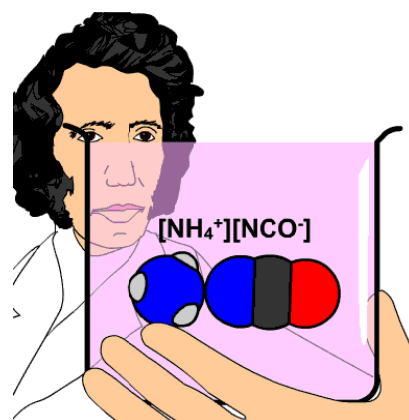


Tema 3. Compuestos del carbono

La urea y el vitalismo

El carbono es el elemento de la tabla periódica que forma más compuestos, con una enorme diferencia sobre todos los demás. Hasta hace casi dos siglos se pensaba que los compuestos que forma el carbono solamente existían en la materia viva, y que únicamente se podían obtener a partir de ella. Sin embargo, Whöler sintetizó urea a mitad del siglo XIX a partir de sustancias inorgánicas, terminando con la teoría vitalista vigente hasta entonces.



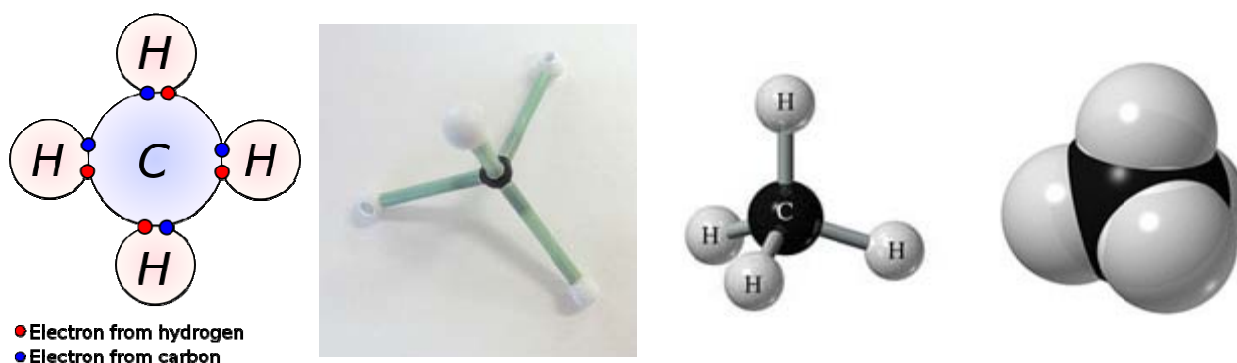
La urea, de fórmula $CO(NH_2)_2$, se produce cuando el cuerpo humano metaboliza las proteínas en el hígado. Se elimina por la orina (unos 30 g cada día).

Se prepara comercialmente a partir de amoníaco y de CO_2 , y se utiliza sobre todo en la fabricación de fertilizantes agrícolas (el 90%). La producción mundial de urea en 2008 fue de 146 millones de toneladas.

Por esa razón ya no se usa el nombre de química orgánica, sino el de **química de los compuestos del carbono**.

