADN**. Estas estructuras se van compactando hasta formar los **cromosomas**.



El descubrimiento de la estructura del ADN se debe a James Watson y Francis Crick con la ayuda de Rosalind Franklin quien consiguió fotografiar mediante rayos X la molécula de ADN.



James Watson



Francis Crick

James Watson (1928) y Francis Crick (1916 – 2004) fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina en 1962 por el descubrimiento de la estructura de la molécula de ADN y su importancia para la transferencia de la información en la materia viva.



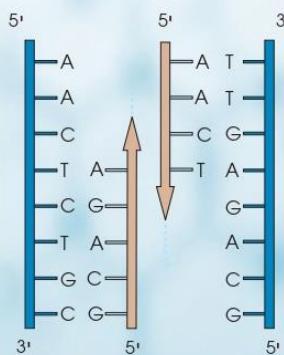
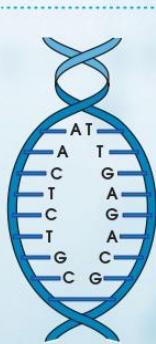
Rosalind Franklin

Rosalind Franklin (1920 – 1958) fue una química inglesa que consiguió fotografiar la molécula de ADN mediante difracción de rayos X. Una de estas fotografías llegó a Watson y Crick, quienes la utilizaron para formular su teoría de la doble hélice. Rosalind murió a causa de enfermedades provocadas por las repetidas exposiciones a radiación.

El ADN participa en procesos imprescindibles para la vida. Es el que contiene la información sobre cómo se sintetizarán las proteínas. Es el portador de la **información genética** y, por lo tanto, se tiene que duplicar para poder pasar la información a las células hijas. Este proceso recibe el nombre de **replicación**. En el momento en que una célula se divide para dar lugar a dos células hijas, el ADN se duplica con el objetivo de transferir la misma información a las dos células resultantes.

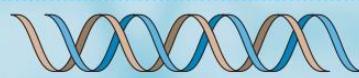
El ADN posee la información para crear las proteínas de un ser vivo. En función de la secuencia de nucleótidos de ADN que contenga un organismo, se crearán una serie de proteínas que harán que cada

organismo se desarrolle de forma diferente. Sin embargo, el ADN no puede traducirse directamente a proteína, por lo que es necesario otro proceso intermedio. A este proceso lo conocemos como **transcripción**, y en él, a partir de la cadena de ADN, se crean pequeñas cadenas de ARN, las cuales ya pueden ser leídas y traducidas a proteínas.



La doble hélice se desespiraliza por la acción de varios enzimas.

Se sintetiza una cadena complementaria a cada una de las cadenas existentes, siguiendo la ley de complementariedad de bases.

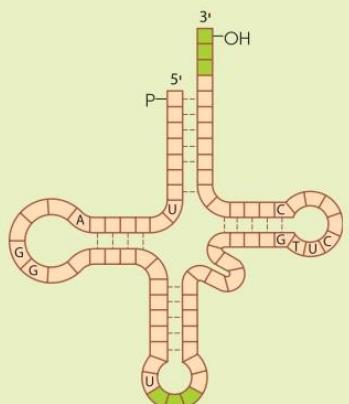
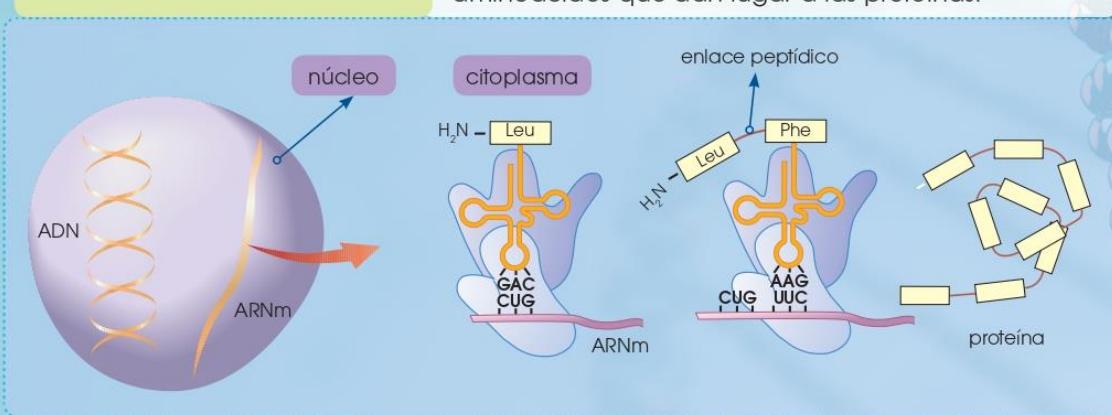


Se obtienen dos dobles cadenas idénticas a la original, formadas por una cadena preexistente y otra acabada de sintetizar.

## 6.2. ARN

El **ARN** (**ácido ribonucleico**) es el otro tipo de ácido nucleico presente en los seres vivos. Se diferencia del ADN por estar formado por una ribosa en vez de desoxirribosa y por presentar uracilo en lugar de timina.

Hay tres tipos principales de ARN. El ARN mensajero (**ARNm**), el ARN de transferencia (**ARNt**) y el ARN ribosómico (**ARNr**), los cuales se distinguen por su estructura y su función:

<b>ARN mensajero (ARNm)</b> <p>Se sintetiza a partir del ADN. El ARNm se encarga de transportar la información que contiene el ADN hasta los ribosomas, paso imprescindible para la síntesis de proteínas.</p> 	<b>ARN de transferencia (ARNt)</b>  <p>Suelen ser moléculas muy pequeñas que transportan los aminoácidos hasta las cadenas proteicas en la secuencia que determina el ARNm. La unión entre los ARNt y los aminoácidos que transportan se establece mediante enlaces covalentes.</p>
<b>ARN ribosómico (ARNr)</b>  <p>El ARN ribosómico es el más abundante de todos los ARN. Las moléculas de ARNr están asociadas a proteínas constituyendo los ribosomas.</p>	<p>Aunque las estructuras son muy variables y cada uno posee una función determinada, el papel del ARN, en general, es siempre el de <b>sintetizar las proteínas</b> siguiendo la información marcada por el ADN mediante el proceso llamado <b>traducción</b>. Para esto, el ARNm se crea como una copia complementaria del ADN (transcripción) y llega hasta los ribosomas (ARNr) donde es leído. En este proceso, el ARNt va uniendo distintos aminoácidos en función de la secuencia marcada por el ARNm, y de esta forma, se crean las cadenas de aminoácidos que dan lugar a las proteínas.</p> 

# UNIDAD 3

## CONTENIDO:

- **Movimiento, rapidez en el cambio de posición, cambio de velocidad**
- **Las fuerzas y su equilibrio**
- **Las leyes de newton**

## 1. ¿QUÉ ES EL MOVIMIENTO?

### Y TAMBÉN:

El estudio del movimiento se utiliza en muchos campos de la ciencia y tecnología. Por ejemplo, en astronomía, meteorología, balística, en la recreación de los accidentes de tránsito, en el estudio de los desbordamientos de ríos, en biomecánica, en la ingeniería mecánica y en las industrias aeronáutica y aeroespacial, se aplican ecuaciones del movimiento.

A menudo, hablamos de un tren de alta velocidad o de un auto que está parado. Vamos a ver qué es el movimiento y cómo se describe.

### 1.1. Movimiento y reposo

Un espectador que está en la vereda y ve pasar a los ciclistas de una carrera asegurará que están en movimiento. Pero ¿qué dirá un ciclista respecto a uno de sus compañeros que permanece junto a él? Seguramente afirmará que su compañero no se mueve de su lado.

Para describir un movimiento, debemos tomar como referencia otros cuerpos que consideramos fijos. Estos cuerpos constituyen un sistema de referencia.

Llamamos **sistema de referencia** a un cuerpo de referencia, un sistema de coordenadas asociado a él e instrumentos de medición del tiempo.

Así, el ciclista cambia su posición respecto del espectador, pero no la cambia respecto de su compañero.

Un cuerpo está en **movimiento** si cambia de posición con respecto al sistema de referencia; en caso contrario, decimos que está en **reposo**.

Los cuerpos capaces de desplazarse reciben el nombre de **móviles**.

### La relatividad del movimiento

Fíjate en que el movimiento es relativo, ya que el estado de movimiento o reposo de un cuerpo depende del sistema de referencia elegido.

Un observador situado en tierra observa que la posición del cartel respecto a él no varía.

El cartel está en reposo respecto a un sistema de referencia situado en la estación.

Un pasajero del tren observa que el cartel se mueve.

El cartel está en movimiento respecto a un sistema de referencia situado en el tren.



MSN/B. COOP/DR

1. Juan se encuentra en una parada de autobús. El vehículo n.º 4 pasa sin detenerse a una velocidad de 40 km/h.
  - a. Si situamos el sistema de referencia en Juan, ¿el autobús n.º 4 está en reposo o en movimiento?
  - b. Si dentro del autobús n.º 4 se encuentra María y situamos el sistema de referencia en el vehículo, ¿María verá que Juan está en reposo o en movimiento?

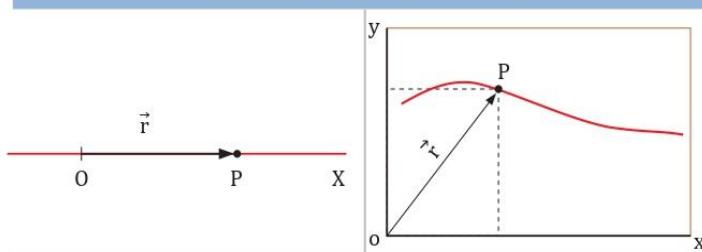
## 1.2 Posición y trayectoria

Para describir el movimiento de un cuerpo, necesitamos conocer la posición que ocupa en cada momento.

La **posición** de un móvil en un instante determinado es el punto del espacio que ocupa en ese instante.

Como sistema de referencia utilizaremos un **sistema de coordenadas** y la posición del móvil vendrá dada por su **vector posición**.

### Sistema de coordenadas



Cuando el móvil se mueve en línea recta, elegimos como sistema de referencia un eje de coordenadas que coincide con la recta sobre la que se mueve.

La posición, P, en un instante determinado vendrá dada por el vector posición  $\vec{r}$ , que une el origen 0 con el punto P.

Si el móvil se mueve sobre un plano, podemos elegir como sistema de referencia dos ejes de coordenadas.

Del mismo modo, la posición, P, en un instante determinado vendrá dada por el vector posición  $\vec{r}$ , que une el origen 0 con el punto P.

