

# 4

## LOS HIDROCARBUROS

A partir del descubrimiento del petróleo, del desarrollo de la petroquímica y de los avances de la química en general, se aceleró la investigación acerca de las propiedades de los componentes del petróleo y sus derivados, que son utilizados como materias primas en diferentes industrias. A lo largo de este capítulo se estudiarán las principales características de este tipo de sustancias, sus usos más importantes y la necesidad de cuantificarlos para predecir la elaboración de un producto, tanto en el laboratorio como en la industria.

### Los hidrocarburos

En el Capítulo 3, se explicó que el petróleo es una mezcla homogénea formada por un grupo de compuestos muy particulares: los **hidrocarburos**, y que estos compuestos carbonados se caracterizan por que están constituidos solo por átomos de carbono e hidrógeno, de allí su nombre. En estos compuestos, los átomos de carbono se unen entre sí y con átomos de hidrógeno de forma covalente y constituyen largas cadenas.

Debido a que los orbitales del átomo de carbono pueden presentar hibridación de tipos  $sp^3$ ,



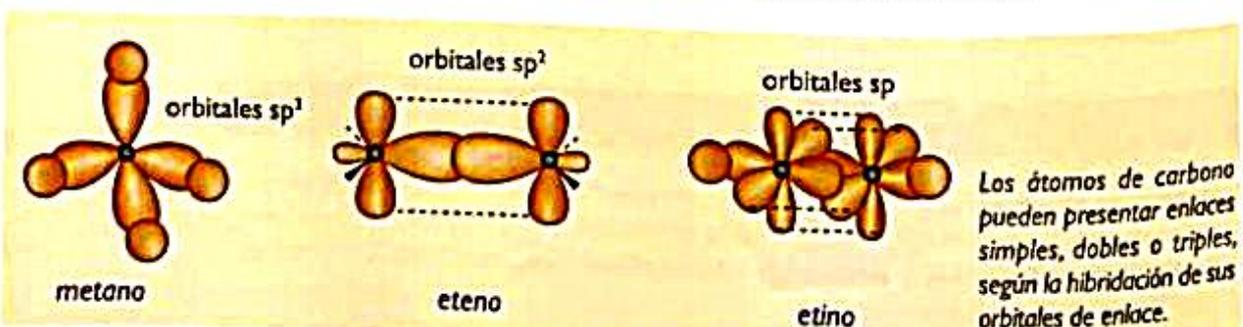
Los hidrocarburos están presentes en nuestra vida cotidiana, tanto en la composición como en la fabricación de diversos materiales.

$sp^2$  o  $sp$  al unirse a otro carbono, pueden hacerlo por medio de enlaces simples, dobles o triples, respectivamente. El octeto queda completado con átomos de hidrógeno.

Se pueden encontrar hidrocarburos con cadena de forma lineal, otros con cadena ramificada, y algunos en los que la cadena forma un ciclo. Las propiedades físicas y químicas dependen en gran medida de estas estructuras y de si aparecen enlaces sencillos, dobles o triples entre los átomos de carbono.

Los hidrocarburos pueden clasificarse teniendo en cuenta tanto la cantidad de enlaces entre los átomos de carbono como la forma de la cadena carbonada.

Si se tiene en cuenta el primer criterio, los hidrocarburos se clasifican en **lineales**, **ramificados** y **cíclicos**. Si, en cambio, consideramos el tipo de enlace, podemos hablar de hidrocarburos **saturados** y **no saturados**. En las siguientes páginas de este capítulo analizaremos las características de cada uno de ellos.



## Hidrocarburos saturados y no saturados

De acuerdo con el tipo de enlace que se establece entre los átomos de carbono, los hidrocarburos se clasifican en saturados (alcanos) y no saturados (alquenos y alquinos).

Los alcanos son los hidrocarburos más sencillos: todos sus enlaces son simples. A temperatura ambiente, se presentan en los tres estados de agregación: los que tienen entre 1 y 4 átomos de carbono son gaseosos, los que tienen cadenas de hasta 16 átomos son líquidos, mientras que aquellos que presentan mayor cantidad de carbonos son sólidos. Son menos densos que el agua y se caracterizan por arder con facilidad; por ese motivo se los utiliza principalmente como combustibles. También forman parte de aceites lubricantes, del asfalto y de sustancias sólidas, como la cera de las velas o de la cáscara de alguna frutas.



A. El polietileno es un material que proviene del eteno y se usa para envoltorios; es un alqueno. B. El soplete de oxiacetileno utiliza un alquino como combustible.

Los alquenos y alquinos se caracterizan por que en alguna parte de la cadena los carbonos presentan enlaces dobles o triples, respectivamente. Tienen propiedades parecidas

a las de los alcanos. Los alquenos suelen ser utilizados en la fabricación de polímeros, los cuales dan origen a diversos plásticos. Por su parte, los alquinos, además de emplearse en la industria plástica, tienen su principal uso en las soldaduras con soplete.