Cadenas carbonadas

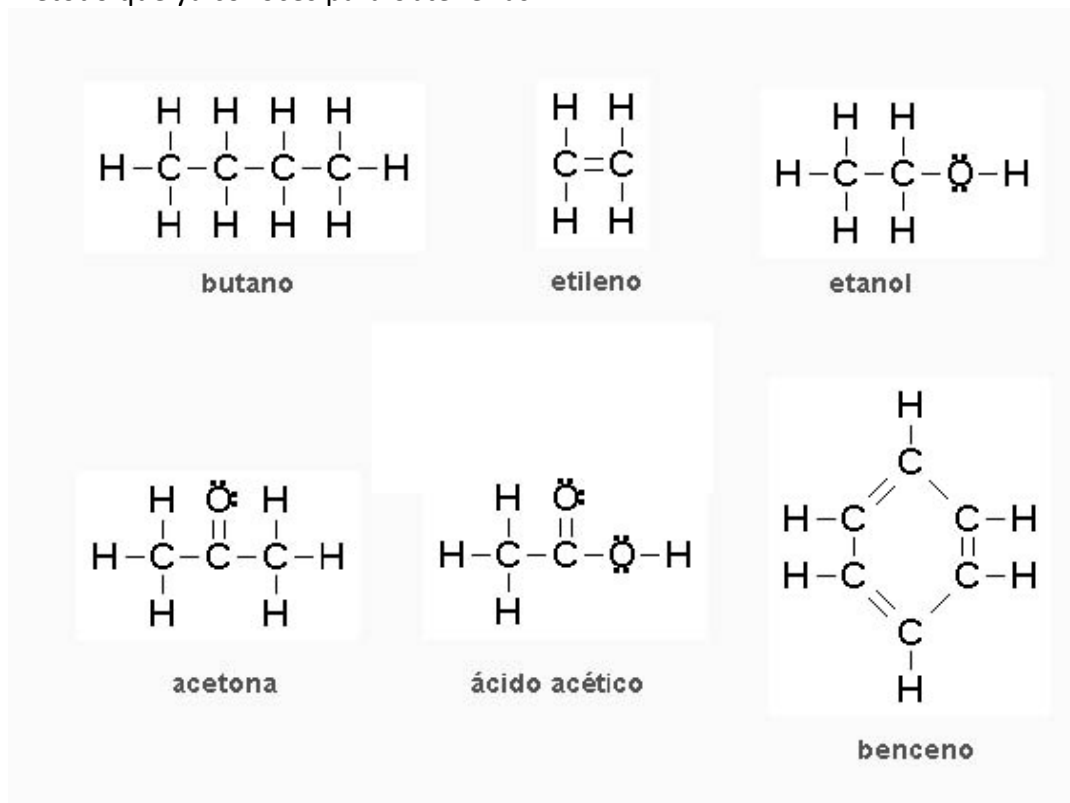
¿Por qué hay tantos compuestos del carbono? El carbono tiene como estructura electrónica C: 2, 4, por lo que le faltan cuatro electrones para completar la segunda capa electrónica. La forma más sencilla de hacerlo es compartir cuatro electrones con otros átomos, de manera que la molécula más sencilla que forma es el CH_4 , metano. En las imágenes siguientes puedes ver la forma de compartir electrones y tres modelos moleculares diferentes.



Pero si en lugar de unirse con un átomo de H lo hace con otro átomo de C, se forma una cadena de dos átomos de C, CH_3-CH_3 , etano. Y si se sustituye otro H por C, se forma el $CH_3-CH_2-CH_3$, propano. Es decir, se forman **cadenas carbonadas**, que pueden llegar a tener miles de átomos de carbono. Observa en la simulación siguiente cómo se pasa del metano al etano, al propano y al butano, alargando la cadena carbonada. Como el resto de los enlaces se realiza con hidrógeno, este tipo de compuestos se llama **hidrocarburos**.

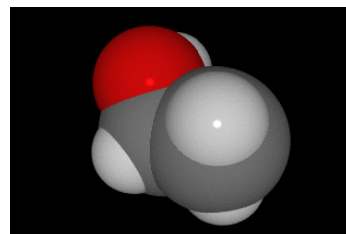
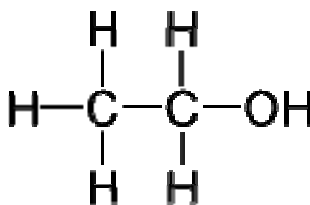
Estructuras electrónicas de Lewis

En la imagen puedes ver las estructuras electrónicas de Lewis de varios compuestos del carbono. Sigue el método que ya conoces para obtenerlas.