■ Tabla 1.

Si un móvil está en reposo respecto al sistema de referencia que hemos escogido, su posición no varía con el tiempo. Pero si está en movimiento, su posición irá cambiando.

Llamamos **trayectoria** a la línea imaginaria formada por los sucesivos puntos que ocupa un móvil en su movimiento.

2. Un móvil se encuentra en el punto (2 m, 4 m) en un determinado instante. Despues de 3 s, se encuentra en el punto (6 m, 1 m).

- Dibuja estas dos posiciones y sus vectores posición correspondientes en un sistema de coordenadas.

3. Di qué tipo de movimiento, según su trayectoria, realizan los siguientes cuerpos: a. Un nadador de 50 m crol; b. Una pelota de baloncesto en un lanzamiento de tiro libre; c. La rueda de un camión en marcha; d. Un montacargas; e. una puerta que se abre; f. Un esquiador al bajar por una pista.

## 2. LA RAPIDEZ EN EL CAMBIO DE POSICIÓN

En el estudio del movimiento de un cuerpo tenemos que conocer el significado del término *rapidez* y del término *velocidad*. Es decir, la mayor o menor distancia recorrida por un móvil por unidad de tiempo.

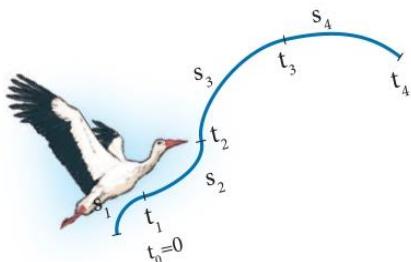


Fig. 4.

La **velocidad** es una magnitud vectorial, que representa la razón de cambio entre el vector desplazamiento y la variación de tiempo  $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$

$\Delta \vec{s} \equiv$  vector desplazamiento  
 $\Delta t \equiv$  variación del tiempo

La **rapidez** es el módulo o tamaño del vector velocidad, es una magnitud escalar.

En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad adoptada para medir la velocidad es el metro por segundo (m/s). Otra unidad de velocidad muy utilizada es el kilómetro por hora (km/h).

### Ejemplo 3

Un ave migratoria recorre las siguientes distancias en su viaje:

Tramo	Posición (km)	Tiempo (h)	Distancia recorrida $\Delta s$ (km)	Tiempo empleado $\Delta t$ (h)	Rapidez $\Delta s / \Delta t$ (km/h)
1	$s_1 = 18$	$t_1 = 0,5$	$s_1 - s_0 = 18$	$t_1 - t_0 = 0,5$	$18 / 0,5 = 36$
2	$s_2 = 63$	$t_2 = 1,5$	$s_2 - s_1 = 45$	$t_2 - t_1 = 1,0$	$45 / 1 = 45$
3	$s_3 = 123$	$t_3 = 2,5$	$s_3 - s_2 = 60$	$t_3 - t_2 = 1,0$	$60 / 1 = 60$
4	$s_4 = 144$	$t_4 = 3,0$	$s_4 - s_3 = 21$	$t_4 - t_3 = 0,5$	$21 / 0,5 = 42$

A la vista de estos cocientes, podemos afirmar que el ave ha volado con mayor rapidez en el tercer tramo, en el que el cociente  $\Delta s / \Delta t$  ha sido mayor.

### Y TAMBÉN:

La velocidad es una magnitud vectorial y se representa mediante un vector caracterizado por:

El **módulo** o valor numérico de la velocidad, denominado también rapidez.

La **dirección**, o sea, la recta que contiene el vector velocidad.

El **sentido**, indicado por la punta de la flecha del vector.



<http://geo.giiHnGAs3>

### 2.1. Velocidad media y velocidad instantánea

En el ejemplo anterior hemos visto cómo el ave migratoria se mueve a distintas velocidades en los diferentes tramos de su trayectoria.

Es decir, el cociente  $\Delta s / \Delta t$  toma valores distintos según los tramos del recorrido. Cada uno de estos valores representa un promedio de lo rápido que circula el móvil en un tramo concreto, denominado velocidad media.

La **velocidad media** es el cociente entre la distancia recorrida por el móvil y el tiempo empleado en recorrerla.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \quad s = \text{posición} \quad t = \text{tiempo} \\ s_0 = \text{posición inicial} \quad t_0 = \text{tiempo inicial}$$

La rapidez que marca continuamente el velocímetro de un auto, representa en realidad el límite cuando el intervalo de tiempo tiende a 0. Cuando tenemos cambios infinitecimales de desplazamientos y tiempos, hablamos del concepto de velocidad instantánea, que estudiaremos en los cursos siguientes.

Ejemplo 4

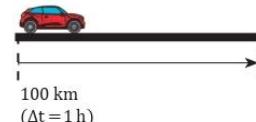
Una familia va de viaje en auto. Recorren los primeros 100 km en un tiempo de 1 h. Transcurrido este tiempo, se detienen durante 0,5 h para descansar, tras lo cual reanudan la marcha y tardan 0,5 h en cubrir los últimos 60 km que aún restan para llegar a su destino.

Al término de su viaje, desean conocer a qué velocidad se han desplazado. Para ello, realizan el siguiente cálculo:

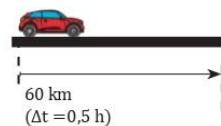
$$v_m = \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Tiempo empleado}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v_m = \frac{100 \text{ km} + 60 \text{ km}}{1 \text{ h} + 0,5 \text{ h} + 0,5 \text{ h}} = \frac{160 \text{ km}}{2 \text{ h}} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

El valor obtenido representa la velocidad media del auto en el viaje. Esto no significa que el auto haya circulado a esta velocidad durante todo el recorrido, pues algunas veces lo ha hecho a mayor velocidad, otras a menor velocidad y durante algún tiempo ha estado parado.



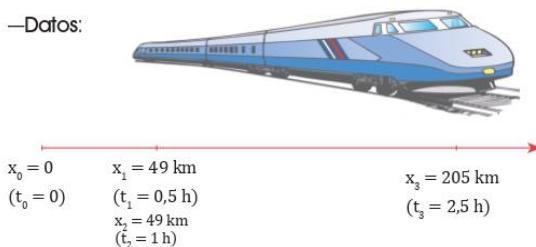
<http://goo.gl/l6fIK>



Ejemplo 5

Un tren parte del punto kilométrico 0 a las 0.00 h y, después de recorrer 49 km en un tiempo de 0,5 h, se avería, por lo que debe detenerse. Los empleados de mantenimiento subsanan la avería a la 1.00 h. En ese momento, el tren reanuda la marcha y llega a las 2.30 h a la estación de destino, situada en el punto kilométrico 205. **Calcula** la velocidad media del tren antes y después de la avería. **Expresa** el resultado en km/h y en m/s.

— **Datos:**



— Hallamos la velocidad media antes de la avería.

Puesto que se trata de un movimiento rectilíneo en el que el móvil no cambia el sentido de la marcha,  $\Delta s = \Delta x$ .

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{(49 - 0) \text{ km}}{(0,5 - 0) \text{ h}} = 98 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$98 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{m}}{1 \text{km}} \cdot \frac{1 \text{h}}{3600 \text{ s}} = 27,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

— Hallamos la velocidad media después de la avería.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_3 - x_2}{t_3 - t_2} = \frac{(205 - 49) \text{ km}}{(2,5 - 1) \text{ h}} = 104 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$104 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{m}}{1 \text{km}} \cdot \frac{1 \text{h}}{3600 \text{ s}} = 28,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

8. En una carrera participan tres autos. El número 1 recorre 5 km en 5 min, el número 2 recorre 8 km en 6 min y el número 3 recorre 2 km en 45 s.

— **Expresa** las velocidades en m/s e indica cuál de ellos llegará primero a la meta.

9. **Busca** el significado de instante y defínelo.

10. Un automóvil sale de la ciudad A a las 16.00 h y llega a la ciudad B, donde se detiene, a las 17.45 h. A las 18.45 h, el automóvil continúa la marcha y llega a la ciudad C a las 20.15 h.

— Si A y B distan 189 km, y B y C 135 km, **calcula** la velocidad media: a. en el viaje de A a B; b. en el de B a C; c. en todo el recorrido. **Expresa** el resultado en unidades del S.I.

Actividades

Y TAMBIÉN: 

Movimiento rectilíneo uniforme es aquel en que el vector velocidad se mantiene constante. Es decir, la velocidad es constante en módulo, dirección y sentido.

Ejemplo 6

En la siguiente tabla se muestra la posición en diversos instantes de un auto que se mueve con una velocidad constante de 90 km/h (25 m/s) por una autopista rectilínea.

Posición (m)	0	7 500	15 000	22 500	30 000
Tiempo (s)	0	300	600	900	1 200

$x_0 = 0$        $x_1 = 7500 \text{ m}$        $x_2 = 15000 \text{ m}$        $x_3 = 22500 \text{ m}$        $x_4 = 30000 \text{ m}$   
 $(t_0 = 0)$        $(t_1 = 300 \text{ s})$        $(t_2 = 600 \text{ s})$        $(t_3 = 900 \text{ s})$        $(t_4 = 1200 \text{ s})$

Podemos comprobar que la velocidad media es la misma para cualquier intervalo de tiempo. Por ejemplo:



http://90000/9ACfe

De  $t_1 = 300\text{s}$  a  $t_3 = 900\text{s}$ :

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_3 - x_1}{t_3 - t_1} = \frac{22500 \text{ m} - 7500 \text{ m}}{900 \text{ s} - 300 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De  $t_3 = 900\text{s}$  a  $t_4 = 1200\text{s}$ :

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_4 - x_3}{t_4 - t_3} = \frac{30000 \text{ m} - 22500 \text{ m}}{1200 \text{ s} - 900 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En un movimiento rectilíneo uniforme la velocidad media en cualquier intervalo de tiempo es siempre la misma; además, coincide con la velocidad instantánea para cualquier tiempo.

Puesto que la velocidad es constante, un objeto con MRU siempre tardará el mismo tiempo en recorrer una distancia determinada.

Un móvil se desplaza con **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)** si sigue una trayectoria rectilínea y su velocidad es constante en todo momento, recorriendo distancias iguales en iguales intervalos de tiempo.

### Ecuación del MRU

Como la velocidad media coincide con la velocidad instantánea en cualquier instante y se mantiene constante:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v \cdot \Delta t$$

Esta ecuación nos da la distancia recorrida. A partir de ella, podemos deducir la ecuación de la posición en función del tiempo.

$$x - x_0 = v(t - t_0)$$

$$x = x_0 + v(t - t_0)$$

Esta expresión constituye la **ecuación del movimiento rectilíneo uniforme** y nos da la posición que ocupa el móvil en cualquier instante.