## Nomenclatura

Para nombrar los hidrocarburos saturados y no saturados, se utilizan prefijos de origen griego que indican la cantidad de átomos de carbono presentes en el compuesto. Por ejemplo, el pentano, que es un alcano de 5 carbonos, se denomina así porque *penta* en griego significa cinco. De acuerdo con la misma lógica, el hexano es el alcano de seis carbonos y el decano es el de diez.

La terminación del nombre de un hidrocarburo indica el tipo de enlace covalente entre los carbonos: la terminación *-ano* indica que se trata de un alcano, la terminación *-eno* indica un alqueno e *-ino* es la terminación usada para un alquino. Por otra parte, en el nombre de alquenos y alquinos es necesario indicar mediante un número la posición del enlace múltiple en la cadena carbonada.

### EL NOMBRE DEL METANO

El metano es el alcano de un solo átomo de carbono, debería llamarse monano (en griego, *mono* = uno). Pero su nombre deriva del alcohol de un solo carbono: el metílico, que se descubrió en la madera fermentada. En griego, *methy* = vino e *yle* = madera, por lo que el *methyl* fue desde entonces el "alcohol de madera". El metano heredó su nombre de este compuesto.

FÓRMULA QUÍMICA	FÓRMULA SEMIDESARROLLADA	NOMBRE	TIPO DE HIDROCARBURO
$C_2H_6$	$H_3C - CH_3$	Etano	Alcano
$C_4H_8$	$H_2C = CH - CH_2 - CH_3$	1-buteno	Alqueno
$C_3H_4$	$CH \equiv C - CH_3$	Propino	Alquino
$C_5H_{12}$	$H_3C - (CH_2)_3 - CH_3$	Pentano	Alcano
$C_7H_{12}$	$H_3C - C \equiv C - (CH_2)_3 - CH_3$	2-heptino	Alquino
$C_6H_{12}$	$CH_3 - CH_2 - HC = CH - CH_2 - CH_3$	3-hexeno	Alqueno

Nomenclatura de algunos hidrocarburos lineales.

## Hidrocarburos ramificados

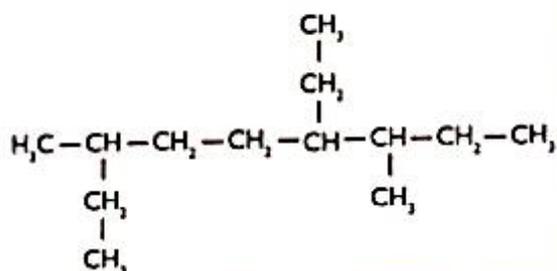
La tendencia del átomo de carbono a unirse a otros carbonos, además de generar largas cadenas, da lugar a ramificaciones, es decir, pequeñas cadenas o grupos de átomos que se unen a la cadena principal.

Estos compuestos presentan propiedades similares a los hidrocarburos de cadena lineal, y el petróleo y el gas natural son sus principales fuentes.

Para nombrarlos, es necesario tener en cuenta algunas reglas.

### REGLAS PARA NOMBRAR HIDROCARBUROS RAMIFICADOS

PARA COMPRENDER Y APLICAR ESTAS REGLAS, LAS PONDREMOS EN JUEGO PARA NOMBRAR EL SIGUIENTE COMPUESTO:



Forma correcta

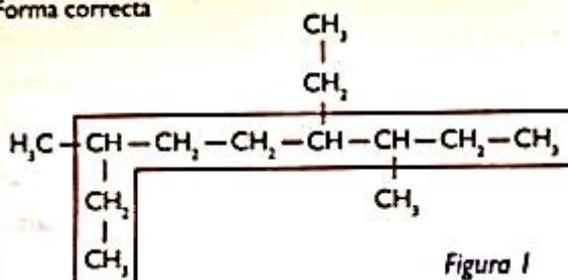


Figura 1

En primer lugar, es necesario identificar la cadena principal. Esta es la cadena continua más larga de átomos de carbono. No necesariamente debe ser horizontal, puede estar en forma de "L" o vertical. La cadena principal es lo que le dará el nombre al compuesto. En este caso, la cadena principal está constituida por nueve carbonos (Figura 1) y no por ocho (Figura 2). Además, solo hay presencia de enlaces simples, por lo tanto el nombre principal de este compuesto será **nonano**.