Las fórmulas de los compuestos del carbono

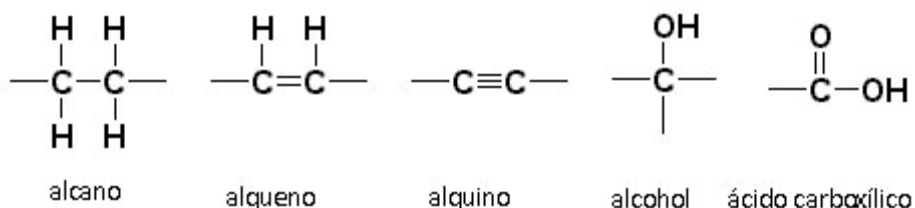
El etanol, o alcohol etílico, es la sustancia presente en las bebidas alcohólicas. Su **fórmula molecular** es C_2H_6O . Así escrita no aporta información sobre cómo están unidos los átomos en la molécula. Por esa razón se usa la **fórmula semidesarrollada**, que en este caso es CH_3-CH_2OH , en la que se indican los enlaces de la cadena, y la **fórmula desarrollada**, en la que se detallan todos los enlaces entre átomos, como puedes ver en la imagen junto con un modelo molecular animado.



1. Nomenclatura y formulación

Los elementos fundamentales de los compuestos del carbono son el **carbono** y el **hidrógeno**, pero también son frecuentes el **oxígeno** en alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos y ésteres, y el **nitrógeno** en aminas y amidas.

Este curso solamente vas a aprender a nombrar y formular tres tipos de sustancias: **hidrocarburos**, **alcoholes** y **ácidos**.



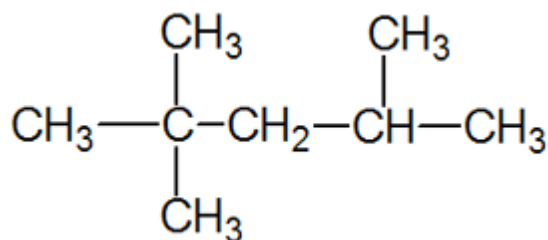
Como puedes ver, hay tres tipos de hidrocarburos: alcanos, con enlaces sencillos entre átomos de carbono; alquenos, si hay algún enlace doble, y alquinos, con al menos un enlace triple.

La parte de la molécula característica de los alcoholes (el **grupo funcional**) es el grupo -OH, mientras que la de los ácidos es el grupo -COOH.

Las cadenas carbonadas se nombran con un **prefijo** que tiene en cuenta el número de átomos de la cadena y con un **sufijo** que indica el tipo de compuesto.

Átomos de C	Prefijo	Tipo de compuesto	Sufijo
1	met-	alcano	-ano
2	et-	alqueno	-eno
3	prop-	alquino	-ino
4	but-	alcohol	-ol
5	pent-	ácido	-oico
6	hex-		
7	hept-		
8	oct-		

Las cadenas carbonadas pueden ser lineales o ramificadas como la de la figura. Para nombrar la sustancia solamente hay que tener en cuenta la ramificación (-CH₃ se llama metilo y **se nombra metil**, y -CH₂-CH₃ se llama etilo y **se nombra etil**) y el número de orden del carbono en el que se encuentra, como verás en la simulación siguiente.



Posición del grupo funcional y de los sustituyentes

En los alquenos, los alquinos y los alcoholes hay que indicar la posición del enlace múltiple o el grupo-OH. Si hay ramificaciones, también hay que indicar su posición. Se trata de que esos indicadores de posición tengan el menor número posible, comenzando a contar por el lado de la molécula que sea necesario. En todo caso, **tiene preferencia el número de posición menor del grupo funcional** (enlace múltiple o -OH).

El hidrocarburo ramificado de la imagen recibe el nombre de 2,2,4-trimetilpentano. Puedes construirlo con el simulador para comprobarlo.

En la simulación siguiente puedes ver diferentes hidrocarburos, alcoholes y ácidos, además de otros tipos de compuestos. Puedes girar las moléculas pulsando sobre ellas con el ratón, y también modificar su tamaño. Debes escribir la fórmula semidesarrollada (que es la que más se utiliza) y el nombre de todos los hidrocarburos, alcoholes y ácidos. Anota en tu cuaderno los resultados que se van a ver en clase (no anotes el ciclohexano ni los Z y E butenos).

Fíjate en las alternativas para indicar la posición del grupo funcional en los alcoholes (propan-1-ol o bien 1-propanol) y en el nombre vulgar de algunas sustancias (ácido etanoico o acético).