Si comenzamos a contar el tiempo cuando el móvil se encuentra en la posición  $x_0$ , es decir,  $t_0 = 0$ , resulta:

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Ejemplo 7

Un ciervo puede alcanzar una velocidad de 80 km/h. Si mantiene esta velocidad constante durante el tiempo suficiente, calcula: a. qué distancia recorrerá en 10 s; b. qué tiempo tardará en recorrer 1 km.

—Datos:

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 22,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t_0 = 0$$

$$x_0 = 0 \quad t_1 = 10 \text{ s} \quad x_2 = 1000 \text{ m}$$

- a. La distancia recorrida en 10 s coincidirá con la posición en ese instante, puesto que hemos elegido como condiciones iniciales  $t_0 = 0, x_0 = 0$ .

$$\begin{array}{l} x_0 = 0 \quad x_1 = ? \\ (t_0 = 0) \quad (t_1 = 10 \text{ s}) \end{array} \rightarrow x_1 = x_0 + v \cdot (t_1 - t_0) = v \cdot t_1$$

$$x_1 = 22,22 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 10 \text{ s} = 222,2 \text{ m}$$

- b. Despejamos el tiempo de la ecuación del MRU.

$$\begin{array}{l} x_0 = 0 \quad x_2 = 1000 \text{ m} \\ (t_0 = 0) \quad (t_2 = ?) \end{array} \rightarrow x_2 = x_0 + v \cdot (t_2 - t_0) = v \cdot t_2$$

$$t_2 = \frac{x_2}{v} = \frac{1000 \text{ m}}{22,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 45 \text{ s}$$

Y TAMBÍEN:

El consumo mínimo en un automóvil se consigue circulando a una velocidad constante, la llamada **velocidad de crucero**, pues acelerar y frenar incrementa el consumo.

Además, en un automóvil, el consumo de combustible aumenta con la velocidad y, para valores superiores a 90 km/h, este aumento se dispara. Por esta razón, en las proximidades de las grandes ciudades la velocidad máxima se restringe a 80 km/h. Esta medida se aplica sobre todo cuando se desea bajar la contaminación.



<https://goole2way20>

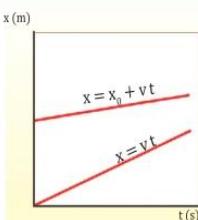
### Gráficas del MRU

Es muy útil representar gráficamente el movimiento de un cuerpo para visualizar con claridad las características.

#### Gráfica posición-tiempo (x-t)

En el eje de abscisas representamos los tiempos y, en el de ordenadas, las posiciones del móvil.

La gráfica corresponde a una recta de pendiente  $v$ , y en el caso de que  $t_0 = 0$ , ordenada en el origen  $x_0$ .

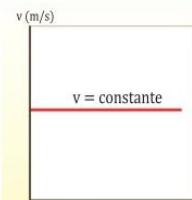


■ Tabla 2.

#### Gráfica velocidad-tiempo (v-t)

En el eje de abscisas representamos los tiempos y, en el de ordenadas, la velocidad del móvil.

La gráfica corresponde a una recta horizontal (pendiente cero) y ordenada en el origen  $v$ .



■ Tabla 3.

11. Coloca un ejemplo de movimiento rectilíneo uniforme y explica qué característica tiene la velocidad en este tipo de movimiento.
12. Pedro va al colegio caminando desde su casa. La distancia que debe recorrer es de 410 m. Si tarda 6 min 24 s en llegar, ¿cuál es la velocidad de Pedro?
13. Un ciclista se encuentra en el kilómetro 25 de una etapa de 115 km. ¿Cuánto tiempo tardará en llegar a la meta si rueda a una velocidad de 60 km/h?
14. Si los animales tuvieran sus propios juegos olímpicos, según estos datos, ¿cuál obtendría la medalla de oro en una carrera de 200 metros lisos?

Oso perezoso      0,2 km/h

Caracol      50 m/h

Tortuga      70 m/h

15. Un ave vuela a una velocidad constante de 15 m/s.

- a. Confecciona una tabla que recoja las posiciones del ave cada 5 s durante un vuelo de 30 s.
- b. Dibuja en tu cuaderno la gráfica posición-tiempo del ave a partir de los valores registrados en la tabla.

### Actividades

### 3. CAMBIOS DE VELOCIDAD

#### Y TAMBÉN:

- En cualquier movimiento con trayectoria curvilínea, la **velocidad** cambia de dirección puesto que esta es tangente a la trayectoria.



Fig. 4.

- La **aceleración** es una magnitud vectorial, al igual que el desplazamiento o la velocidad. Por tanto, se caracteriza por tres elementos: módulo, dirección y sentido.

Si analizamos los movimientos de un gimnasta en el salto de potro, podemos observar que su velocidad va cambiando:

- Cuando el gimnasta inicia la carrera, el módulo de la velocidad aumenta.
- Cuando salta, la dirección de la velocidad cambia.
- Cuando el gimnasta toma tierra, el módulo de la velocidad disminuye.

Siempre que hay un cambio en la velocidad tiene lugar una aceleración.

#### 3.1 Aceleración

La rapidez con que tiene lugar el cambio de velocidad puede ser mayor o menor. Pensemos, por ejemplo, en un auto que sale de un semáforo muy deprisa y en otro que lo hace despacio.

Así como la velocidad nos expresa la rapidez en el cambio de posición, la magnitud que nos expresa la rapidez en el cambio de velocidad se denomina aceleración

**La aceleración** de un móvil representa la rapidez con que varía su velocidad.

Para calcular la aceleración de un móvil, dividimos la variación de velocidad entre el intervalo de tiempo:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad v = \text{velocidad} \quad t = \text{tiempo}$$

$$v_0 = \text{velocidad inicial} \quad t_0 = \text{tiempo inicial}$$

La unidad de aceleración en el Sistema Internacional es el **metro por segundo al cuadrado (m/s<sup>2</sup>)**. Una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup> indica que el móvil varía su velocidad en un metro por segundo, cada segundo.

#### Ejemplo 8

Un motociclista que parte del reposo adquiere una velocidad de 12 m/s en 4 s. Más tarde, frena ante un semáforo en rojo y se detiene en 3 s. **Calcula** la aceleración: a. Al ponerse en marcha; b. Al detenerse.

a. Calculamos la aceleración.

$$v_0 = 0 \quad v = 12 \text{ m/s}$$

$$t_0 = 0 \quad t = 4 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{(12 - 0) \text{ m/s}}{(4 - 0) \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Al ponerse en marcha, la aceleración es +3 m/s<sup>2</sup>.

Si tomamos como positivo el sentido de avance de la moto, el signo positivo de la aceleración indica que su sentido es el mismo que el de la velocidad. Por tanto, la velocidad aumenta.

b. Calculamos la desaceleración de frenada del motociclista.

$$v_0 = 12 \text{ m/s} \quad v = 0 \text{ m/s}$$

$$t_0 = 0 \quad t = 3 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{(0 - 12) \text{ m/s}}{(3 - 0) \text{ s}} = -4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Al detenerse, la aceleración es -4 m/s<sup>2</sup>.

Si tomamos como positivo el sentido de avance de la moto, el signo negativo de la aceleración indica que su sentido es el contrario al de la velocidad. Por tanto, la velocidad disminuye.

### 3.2 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

De entre todos los movimientos en los que la velocidad varía o movimientos acelerados, tienen especial interés aquellos en los que la velocidad cambia con regularidad. Se trata de movimientos uniformemente acelerados.

#### Ejemplo 9

Un motociclista efectúa un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en los primeros instantes de una carrera. Describe una trayectoria rectilínea y su velocidad aumenta regularmente.

Tiempo (s)	0	1	2	3	4
Posición (m)	0	1	4	9	16
Velocidad (m/s)	0	2	4	6	8

$$\begin{array}{lllll} x_0 = 0 & x_1 = 1 \text{ m} & x_2 = 4 \text{ m} & x_3 = 9 \text{ m} & x_4 = 16 \text{ m} \\ (t_0 = 0) & (t_1 = 1 \text{ s}) & (t_2 = 2 \text{ s}) & (t_3 = 3 \text{ s}) & (t_4 = 4 \text{ s}) \\ (v_0 = 0) & (v_1 = 2 \text{ m/s}) & (v_2 = 4 \text{ m/s}) & (v_3 = 6 \text{ m/s}) & (v_4 = 8 \text{ m/s}) \end{array} \rightarrow$$

Podemos comprobar que la aceleración es la misma para cualquier intervalo de tiempo. Por ejemplo:

De  $t_0 = 0$  a  $t_2 = 2 \text{ s}$ :

De  $t_3 = 3 \text{ s}$  a  $t_4 = 4 \text{ s}$ :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_4 - v_3}{t_4 - t_3} = \frac{(8 - 6) \text{ m/s}}{(4 - 3) \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Un móvil se desplaza con **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)** si sigue una trayectoria rectilínea y su aceleración es constante y no nula.

### Ecuaciones del MRUA

Para poder efectuar cálculos con MRUA, es necesario conocer las relaciones matemáticas que existen entre las magnitudes velocidad-tiempo y posición-tiempo.

#### Ecuación velocidad-tiempo

$$\text{Partimos de: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v - v_0 = a \cdot t$$

Si comenzamos a contar el tiempo cuando el móvil tiene la velocidad inicial  $v_0$ , es decir, si  $t_0 = 0$ , resulta:

De donde deducimos la ecuación:  $v = v_0 + a \cdot t$  que nos permite calcular la velocidad en cualquier instante  $t$ .

#### Ecuación posición-tiempo

Partimos de la expresión de la velocidad media.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Si comenzamos a contar el tiempo cuando el móvil se encuentra en la posición inicial ( $t_0 = 0$ ):  $v_m = \frac{x - x_0}{t}$

Por otra parte, en el MRUA el valor de  $v_m$  coincide con la media de la velocidad inicial y la velocidad final:

$$v_m = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$\text{Igualamos las dos expresiones: } \frac{x - x_0}{t} = \frac{v_0 + v}{2}$$

Sustituimos  $v$  por su valor ( $v = v_0 + a \cdot t$ ):

$$\frac{x - x_0}{t} = \frac{v_0 + (v_0 + a \cdot t)}{2} = \frac{2v_0 + a \cdot t}{2}$$

$$\frac{x - x_0}{t} = v_0 + \frac{1}{2} + a \cdot t \Rightarrow x - x_0 = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

De donde obtenemos la ecuación:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

que nos permite calcular la posición en cualquier instante  $t$ .