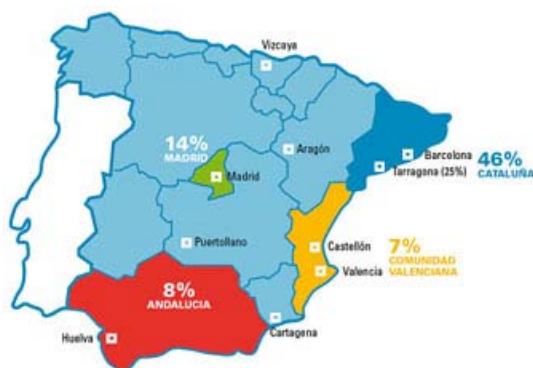
En las imágenes siguientes tienes las fórmulas y nombres de algunos alcoholes y ácidos carboxílicos.

CH_3OH	Metanol	CH_3	
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$	Etanol		
$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$	2-propanol	$\text{CH}_3 - \text{COH} - \text{CH}_3$	2-metil-2-propanol
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$	1-propanol	$\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$	1,2,3-propanotriol (glicerina)

HCOOH	Ácido metanoico (ácido fórmico)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	Ácido butanoico (ácido butírico)
$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	Ácido etanoico (ácido acético)	$\text{HOOC} - \text{COOH}$	Ácido etanodioico (ácido oxálico)
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$	Ácido 2-propenoico (ácido acrílico)	$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$	Ácido 2-hidroxiopropanoico (ácido láctico)

2. Hidrocarburos y fuentes de energía

Como ya sabes, los hidrocarburos están constituidos solamente por carbono e hidrógeno. Se utilizan como fuentes de energía y para sintetizar otros compuestos del carbono más complejos. Se obtienen a partir del petróleo: la industria petroquímica es una de las más importantes del mundo. En países como España que no tienen yacimientos de petróleo, éste llega en petroleros y mediante oleoductos. Los complejos petroquímicos se sitúan en zonas de costa: los más importantes están en Tarragona, Cartagena y Huelva.

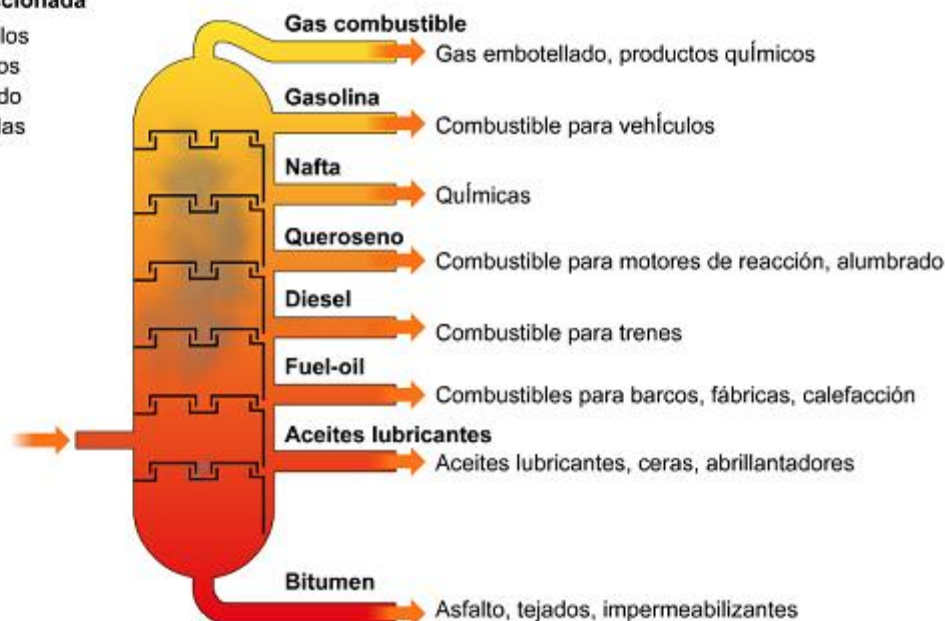


El proceso mediante el cual se obtienen los derivados del petróleo se llama **refino** (¡de ahí viene el nombre de refinerías!) y consiste básicamente en una **destilación** a diferentes temperaturas (los componentes más volátiles se separan a menor temperatura, e incluso quedan restos sólidos como los alquitranes) y la posterior transformación de algunas de esas sustancias en otras cuyas moléculas son de menor tamaño (**craqueo** o **cracking**).