■ Tabla 4.

# I. LAS FUERZAS Y SU EQUILIBRIO

La existencia de fuerzas en la naturaleza es un hecho bien conocido y fácil de observar. El viento mueve las hojas de los árboles, la corriente de un río arrastra un tronco, la red de una portería detiene un balón... Nosotros mismos ejercemos continuamente fuerzas muy diversas: al sostener un libro, al tirar de la puerta.

Sin embargo, debemos precisar: ¿cómo debe ser una acción para que sea calificada como fuerza?; ¿cuáles efectos debe producir?

## 1.1. Tipos de fuerza

En la naturaleza se pueden presentar fuerzas de diversas clases:

- Fuerzas eléctricas, como las que se manifiestan entre cuerpos que tienen cargas eléctricas.
- Fuerzas magnéticas, como las que ejerce un imán sobre los objetos de hierro.
- Fuerzas gravitatorias, como aquellas fuerzas con las que la Tierra atrae los cuerpos situados a su alrededor.
- Fuerzas nucleares, como las que mantienen unidos los protones y los neutrones en el interior del núcleo atómico.

## 1.2. La fuerza como vector

Algunas magnitudes, como la fuerza quedan totalmente determinadas cuando, además de su valor o módulo, conocemos su dirección y sentido.

Los **elementos del vector fuerza** son:

- Punto de aplicación:** es el punto sobre el cual se aplica la fuerza. En el vector de la imagen, el punto O.
- Módulo:** es la intensidad de la fuerza. En el caso de la imagen, vale 3 unidades.
- Dirección:** es la recta sobre la que actúa el vector fuerza. En este caso, la recta  $r$ .
- Sentido:** indica cuál de las dos orientaciones posibles adopta la fuerza. En este caso, hacia la derecha.

## 1.3. El peso de los cuerpos

Todos los cuerpos que se hallan sobre la superficie de la Tierra o próximos a ella son atraídos con una fuerza de naturaleza gravitatoria que depende de la masa del cuerpo y llamamos peso.

Se denomina **peso** de un cuerpo a la fuerza de atracción gravitatoria que la Tierra ejerce sobre él.

### Módulo

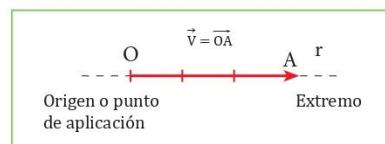
El peso es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la aceleración de la gravedad,  $g$ .

$$p = m \cdot g$$

A pequeñas distancias de la superficie terrestre podemos suponer que  $g$  es constante e igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

### Dirección y sentido

El peso de un cuerpo siempre se dirige hacia el centro de la Tierra. En la imagen vemos cómo se representa. Observa que se aplica sobre un punto imaginario llamado **centro de gravedad**. Si el cuerpo es homogéneo, su centro de gravedad coincide con el centro geométrico. Si no, se sitúa próximo a las partes más pesadas.



■ Elementos del vector fuerza.



Prohibida su reproducción

Prohibida su reproducción

## ● 2. LAS LEYES DE NEWTON

Como ya hemos visto, las fuerzas son acciones capaces de modificar el estado de reposo o de movimiento de los cuerpos. La relación que existe entre las fuerzas y el movimiento es objeto de estudio de una parte de la física que llamamos **dinámica**.

La dinámica se ocupa de:

- Determinar qué clase de movimiento producen las fuerzas cuando actúan sobre los cuerpos.
- Descubrir qué fuerzas están presentes en un cuerpo en movimiento.

El núcleo central de la dinámica lo constituyen las leyes de Newton: *ley de la inercia*, *ley fundamental de la dinámica* y *ley de acción y reacción*.

### 2.1. Primera ley de Newton: Ley de Inercia

Sabemos por experiencia que para que un cuerpo que está en reposo se ponga en movimiento tenemos que aplicar una fuerza sobre él. También sabemos que si un cuerpo se mueve con velocidad constante, es necesario aplicarle una fuerza para que se detenga.

**Observa** el caso de un niño que se columpia.



Hasta que la monitora no empuja el columpio, el niño permanece en su estado de reposo.

Una vez iniciado el movimiento, este permanecerá hasta que se aplique una fuerza para detenerlo.



Fig. 5.

- La fuerza de rozamiento aparece siempre que un cuerpo se desliza sobre una superficie y se opone al movimiento.

La primera ley de Newton resume experiencias como esta.

Un cuerpo permanece en su estado de **reposo** o de **movimiento rectilíneo** uniforme si no actúa ninguna fuerza sobre él, o bien, si la **resultante** de las fuerzas que actúan es **nula**.

La propiedad de la materia de no poder cambiar su estado de reposo o de movimiento por sí misma recibe el nombre de **inercia**.

Puede parecer que la ley de la inercia está en contradicción con la vida cotidiana, porque, en situaciones normales, sobre un cuerpo siempre actúa alguna fuerza (el peso, el rozamiento...). Sin embargo, en el espacio exterior, alejada de la influencia de planetas y estrellas, una nave espacial mantendría su movimiento rectilíneo uniforme al no actuar ninguna fuerza sobre ella.

## 2.2. Segunda ley de Newton: ley fundamental de la dinámica

La primera ley de Newton nos dice qué le pasa a un cuerpo si sobre él no actúa ninguna fuerza. Ahora bien, ¿qué le pasará a un cuerpo si existe una fuerza resultante que actúa sobre él? La segunda ley de Newton resuelve esta cuestión.

**Observa** esta experiencia. Se aplica una fuerza  $F$  a un carrito en reposo. Este adquiere una aceleración  $a$  e inicia un MRUA. Fíjate en que la aceleración que adquiere depende de la fuerza aplicada.

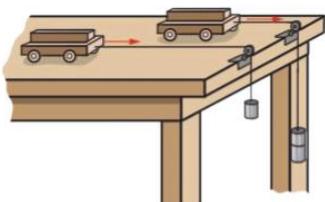


Fig. 6.

$F$ (N)	$a$ ( $m/s^2$ )	$\frac{F}{a}$ (kg)
0,25	1	0,25
0,50	2	0,25
0,75	3	0,25
1	4	0,25

Tabla 3.

### Y TAMBÍEN:

La masa de un cuerpo es una medida de su inercia. Cuanto mayor es la masa, mayor es la inercia, es decir, la tendencia a permanecer en el estado de reposo o de MRU.

La razón entre la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo y la aceleración que adquiere el cuerpo como consecuencia de dicha fuerza es una constante igual a la **masa** del cuerpo.

La constatación de este hecho constituye el enunciado de la **segunda ley de Newton**.

Si sobre un cuerpo actúa una **fuerza resultante**, este adquiere una **aceleración directamente proporcional** a la fuerza resultante, siendo la masa del cuerpo la **constante de proporcionalidad**.

### Ejemplo 5

Sobre un trineo de 80 kg de masa, inicialmente en reposo, se aplica una fuerza constante de 280 N.

**Calcula:**

a. La aceleración adquirida por el trineo.

— Datos:  $m = 80 \text{ kg}$      $F = 280 \text{ N}$      $t = 5 \text{ s}$

b. Aplicamos la ley fundamental de la dinámica para determinar la aceleración.

$$F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{280 \text{ N}}{80 \text{ kg}} = 3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

c. La distancia recorrida en 5 s.

d. Hallamos la distancia recorrida en 5 s, aplicando la ecuación del MRUA. La distancia recorrida en 5 s.

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5\text{s})^2 = 43,8 \text{ m}$$

8. **Explica** ¿qué experimentará una persona que viaja de pie en un autobús urbano cuando este acelera bruscamente? ¿Y si frenna?

- A partir de esta situación, razona por qué es importante llevar atado el cinturón de seguridad cuando se viaja en un automóvil.

9. Una fuerza de 64,8 N actúa sobre un cuerpo de 12 kg de masa, que inicialmente está en reposo. **Calcula:**

- a. La aceleración que adquiere el cuerpo.  
b. La velocidad que alcanzará en 2,5 s.

### Actividades

### 2.3. Tercera Ley de Newton: Ley de acción y reacción

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, ¿cómo responde este segundo cuerpo? Para comprenderlo, observa estos ejemplos.



Estos ejemplos nos hacen ver que una fuerza no puede existir de forma aislada, sino que siempre va acompañada de una fuerza de reacción que actúa en sentido contrario. La tercera ley de Newton recoge este principio.

Si un cuerpo ejerce una fuerza, que llamamos **acción**, sobre otro cuerpo; este, a su vez, ejerce sobre el primero otra fuerza, que denominamos **reacción**, con el **mismo módulo** y la misma **dirección**, pero de **sentido contrario**.

Características de las fuerzas de acción y reacción		
Son simultáneas	Se ejercen sobre cuerpos diferentes	A veces alguna de estas fuerzas no se aprecia
Una fuerza aparece como reacción a la otra, pero ambas fuerzas actúan simultáneamente.	 <p>Estas fuerzas, aunque son opuestas, no se anulan mutuamente, ya que cada una se aplica a un cuerpo distinto. Por eso pueden producir efectos notables sobre los cuerpos.</p>	 <p>En ocasiones, alguno de los cuerpos no resulta acelerado por el hecho de que posee una gran masa o porque existen otras fuerzas mayores que se oponen al movimiento.</p>

■ Tabla 4.

10. Si un muchacho golpea una pelota de tenis con una raqueta, la pelota adquiere un movimiento acelerado, mientras que el muchacho no adquiere aceleración alguna.  
— Este hecho, ¿está en contradicción con la tercera ley de Newton? **Justifica** tu respuesta.
11. Una bola de billar rueda por una mesa con velocidad constante hasta chocar con otra bola que inicialmente está en reposo. En ese momento la primera bola se detiene y la segunda se pone en movimiento. **Justifica** estos hechos a partir de las tres leyes de Newton.

### Actividades

## 3. APLICACIONES DE LAS LEYES DE NEWTON

Como ya sabes, la dinámica estudia cómo es el movimiento de un cuerpo cuando actúa sobre él una fuerza.

Para resolver los problemas de dinámica, aplicamos las leyes de Newton. Sin embargo, previamente debemos conocer qué fuerzas actúan sobre un cuerpo y dibujarlas en un esquema.

Dos tipos de fuerzas, que aparecen frecuentemente en estos problemas y con las que debes familiarizarte, son las *fuerzas normales* y las *fuerzas de rozamiento*.

### 3.1. Fuerza normal

En la imagen de la derecha vemos un monitor situado sobre un soporte. Sobre el monitor actúa la fuerza de su peso, p. ¿Cómo puede ser, entonces, que este no caiga al suelo?

El monitor no cae porque sobre él actúa también otra fuerza, N, ejercida por el soporte, que lo sostiene.

Llamamos **fuerza normal** (N) a la fuerza que ejerce la superficie de apoyo de un cuerpo sobre este.

La fuerza normal es una fuerza de reacción a la fuerza que el cuerpo ejerce sobre la superficie. Siempre es perpendicular (o normal) a dicha superficie, de ahí su nombre.

Ahora veremos cómo se representa la fuerza normal sobre los cuerpos en algunos casos sencillos y cómo se puede calcular su valor aplicando las leyes de Newton.

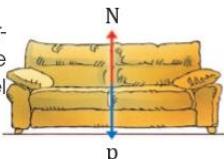


Fig. 7.

### Ejemplo 6

Representa las fuerzas que actúan sobre los siguientes cuerpos y calcula la fuerza normal aplicando las leyes de Newton:

- Un sofá de 120 kg de masa que se apoya sobre una superficie horizontal.
- Un cubo de agua de 3 kg que se apoya en el suelo y sobre el que se ejerce una fuerza vertical hacia arriba de 18 N.
- Representamos las fuerzas que actúan sobre el sofá y calculamos el peso.



$$\begin{aligned} p &= m \cdot g \\ p &= 120 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ p &= 1176 \text{ N} \end{aligned}$$

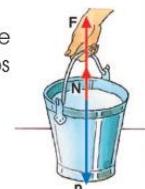
El sofá permanece en reposo. Por tanto, según la ley de la inercia, la fuerza resultante es nula.

$$\begin{aligned} N - p &= 0 \\ N &= p = 1176 \text{ N} \end{aligned}$$

La fuerza normal tiene la misma dirección que el peso del cuerpo y sentido contrario. Su módulo es igual al valor del peso.

- Representamos las fuerzas que actúan sobre el cubo y calculamos el peso.

$$\begin{aligned} p &= m \cdot g \\ p &= 3 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ p &= 29,4 \text{ N} \end{aligned}$$



El peso es mayor que la fuerza que se aplica para levantar el cubo. Por tanto, el cubo permanece en reposo y el peso se compensa con la fuerza F y la normal.

$$\begin{aligned} N + F - p &= 0 \\ N &= p - F = 29,4 \text{ N} - 18 \text{ N} = 11,4 \text{ N} \end{aligned}$$

La fuerza normal tiene la misma dirección que el peso del cuerpo y sentido contrario. Sin embargo, ahora su módulo es inferior al valor del peso.



<http://goo.gl/feefs>

### 3.2. Fuerzas de rozamiento

Sabemos, por experiencia, que para arrastrar un objeto pesado sobre una superficie debemos ejercer una fuerza considerable. Si la fuerza que aplicamos no es suficiente, el objeto no se moverá.

Lo que ocurre es que entre un cuerpo y la superficie sobre la cual se apoya o se desplaza aparece una fuerza que se opone al movimiento y que recibe el nombre de *fuerza de rozamiento*.

Llamamos *fuerza de rozamiento*,  $F_r$ , a la fuerza que aparece en la superficie de contacto de los cuerpos, oponiéndose al movimiento de estos.

#### Características de la fuerza de rozamiento

- Siempre es paralela a la superficie de contacto y tiene sentido contrario al movimiento que efectúa el cuerpo o al que se pretende provocar en él.
- Depende de la naturaleza y del estado de las superficies de los cuerpos, pero no del área de contacto. Cuanto más lisas sean estas superficies, menor será la fuerza de rozamiento.
- La fuerza de rozamiento que se opone al inicio de un movimiento es mayor que la fuerza que existe cuando el cuerpo ya está en movimiento.
- En el caso de un cuerpo en movimiento, es proporcional a la fuerza normal que se ejerce entre las dos superficies en contacto.

- La fuerza de rozamiento no depende del área de contacto de los cuerpos, esto se ha comprobado experimentalmente.

$$F_r = \mu \cdot N$$

La constante de proporcionalidad recibe el nombre de coeficiente de rozamiento,  $\mu$ .

En el caso de un cuerpo en reposo, la *fuerza de rozamiento estática*, compensa exactamente la fuerza aplicada en la dirección paralela a la superficie de contacto, hasta llegar a un valor máximo. Cuando se alcanza este valor, el cuerpo comienza a deslizarse, y actúa sobre él una *fuerza de rozamiento cinética*.

#### Ejemplo 7

Sobre un cuerpo de 10 kg, que inicialmente está en reposo sobre un plano horizontal, se aplica una fuerza de 80 N en la dirección paralela al plano. Si el coeficiente de rozamiento para el cuerpo en movimiento vale 0,5, **calcula**: a. La aceleración del cuerpo; b. La velocidad que alcanza en 10 s y la distancia recorrida en este tiempo.

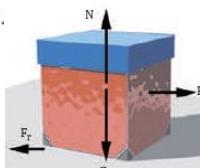
—Representamos las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

La normal  $N$  y el peso  $p$  se compensan.

Por tanto, la resultante es  $F - F_r$ .

a. Calculamos la normal y la fuerza de rozamiento.

$$N = p = m \cdot g =$$



$$= 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 98 \text{ N}$$

$$F_r = \mu \cdot N = 0,5 \cdot 98 \text{ N} = 49 \text{ N}$$

Aplicamos la ley fundamental de la dinámica.

$$= 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{F - F_r}{\text{m}} = \frac{(80 - 49) \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 3,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b. Para determinar la velocidad y la distancia recorrida, aplicamos las ecuaciones del MRUA.

$$v = v_0 + a \cdot t = 0 + 3,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s} = 31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 3,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (10 \text{ s})^2$$

$$x = 155 \text{ m}$$

12. **Dibuja** un esquema de las fuerzas que actúan sobre los siguientes cuerpos:

- Una estatua fija en un pedestal;
- Una mesa apoyada en el suelo sobre la cual se ejerce una fuerza vertical hacia abajo.

13. Un baúl de 10,5 kg está apoyado en el suelo. Si se tira de él verticalmente hacia arriba con una fuerza de 52,9 N, **determina** el valor de la normal.

14. **Explica** por qué cuando un automóvil toma una curva sobre un pavimento helado corre el riesgo de deslizarse.

15. Un armario de 120 kg es empujado con una fuerza horizontal de 580 N. Si el coeficiente de rozamiento para el cuerpo en movimiento vale 0,4, **calcula**: a. la aceleración que adquiere; b. la velocidad y la distancia recorrida en 5 s.

#### Actividades

# UNIDAD

# 4

## CONTENIDO:

- **Modelo atómico**
- **Números cuánticos, distribución electrónica**
- **Tabla periódica, tipos de elementos**
- **Propiedades físicas y químicas de los**

# I. MODELO ATÓMICO

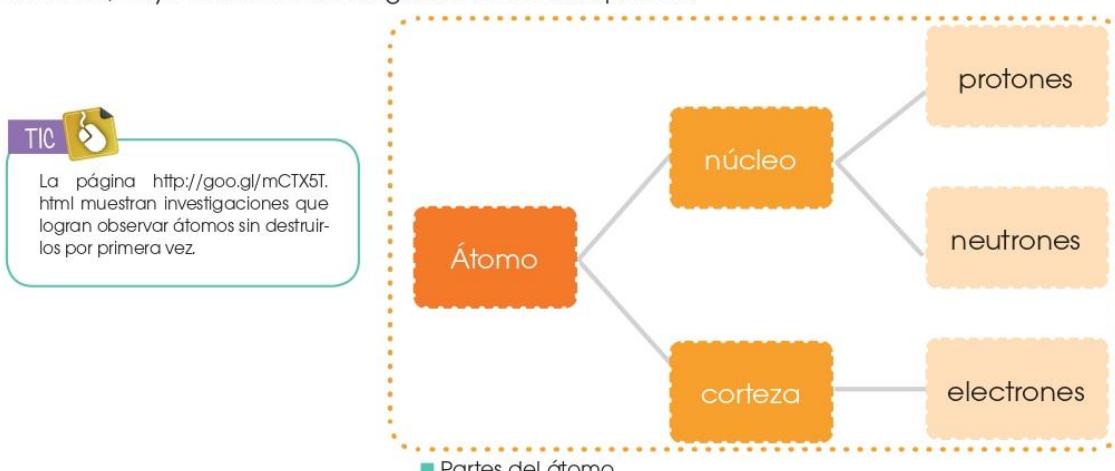
## 1.1. El átomo

Cada uno de los objetos que puedes ver a tu alrededor ocupa un espacio y puede medirse. Estos objetos reciben el nombre de *materia*, por lo tanto, podemos decir que la *materia* es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa.

En el siglo V a. C., Demócrito postuló que la materia estaba formada por partículas muy pequeñas e indivisibles: los átomos. Estos no se pueden dividir, por tanto el átomo es la unidad constituyente más pequeña de la materia que posee las propiedades de un elemento químico.

## 1.2. Teoría atómica

El átomo está formado por un núcleo con protones y neutrones y por varios electrones en sus orbitales, cuyo número varía según el elemento químico.



A principios del siglo XIX, el químico inglés J. Dalton retomó la idea de los átomos en su teoría atómica, en la que consideró que estos eran esferas indivisibles y elementales constituyentes de la materia.

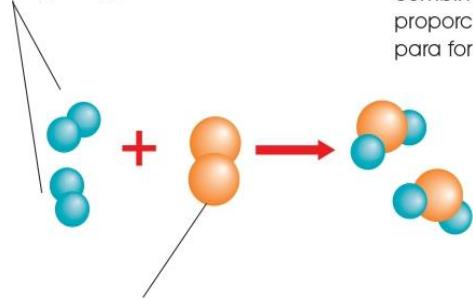
### Teoría de Dalton

En 1808, John Dalton enunció su célebre teoría atómica que justifica estos postulados.

- La materia está formada por pequeñas partículas, separadas e indivisibles, llamadas *átomos*.
- La materia que tiene todos sus átomos iguales es un *elemento*.
- Los átomos de los diferentes elementos se distinguen por su masa y sus propiedades.
- Los átomos de elementos distintos pueden unirse en cantidades fijas para originar compuestos.
- Los átomos de un determinado compuesto o átomos compuestos son también iguales en masa y en propiedades.

Tres años más tarde, en 1811, el químico italiano Amadeo Avogadro denominó *moléculas* a los átomos compuestos de Dalton.

Moléculas de hidrógeno formadas por dos átomos de hidrógeno iguales entre sí.