CONSUMER.es EROSKI

Destilación fraccionada

La obtención de los distintos derivados depende del grado de ebullición de las fracciones o componentes del petróleo.



En las simulaciones puedes ver el proceso de formación, extracción, transporte y refino del petróleo, así como un craqueo muy sencillo.

Fíjate en que se obtiene eteno o etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), que es la materia prima fundamental para la producción industrial de plásticos.

2.1 Reacciones de combustión

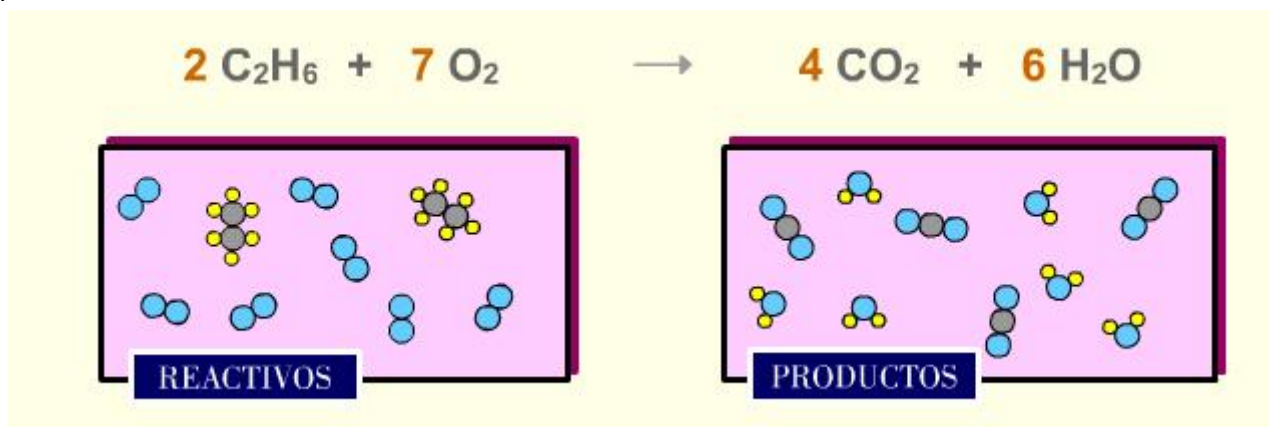
Los hidrocarburos se utilizan como **fuentes de energía**, obtenida mediante reacciones de combustión. Se trata de reacciones exotérmicas, y la energía desprendida en forma de calor se puede utilizar directamente, como sucede en los quemadores de gas que se usan para cocinar, o bien se puede transformar en energía mecánica en los motores de los automóviles o en energía eléctrica en las centrales térmicas.



En las reacciones de combustión de los compuestos del carbono reacciona un compuesto del carbono, que es el combustible, con oxígeno, formándose dióxido de carbono y agua. Además, se desprende una muy apreciable cantidad de energía en forma de calor, por lo que se trata de una reacción exotérmica.

Por ejemplo, al quemar 1 kg de butano se desprende una cantidad de energía en forma de calor que podría elevar $10,9\text{ }^\circ\text{C}$ la temperatura de 1000 litros de agua.

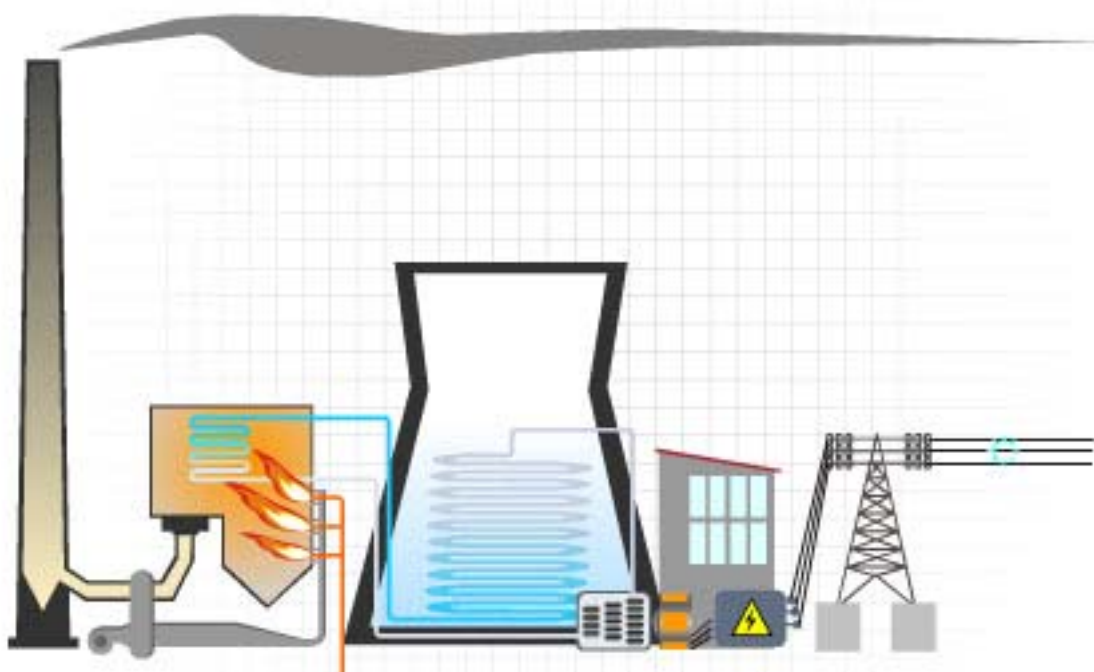
En la imagen tienes ajustada la reacción de combustión del etano y su representación a escala de partículas.



El principal problema que tienen los combustibles tradicionales como el carbón y los derivados del petróleo es que la cantidad que hay en la Tierra es limitada: son fuentes de energía no renovables. Como la necesidad de energía se va incrementando año a año debido a la mejora de la calidad de vida y al desarrollo de países muy poblados (India y China fundamentalmente), es necesario desarrollar otras fuentes de energía que no se basan en la combustión, tales como la eólica (España es una potencia mundial en este sector), la fotovoltaica, la nuclear, etc.

En las **centrales térmicas** se quema un combustible como carbón, gas ciudad (el componente mayoritario es metano) o gasoil. El calor desprendido vaporiza agua, y ese vapor a alta presión hace girar una turbina, con lo que se genera corriente eléctrica.

En la simulación puedes ver el funcionamiento de una central termoeléctrica.



Es importante que te fijes en que las centrales térmicas tienen dos tipos de chimenea: una estrecha y muy alta, y otras más anchas y de menor altura. La alta libera un penacho de humo oscuro, producido al quemarse el combustible: vapor de agua, dióxido de carbono y combustible mal quemado.

Las chimeneas anchas son torres de refrigeración, y vierten a la atmósfera el vapor de agua producido en el circuito de refrigeración del quemador. En estas centrales se consume una gran cantidad de agua, y por eso deben estar situadas cerca de ríos caudalosos.



En la imagen tienes una vista general de la central térmica de Andorra (Teruel).

2.3 El efecto invernadero

Además de la contaminación que puede producir la expulsión de humos con combustible mal quemado, en las combustiones se forma inevitablemente CO_2 . Este es el gas con peor fama hoy día, a pesar de que es totalmente inocuo. Tanto, que las personas lo producimos en los pulmones cuando se producen en nuestro cuerpo las reacciones químicas que llamamos "vida", y lo expulsamos al espirar. Incluso las plantas lo utilizan en la fotosíntesis para sintetizar material vegetal y liberar oxígeno a la atmósfera.

¿Y por qué llevan tan mala fama? Pues porque es el gas que contribuye en mayor medida al efecto invernadero. ¡Y es que este efecto también lleva una fama nefasta!

Fíjate en la simulación sobre el efecto invernadero.