Los átomos de hidrógeno y de oxígeno se combinan entre sí en proporción 2:1 para formar agua.

Las moléculas de agua son todas iguales entre sí.

#### ■ Formación de moléculas de agua

Para resolver cómo se situaban las partículas dentro de los átomos, surgieron, a partir de principios del siglo XX, distintos modelos atómicos.

#### Y TAMBIÉN: ¡?

Demócrito pensaba que toda la materia estaba constituida por partículas muy pequeñas e indivisibles.

Según él, toda la materia está formada por átomos de cuatro elementos: fuego, tierra, agua y aire.



La teoría de Demócrito era intuitiva y no se apoyaba en la experimentación, por lo que no tiene validez científica. Contrariamente, la teoría atómica de Dalton se apoya en hechos experimentales y, por ello, sí tiene validez científica.

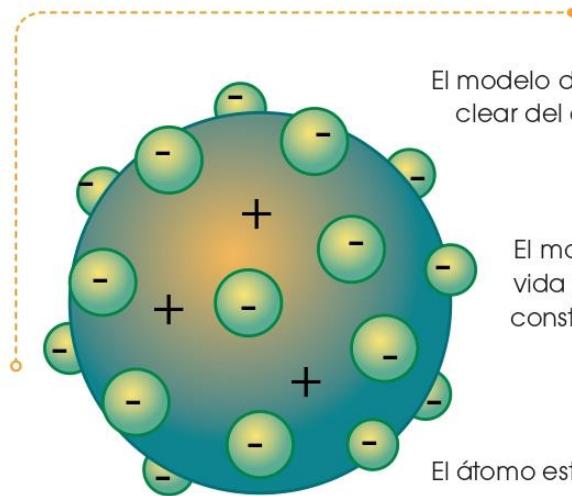
Un **modelo** es una simplificación de la realidad, utilizada para explicar los hechos experimentales. Si aparece un hecho experimental que no se explica con un modelo, este debe modificarse o rechazarse.

### Teoría de Thomson

En 1904, Joseph J. Thomson propuso un modelo muy elemental: el átomo está constituido por una esfera de materia con carga positiva, en la que se encuentran encajados los electrones en número suficiente para neutralizar su carga.

La distribución de las cargas propuesta por Thomson explicaba la aparición de los rayos catódicos y los rayos canales:

- Al desprenderse los electrones de los átomos, forman los **rayos catódicos**, que se desplazan hacia el ánodo.
- El resto del átomo, con carga positiva, se dirige hacia el cátodo y forma los **rayos canales**.



El modelo de Thomson presenta una visión estática y no nuclear del átomo.

El modelo atómico propuesto por Thomson tuvo una vida muy corta, pero fue de gran importancia, ya que constituye el inicio del estudio profundo del átomo.

El átomo está formado por protones y electrones.

■ Modelo atómico de Thomson

El físico inglés J. J. Thomson (1856-1940) constató que los **rayos catódicos** estaban constituidos por **partículas negativas** cuya naturaleza era independiente del gas que se encerraba en el tubo. Este hecho le llevó a pensar que las partículas en cuestión debían ser partículas constituyentes fundamentales de toda la materia: los **electrones**.

En 1911, el físico americano R. Millikan determinó experimentalmente el valor de la carga del electrón. De ese dato, y de otros anteriores, se dedujo el valor de su masa.

$$\text{Carga del electrón: } -e = -1,602\,189 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Masa del electrón: } me = 9,109\,534 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Las partículas de los rayos canales con menor masa correspondían al elemento más ligero, el hidrógeno. Además, la carga de estas partículas y la del electrón eran iguales en valor absoluto, aunque sus masas fuesen muy diferentes. Por este motivo, se consideró que el núcleo de hidrógeno debía constituir otra partícula fundamental del átomo: el **protón**.

El protón fue observado por primera vez en 1919 por Rutherford y Chadwick, al bombardear ciertos átomos con partículas alfa.

$$\text{Carga del protón: } +e = +1,602\,189 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Masa del protón: } mp = 1,672\,649 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Su masa es unas 1840 veces la masa del electrón.



## 1.8 Número cuánticos

Cada electrón del átomo está representado por cuatro números cuánticos:

- n: número cuántico principal.
- l: número cuántico orbital o de momento angular.
- ml: número cuántico magnético.
- ms: número cuántico de spin.

### Número cuántico principal (n)

El número cuántico principal ( $n$ ) solo puede tomar valores naturales 1, 2, 3, 4... Cada valor designa un nivel, el cual está relacionado con el tamaño y la energía del orbital.

A mayor valor de  $n$ , mayor es la distancia promedio del electrón respecto al núcleo.

El primer nivel es el de menor energía, y los siguientes, cada vez más alejados del núcleo, tienen energías mayores.

### Número cuántico secundario (l)

En número cuántico secundario toma valores enteros ( $l = n - 1$ ):

$$\begin{array}{ll} s &= 2 \\ p &= 6 \\ d &= 10 \\ f &= 14 \end{array}$$

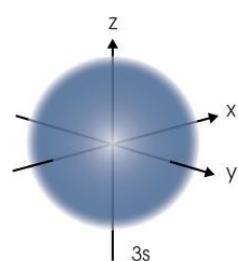
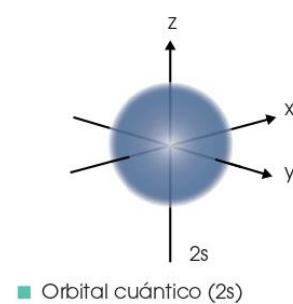
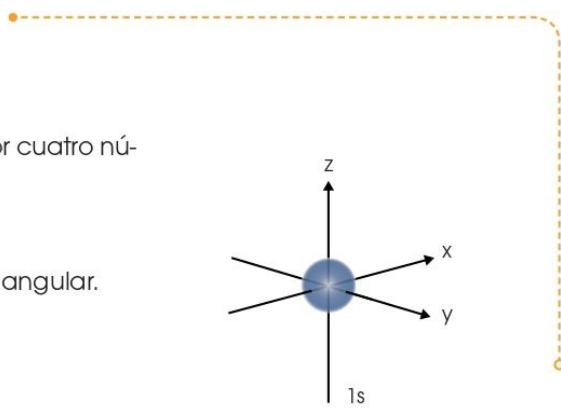
Este número está relacionado con la forma del orbital que ocupa el electrón.

Un **orbital atómico** es una región del espacio, en torno al núcleo, donde la probabilidad de encontrar el electrón con una determinada energía es muy grande.

### Número cuántico magnético (ml)

Sus valores dependen del valor de  $l$ , de manera que puede tomar todos los valores enteros comprendidos entre  $-l$  y  $+l$ , incluido el cero.

Está relacionado con la orientación del orbital en el espacio.

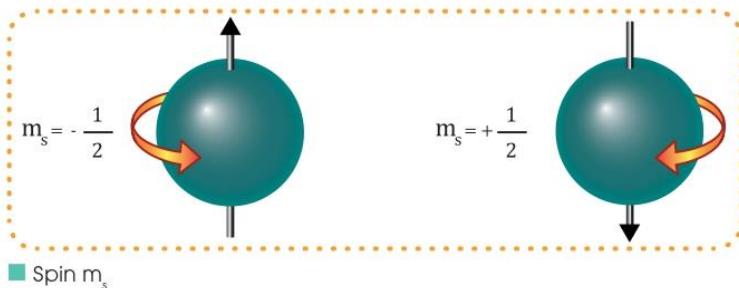


$l$	0	1	2	3
$m_l$	0	-1, 0, +1	-2, -1, 0, +1, +2	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3
Tipo de orbital	s	p	d	f
Denominación de los orbitales	ns	np	nd	nf

Y TAMBÍEN: 

El físico holandés Pieter Zeeman descubrió el efecto que describe la división de una línea espectral en varios componentes si el elemento se coloca en presencia de un campo magnético.

### Número cuántico *spin* ( $m_s$ )



Solo puede tomar los valores  $+\frac{1}{2}$  y  $-\frac{1}{2}$ . Está relacionado con el giro del electrón respecto a su eje, lo que genera un campo magnético con dos posibles orientaciones, según el sentido del giro.

Una vez descritos los cuatro números cuánticos, es fácil comprender que cada orbital atómico está representado por los tres números cuánticos  $n$ ,  $l$  y  $m_l$ , que suelen designarse por un número (el nivel) y una letra (el subnivel) mientras que la descripción de cada electrón en el átomo requiere, además, del cuarto número cuántico,  $m_s$ .

La tabla siguiente muestra la distribución de los electrones por niveles y orbitales.

Distribución de electrones por niveles y orbitales

Nivel de energía ( $n$ )	1	2	3	4
Número total de orbitales ( $n^2$ )	1	4	9	16
Tipo de orbitales	s	s p	s p d	s p d f
Número de orbitales de cada tipo	1	1 3	1 3 5	1 3 5 7
Denominación de los orbitales	1s	2s 2p	3s 3p 3d	4s 4p 4d 4f
Número máximo de electrones en los orbitales	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14
Número máximo de electrones por nivel ( $2n^2$ )	2	8	18	32

■ Distribución de electrones por niveles y orbitales

## 1.9. Distribución electrónica

### Principios de ordenamiento



Al acceder a la página <https://youtube/9PD4IOTDCTE> podrás resolver algunas inquietudes sobre configuración electrónica.

### Regla de la construcción

"La configuración electrónica fundamental se obtiene colocando los electrones uno a uno en los orbitales disponibles del átomo en orden creciente de energía".

### Principio de exclusión de Pauli

"Dos electrones de un mismo átomo no pueden tener los cuatro números cuánticos iguales".

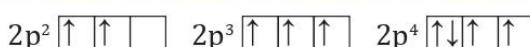
Como cada orbital está definido por los números cuánticos  $n$ ,  $l$  y  $m_l$ , solo quedan dos posibilidades,  $m_s = +1/2$  y  $m_s = -1/2$ , que físicamente queda reflejado en que cada orbital (definido por  $n$ ,  $l$  y  $m_l$ ) puede contener un máximo de dos electrones, y estos deben tener spins opuestos (electrones apareados).

Abreviadamente solemos escribir el número de electrones en cada subnivel mediante un superíndice. Por ejemplo:  $2p^3$  representa que en el conjunto de orbitales  $2p$  hay tres electrones.

### Regla de la máxima multiplicidad de Hund

"Cuando varios electrones ocupan orbitales degenerados, de la misma energía, lo harán en orbitales diferentes y con spins paralelos (electrones desapareados), mientras sea posible".

Por ejemplo, si deben colocarse tres electrones en orbitales  $2p$ , lo harán desapareados, es decir, en orbitales diferentes. En cambio, si se trata de cuatro electrones, dos de ellos deben aparearse (se colocan en el mismo orbital), mientras que los otros dos permanecen desapareados (en orbitales diferentes).



### Diagrama de Moeller

Niveles	electrones
1	2
2	8
3	18
4	32
5	32
6	32
7	32

La distribución de los electrones de un átomo en orbitales recibe el nombre de **configuración electrónica**. Cuando esta es la de menor energía, se trata de la configuración electrónica **fundamental**.

A partir del diagrama de los niveles energéticos nos da a conocer la secuencia para llenar los orbitales siendo:

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup> 4p<sup>6</sup> 5s<sup>2</sup> 4d<sup>10</sup> 5p<sup>6</sup> 6s<sup>2</sup> 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6p<sup>6</sup> 7s<sup>2</sup> 5f<sup>14</sup> 6d<sup>10</sup> 7p<sup>6</sup>

Los niveles de energía corresponden a los números del 1 al 7. Los subniveles son s, p, d y f. Los exponentes, el número máximo de electrones que tiene cada subnivel: s hasta dos electrones; p hasta seis; d hasta diez; y f hasta catorce electrones. Los números grandes de la derecha indican el número total de electrones por cada nivel de energía.

Los subniveles se ordenan de arriba hacia abajo, en orden creciente de energía, como se muestra en la figura.

A los orbitales los representamos con: □ ○ —

A los electrones con: ↑ ↓

El número atómico del elemento nos indica que el número de electrones es igual al número de protones en un átomo neutro. Los electrones se colocan en los subniveles en el orden que indica el diagrama de Moeller. El número de electrones se indica mediante un superíndice. Debemos tener en cuenta el número máximo de electrones que caben en los distintos subniveles:

- Oxígeno (Z = 8)

$$\begin{array}{c} 1 \uparrow \downarrow \\ 1s^2 \end{array} \quad \begin{array}{c} \uparrow \downarrow \\ 2s^2 \end{array} \quad \begin{array}{c} \uparrow \downarrow \\ 2s^4 \end{array} \quad \begin{array}{c} \uparrow \\ 2s^4 \end{array}$$

**Resumen:** tres orbitales llenos y dos orbitales semillenos.

### Y TAMBÍEN: ¿?

A los orbitales solemos representarlos por cuadros o guiones, cercanos entre sí cuando se trata de orbitales degenerados, y separados cuando son de distinta energía.

A los electrones solemos representarlos por flechas dentro de cada recuadro o guion, hacia arriba ( $\uparrow$ ) si se trata de:

$$m_s = +\frac{1}{2}$$

y hacia abajo ( $\downarrow$ ) si se trata de:

$$m_s = -\frac{1}{2}$$

Es habitual representar el *spin* de un electrón solitario en un orbital mediante la flecha hacia arriba ( $\uparrow$ ).

### Ejemplo 2

## 2.1. Tabla periódica

Permite establecer relaciones entre los diferentes elementos, sus propiedades y su comportamiento químico.

En 1869, el ruso Dimitri Mendeleiev y, en 1870, el alemán Lothar Meyer, de manera independiente, presentaron su tabla periódica con 63 elementos.

La tabla periódica de ese tiempo presentaba estas características:

- Los elementos aparecían ordenados en filas horizontales en las que su masa atómica aumentaba de izquierda a derecha.
- Los elementos de una misma columna vertical tenían propiedades semejantes. Sin embargo, para agruparlos fue necesario invertir el orden de masas atómicas de algunos elementos; cambiar el valor entonces conocido de la masa atómica de ciertos elementos; dejar huecos para elementos cuyas características se predecían, pero que aún no habían sido descubiertos.

El científico británico Henry Moseley encontró una manera experimental de determinar el número atómico. Conocidos los valores de los números atómicos ( $Z$ ) de los elementos, los colocó en orden creciente y observó que todos quedaban en el lugar adecuado según sus propiedades.

■ Tabla periódica

## Ley periódica

La disposición de los elementos en el sistema periódico actual no se produce al azar, sino que responde a la llamada *ley periódica*, que se enuncia así:

"Muchas propiedades físicas y químicas de los elementos varían con regularidad periódica cuando estos se sitúan por orden creciente de su número atómico".

La tabla periódica actual consiste en un cuadro de doble entrada en el que los elementos están agrupados en siete períodos (filas) y dieciocho grupos (columnas). Veamos la siguiente característica:

- En cada período aparecen los elementos para los que el último nivel de su configuración electrónica coincide con el número del período, situados por orden creciente del número atómico.

La Tabla Periódica presenta siete períodos, numerados del 1 al 7. El número de elementos que contiene cada período es variable:

Configuraciones electrónicas de los elementos del período 3					
11 23,0 Na Sodio	Na (Z = 11)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>1</sup>	15 31,0 P Fósforo	P (Z = 15)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>
14 28,1 Si Silicio	Si (Z = 14)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	18 39,9 Ar Argón	Ar (Z = 18)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>

- El período 1 contiene 2 elementos.
  - Los períodos 2 y 3 contienen 8 elementos cada uno.
  - Los períodos 4 y 5 contienen 18 elementos cada uno.
  - Los períodos 6 y 7 contienen 32 elementos cada uno, ya que incluyen, respectivamente, los lantánidos y los actínidos.
  - En cada grupo aparecen los elementos que presentan el mismo número de electrones en el último nivel ocupado, o capa de valencia.
- Así, por ejemplo, los elementos del grupo 15 contienen cinco electrones en su capa más extensa.

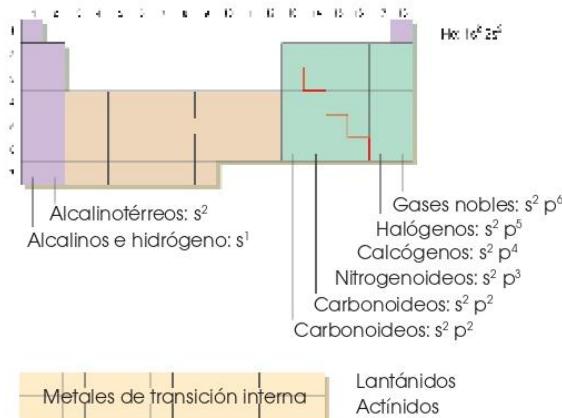
Configuraciones electrónicas de los elementos del grupo 15					
7 14,0 N Nitrogeno	N (Z = 7)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>			
15 31,0 P Fósforo	P (Z = 15)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>			
33 74,9 As Asetíno	As (Z = 33)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>3</sup>			
51 121,8 Sb Antimonio	Sb (Z = 51)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>3</sup>			
83 209,0 Bi Bismuto	Bi (Z = 83)	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 3d <sup>10</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 4d <sup>10</sup> 5p <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6p <sup>3</sup>			

## Tabla periódica moderna

### Estructura electrónica

Al comparar la configuración electrónica de los elementos con su situación en la tabla periódica, observamos que:

- Todos los elementos de un mismo período tienen el mismo número de niveles electrónicos, completos o no. Este número coincide con el número del período (tabla).
- Los elementos de un mismo grupo presentan la misma estructura electrónica en su nivel más externo, o capa de valencia.



- Los **elementos representativos** de las columnas 1 y 2 y el helio tienen un orbital de valencia del tipo  $s$ .
- Los **elementos representativos** de las columnas 13 a 18 tienen orbitales de valencia del tipo  $p$ .
- Los **metales de transición** tienen orbitales del tipo  $d$  en la capa de valencia.
- Los **metales de transición interna** tienen orbitales del tipo  $f$  en la capa de valencia.

Las propiedades químicas de un elemento dependen de sus electrones de valencia. Por ello, los elementos del mismo grupo tienen propiedades químicas semejantes.

Elementos del período 2 ( $Z$ )	Configuración electrónica
Li (3)	$1s^2 2s^1$
Be (4)	$1s^2 2s^2$
B (5)	$1s^2 2s^2 2p^1$
C (6)	$1s^2 2s^2 2p^2$
N (7)	$1s^2 2s^2 2p^3$
O (8)	$1s^2 2s^2 2p^4$
F (9)	$1s^2 2s^2 2p^5$
Ne (10)	$1s^2 2s^2 2p^6$

■ Tabla de la configuración electrónica de los elementos del período 2

Escribamos la configuración electrónica de los elementos del grupo 17 y señalemos los electrones de la capa de valencia.

- Escribimos los elementos con sus configuraciones:

F ( $Z=9$ ):  $1s^2 2s^2 2p^5$   
 Cl ( $Z=17$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$   
 Br ( $Z=35$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$   
 I ( $Z=53$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$   
 At ( $Z=85$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$

- La capa de valencia es  $s^2 p^5$ .

### Ejemplo 1

1. **Justifica** la existencia de dieciocho grupos y de siete períodos en la tabla periódica. Di por qué tienen propiedades semejantes los elementos del mismo grupo.

2. **Deduce**, a partir de su configuración electrónica, el período y el grupo de cada uno de los siguientes elementos:

- |                     |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| a. P ( $Z = 15$ ),  | d. Sr ( $Z = 38$ ), | g. Sb ( $Z = 51$ ), | j. Ag ( $Z = 47$ ), |
| b. Ti ( $Z = 22$ ), | e. Mn ( $Z = 25$ ), | h. Zr ( $Z = 40$ ), | k. Cd ( $Z = 48$ ), |
| c. Ni ( $Z = 28$ ), | f. Br ( $Z = 35$ ), | i. Cs ( $Z = 55$ ), | l. Ta ( $Z = 73$ ). |

### Actividades

Prohibida su reproducción

## Períodos

Los períodos se designan por números correlativos del 1 al 7. En ellos los elementos presentan propiedades diferentes que varían progresivamente desde el comportamiento metálico hasta el comportamiento no metálico, para acabar siempre con un gas noble.

4	19 K Potasio	20 Ca Calcio	21 Sc Escandio	22 Ti Titánio	23 V Vanadio	24 Cr Cromo	25 Mn Manganoso	26 Fe Hierro	27 Co Cobalto	28 Ni Níquel	29 Cu Cobre	30 Zn Cinc	31 Ga Gálio	32 Ge Germanio	33 As Arsénico	34 Se Selenio	35 Br Bromo	36 Kr Criptón
---	--------------------	--------------------	----------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-----------------------	--------------------	---------------------	--------------------	-------------------	------------------	-------------------	----------------------	----------------------	---------------------	-------------------	---------------------

El nivel energético en el que se encuentran los electrones de valencia en los elementos de un período dado es el mismo, ya que cada uno posee un electrón de valencia más que el anterior. Por ello, tienen diferentes propiedades los elementos en un período.