Si no hubiera efecto invernadero, la temperatura media de la Tierra sería casi $30\text{ }^\circ\text{C}$ inferior a los $14\text{ }^\circ\text{C}$ de media actual, con lo que sería imposible la vida tal como la conocemos. ¡Luego es un fenómeno absolutamente imprescindible!



El problema viene dado por el exceso de gases de efecto invernadero en la atmósfera, ya que se incrementa su efecto y la temperatura media de la Tierra va ascendiendo, con efectos que hoy en día no son totalmente conocidos: alteración del clima, desaparición de los casquetes polares, aumento del nivel de los océanos, etc.

Medidas para reducir el efecto invernadero

Desde hace años hay reuniones internacionales para intentar llegar a acuerdos globales que reduzcan el efecto invernadero, pero que no producen efectos a corto plazo. Sobre todo, pretenden reducir las cuotas de emisión de CO_2 a la atmósfera.

La deforestación incrementa el efecto invernadero, ya que no se elimina CO_2 de forma natural, y hay que buscar mecanismos artificiales: se están estudiando depósitos de CO_2 , la construcción de árboles sintéticos, etc.

En España, los automóviles que emiten menos CO_2 (por consumir menos combustible) tienen un menor impuesto de matriculación.

En las centrales térmicas se han instalado sistemas de absorción de CO_2 en las torres de humos para formar carbonatos sólidos.

3. Polímeros

Hay un tipo muy especial de compuestos del carbono, tanto por su naturaleza y propiedades como por la forma de obtenerlo: son los **polímeros**.

Se trata de sustancias moleculares obtenidas por la unión de una cantidad muy elevada de moléculas llamadas **monómeros**: la molécula formada tiene una masa molecular muy elevada, y se dice que es una **macromolécula**.

Polímeros naturales y sintéticos

Hay polímeros que existen en la naturaleza. Por ejemplo, el algodón es una fibra vegetal formada por celulosa, que es un polímero de glucosa. La lana y la seda son fibras de origen animal, formados por proteínas, que son polímeros de aminoácidos.

Algunos de esos polímeros naturales se tratan con productos químicos y se obtienen polímeros semisintéticos, que mejoran las propiedades iniciales. Un caso muy conocido es el del celuloide, que es un derivado de la celulosa transparente, muy resistente y que se puede colorear, utilizado para fabricar pelotas de pingpong, gafas, botones. En un principio se utilizó para fabricar película fotográfica, con el inconveniente de que es muy inflamable.

Hay dos tipos de polímeros sintéticos: las fibras, que son hilos largos y finos que se utilizan sobre todo para la confección de prendas de vestir. Las más conocidas son el nailon, el rayón y el poliéster.

Plásticos

Pero los más utilizados son los plásticos, materiales moldeables para darles la forma que se desee. Son químicamente muy resistentes, poco densos, fácilmente coloreables, aislantes de la corriente eléctrica y de producción barata. Se comenzaron a sintetizar ya en la primera mitad del siglo XX:



Policloruro de vinilo, PVC (1927): enchufes, tuberías, ventanas, botellas.

Poliestireno, PS (1930): aislante térmico, embalajes.

Polimetacrilato (1934): carcasas de farolas, muebles.

Politetrafluoretileno, PTFE o teflón (1950): tejidos antimanchas, engranajes, revestimientos de sartenes.

Polietileno, PE (1953): cables, juguetes, botellas.

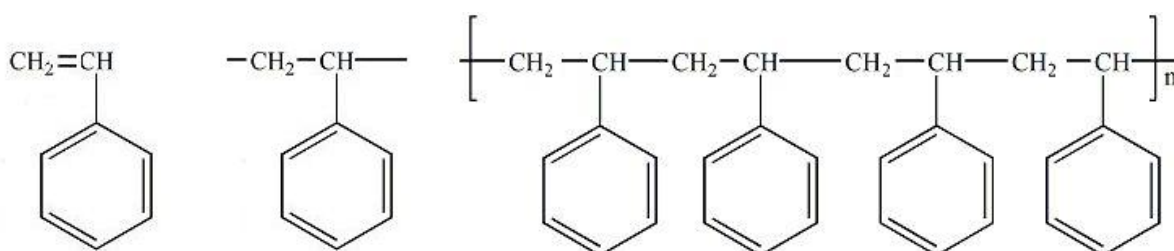
Polipropileno, PP (1954): electrodomésticos, componentes de automóvil, muebles.