### Y TAMBÍEN:

#### Kernel

Es un término que proviene de la palabra alemana *kern*, cuyo significado es ‘núcleo, corazón’, en referencia a la configuración electrónica más profunda.

En la bibliografía no es frecuente encontrar este término, y suele sustituirse por el de *estructura interna*.

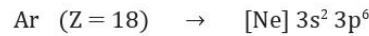
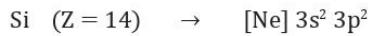
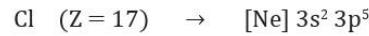
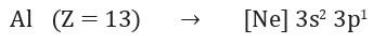
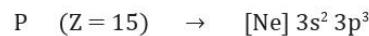
Los elementos del mismo período tienen sus electrones más internos ordenados como el gas noble del período anterior, entre corchetes, seguido de la configuración electrónica de los electrones de valencia.

Por ejemplo, a la configuración electrónica del Fe ( $Z = 26$ ), elemento del período 4,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ , la podemos escribir de manera simplificada como  $(Ar) 4s^2 3d^6$ , siendo  $(Ar)$  la configuración del gas noble del tercer período:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .

Los elementos de un período determinado se caracterizan por tener electrones en el mismo nivel más externo, que es precisamente el número que designa cada período. Así, los elementos del período 1 tienen electrones solo en el nivel 1, los del período 2 tienen electrones ocupando hasta el nivel 2, los del tercero tienen electrones hasta el nivel 3, y así sucesivamente.

Por ejemplo, los elementos del tercero período tienen todos kernel de neón y sus electrones ocupan hasta el tercero nivel.

3	11 Na Sodio	12 Mg Magnesio	13 Al Aluminio	14 Si Silicio	15 P Fósforo	16 S Azufre	17 Cl Cloro	18 Ar Aragón
---	-------------------	----------------------	----------------------	---------------------	--------------------	-------------------	-------------------	--------------------



## Familias de elementos químicos

### Grupos

Los elementos de un mismo grupo presentan la misma estructura electrónica en su nivel más externo, o capa de valencia. Por ello, con algunas excepciones, presentan propiedades químicas similares.

Los grupos se designan mediante números correlativos del 1 al 18.

- Los elementos metálicos se sitúan en los grupos 1 y 2.
- Los metales de transición ocupan los grupos del 3 al 12.
- Los no metales y los semimetales ocupan los grupos del 13 al 17.
- Los gases nobles constituyen el grupo 18.

Los grupos 1, 2 y del 13 al 18 están constituidos por los elementos que conocemos como *elementos representativos*.

Grupo	Nombre del grupo	Electrones de valencia	Grupo	Nombre del grupo	Electrones de valencia
1	Alcalinos	$ns^1$	5	Nitrogenoideos	$ns^2 np^3$
2	Alcalinotérreos	$ns^2$	6	Calcógenos	$ns^2 np^4$
3	—	$ns^2 np^1$	7	Halógenos	$ns^2 np^5$
4	Carbonoideos	$ns^2 np^2$	8	Gases nobles	$ns^2 np^6$

### ■ Familias de elementos químicos

Entre los metales de transición, se encuentran los elementos conocidos como *metales de transición interna*: lantánidos y actínidos, que solemos escribirlos aparte en dos filas de cuatro columnas.

En los elementos de transición, el electrón diferenciador ocupa un orbital *d*, y en los de transición interna, un orbital *f*. La configuración electrónica de estos grupos de elementos no es tan regular como en los elementos representativos y son frecuentes las excepciones.

**Observa** que el número de columnas en la tabla periódica está directamente relacionado con el número de electrones que caben en cada subnivel.

Grupos	Número de columnas	Orbital del electrón diferenciador	Capacidad del subnivel
Metales ligeros	2	s	dos electrones
No metales, semimetales y gases nobles	6	p	seis electrones
Metales de transición	10	d	diez electrones
Metales de transición interna	14	f	catorce electrones

### ■ Relación del número de columnas con el número de electrones

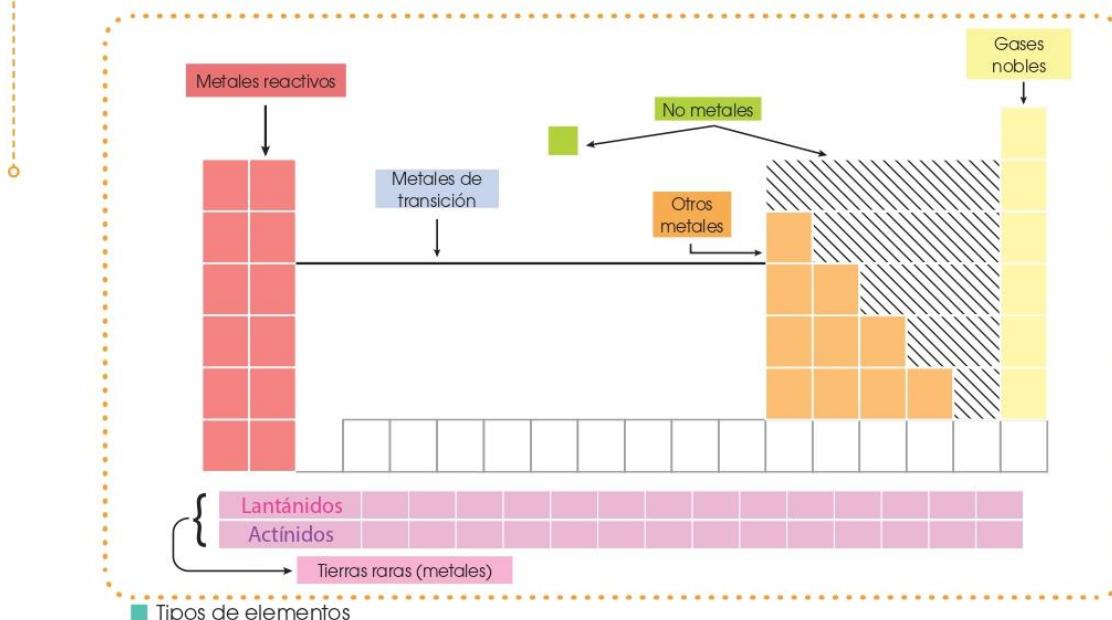
### Y TAMBIÉN:

#### Lantánidos

Entre las múltiples utilidades de estos elementos, podemos destacar que el praseodimio (Pr) y el neodimio (Nd) se emplean en la fabricación de vidrios para protección ocular, el torio (Th) es utilizado en la fabricación de mecheros de gas para alumbrado, y ciertas mezclas de tierras raras se emplean en la producción de pantallas fluorescentes para televisores en color.

## 2.2. Tipos de elementos

Tenemos elementos sólidos, líquidos y gaseosos. La mayor cantidad son elementos sólidos; los líquidos son solo dos y los gases son los elementos de la familia 8A y el hidrógeno.



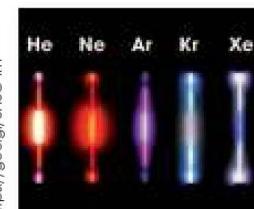
Metal



No metal



Metaloide



Gas noble

- Escribe el nombre y el símbolo químico de dos metales terrosos y dos gases nobles.
- Contesta: ¿En qué parte de la tabla periódica se ubican los metales alcalinos?
- Escribe el nombre y el símbolo del metal que se encuentra en estado líquido.
- Contesta: ¿En qué parte de la tabla periódica se encuentran y cuáles son los elementos carbonoides?
- Ubica en qué regiones están los siguientes elementos y escribe el nombre.

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| a. Br | d. Zn | g. Au |
| b. N  | e. Cu | h. Be |
| c. W  | f. Xe | i. Ge |



### 2.3. Propiedades físicas y químicas de los metales

#### Propiedades físicas

- Tienen brillo metálico.
- Son de consistencia dura porque ponen resistencia a dejarse rayar.
- Los metales presentan tenacidad, es decir, ofrecen resistencia a romperse cuando ejercen una presión sobre ellos.
- Son maleables ya que se dejan hacer láminas sin romperse, como el zinc y el cobre.
- Poseen buena conductividad calórica, ya que lo absorben y lo conducen.
- Los metales permiten el paso de la corriente eléctrica a través de su masa.
- En su gran mayoría, poseen altas densidades.
- Se funden a elevadas temperaturas.
- Todos los metales son sólidos a temperatura ambiente, menos el mercurio, que se encuentra en estado líquido.



Alambre de cobre



Oro



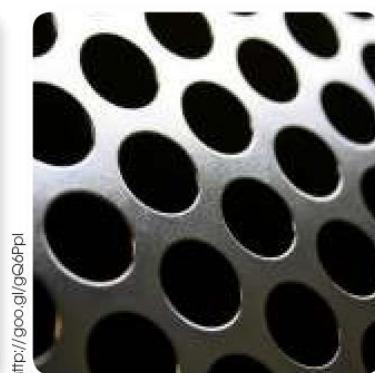
Metal fundido



Barras metálicas



Mercurio líquido



Rejilla metálica

Prohibida su reproducción



<http://goo.gl/Fnhfky>

### Propiedades químicas

Los metales son muy reactivos, especialmente con los halógenos, debido a la capacidad que tienen de perder electrones. Se caracterizan por formar óxidos, sales e hidróxidos.

- Los metales reaccionan con el oxígeno formando óxidos. Esta reacción es frecuente cuando se deja objetos de hierro a la intemperie, ya que observamos una capa de color ocre llamado óxido.
- Los metales forman hidróxidos y ocurre cuando un metal alcalino reacciona con el agua. Por ejemplo, la reacción del sodio con el agua es muy violenta y produce hidróxido de sodio.
- Cuando un metal reacciona con un ácido y libera el gas hidrógeno, se forman sales. Este tipo de reacciones son explosivas, por lo que se debe tener mucho cuidado.

Minerales	Fuente
Calcio	Productos lácteos
Hierro	Hígado, carnes rojas, lentejas
Magnesio	Soja, espinaca
Zinc	Mariscos, carnes rojas, nueces, queso

■ Fuentes de los minerales

## 2.4. Propiedades físicas y químicas de los no metales



■ Azufre

Prohibida su reproducción

### Propiedades físicas

- Los no metales carecen de brillo.
- Por lo general, son malos conductores del calor y de la electricidad.
- No son maleables ni dúctiles y tampoco reflejan la luz.
- Funden a bajas temperaturas