Mecanismo de la polimerización

En la simulación puedes ver cómo se unen monómeros de cloroetileno (cuyo nombre vulgar es cloruro de vinilo) para formar PVC. También puedes ver la estructura resultante de otros polímeros muy habituales.

En las imágenes puedes la molécula de estireno, el monómero y el poliestireno resultante.



Laboratorio

En esta práctica vas a sintetizar un polímero llamado slime, aunque te resultará más conocido el nombre de blandiblu.

3.1 El tratamiento de residuos plásticos

La gran cantidad de aplicaciones de los plásticos y su uso intensivo produce una enorme cantidad de residuos una vez que se han utilizado. Pero no son biodegradables, por lo que es necesario diseñar procesos para reciclarlos o eliminarlos.



Las dos vías más importantes son:

- separarlos por tipos, molerlos y reutilizarlos para fabricar otros materiales u objetos.
- usarlos como combustible.

El paso previo es la separación de los plásticos, que todos podemos hacer en nuestras casas (plásticos y envases de todo tipo), que se vierten al contenedor amarillo. Fíjate en el símbolo de material reciclable que tienen los plásticos, con unas letras o un número en su interior referidas al tipo de plástico.



Un aspecto en el que ha mejorado la sensibilización social es en el uso de las bolsas de plástico. Ahora los comercios las cobran, con lo que ha disminuido la cantidad que se utiliza, y se está potenciando el uso de bolsas reutilizables.

También se están utilizando bolsas de plástico fotodegradable, que se descomponen en pocos días por acción de la luz solar pero no por la artificial.

En el vídeo "Stop a las bolsas de plástico" puedes ver un análisis de la situación. Ten en cuenta que está realizado en el año 2008.

4. Macromoléculas de interés biológico

El conocimiento de la química de los compuestos del carbono es absolutamente imprescindible para entender los mecanismos de funcionamiento de esa serie de procesos que llamamos vida.

Los tipos de compuestos fundamentales son los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos.

Hidratos de carbono o glúcidos

Constituyen la mayor fuente de energía accesible para los seres vivos. La **glucosa** la sintetizan las plantas en la fotosíntesis, la **sacarosa** es el azúcar que se consume habitualmente, la lactosa es el azúcar de la leche de los mamíferos, y el **almidón** y la **celulosa** son polímeros de la glucosa.

Lípidos o grasas

Constituyen la principal reserva de energía de los animales. Los más importantes son los **triglicéridos** (en aceite y mantequilla) y esteroides como el **colesterol**.

Proteínas

Son los constituyentes estructurales más importantes del cuerpo de los animales (**queratina** en pelo, uñas y plumas, **colágeno** en los tendones). Están formadas por la unión de aminoácidos formando largas cadenas.

Ácidos nucleicos

Son macromoléculas que tienen una acción decisiva en la síntesis de proteínas en los organismos vivos y en la reproducción celular. El **ARN** es el que controla la síntesis de las proteínas, mientras que el **ADN** contiene la información genética.

Criterios de evaluación

Al finalizar este tema, deber ser capaz de:

1. Construir **modelos moleculares** de compuestos de hidrocarburos, alcoholes y ácidos, y **escribir las fórmulas** desarrollada, semidesarrollada y molecular a partir de modelos moleculares. (Presentación)
2. Representar **estructuras electrónicas de Lewis** de hidrocarburos, alcoholes y ácidos sencillos. (Presentación)
3. Formular y nombrar **hidrocarburos, alcoholes y ácidos** sencillos. (1)
4. Resolver problemas de **cálculos estequiométricos** con reacciones de combustión. (2)
5. Describir los principales problemas que plantea el **uso de los compuestos del carbono como combustibles**. (2.2 y 2.3)
6. Describir el **mecanismo de polimerización**. (3)
7. Proponer medidas para la **reducción de los residuos plásticos**. (3.1)
8. Reconocer los tipos más importantes de **macromoléculas de interés biológico**. (4)