Forma incorrecta

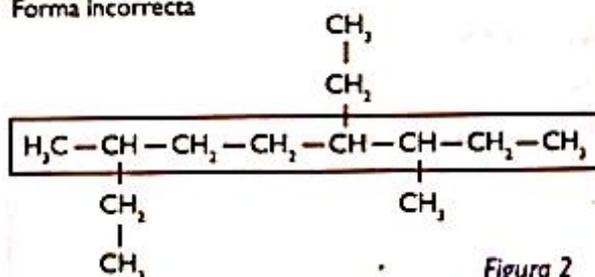
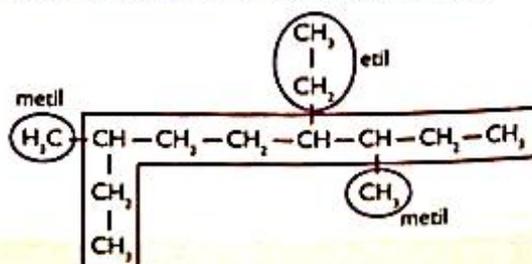


Figura 2

Cada ramificación de la cadena principal se considera como un sustituyente derivado de otro hidrocarburo. Para nombrarlo se cambia el sufijo *-ano* por *-il*. En este caso hay tres sustituyentes: uno formado por dos carbonos que se denominará **etil** y los otros dos, por uno solo, denominados **metil**.

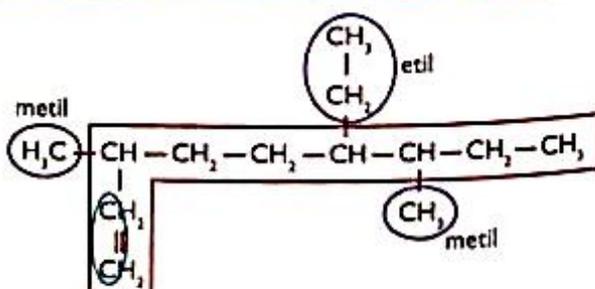
Una vez que se identificaron los sustituyentes, es necesario numerar los carbonos de la cadena principal de manera que los sustituyentes queden ubicados en los números más bajos posibles. En este caso es conveniente comenzar a numerar de derecha a izquierda. Así, los sustituyentes quedarán ubicados de la siguiente manera: un metil en el carbono 3, un etil en el 4 y el otro metil en el carbono 7. Cada uno

de los sustituyentes recibe un nombre y un número. Si alguno de ellos se repite, se utilizan los prefijos **di**, **tri**, **tetra**, etcétera. Hay que tener en cuenta que los números se escriben separados por comas, mientras que los nombres, por guiones. En nuestro caso, el compuesto se llama: **4 etil-3,7 dimetilnonano**.



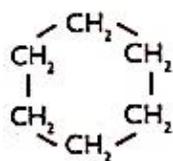
### ¿QUÉ OCURRE SI ES UN ALQUENO O UN ALQUINO?

La cadena principal es aquella que contiene el mayor número de carbonos que incluya el enlace doble o triple. Para numerar los carbonos, se empieza a partir del extremo más cercano al enlace múltiple y se indica su posición, anteponiendo al nombre el número en el cual se encuentra. En este caso: **6 etil-3,7 dimetil 1 noneno**.

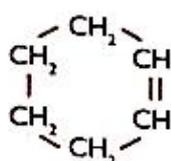


## Hidrocarburos cíclicos

Entre los hidrocarburos, existe un gran número de compuestos que se caracterizan por que sus cadenas están cerradas en forma de ciclo. Son los llamados **hidrocarburos cíclicos**. Algunos de ellos, los **cicloalcanos**, contienen enlaces simples entre sus carbonos. Otros, los **cicloalquenos**, tienen enlaces dobles. El ciclohexano (ciclo de seis carbonos con enlaces simples) y el ciclohexeno (ciclo de seis carbonos con enlaces dobles) son sus representantes más abundantes en la naturaleza.



ciclohexano



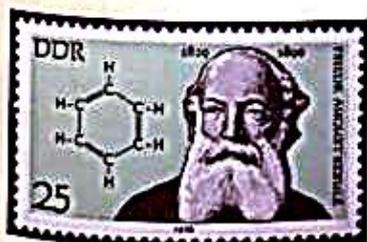
ciclohexeno

### CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

#### EL SUEÑO DE KEKULÉ

August Kekulé (1829-1896) fue un químico alemán. En el año 1858, en la Universidad de Bonn, comenzó a trabajar en el análisis de la estructura del benceno. Luego de arduos trabajos no lograba modelar una estructura posible que fuera compatible con las propiedades que observaba en sus experimentos. Pero en 1865, finalmente logró encontrar una respuesta: el benceno presenta una estructura hexagonal cíclica con tres enlaces dobles.

Lo curioso de esta propuesta es la manera en la que arribó a ella. Contaba este científico que un día, en su estudio, se sentó junto al fuego y se dormitó. En ese ensueño comenzó a ver que los átomos se movían y se unían en largas filas que giraban como serpientes. De repente, una de estas serpientes asió su propia cola formando un ciclo. Al despertarse se dedicó el resto de la noche a trabajar en la nueva estructura del benceno. En una conferencia que realizó años más tarde, Kekulé dijo al público: "...Señores, aprendamos a soñar y entonces, quizá, aprenderemos la verdad".



Estampilla en honor a Kekulé.

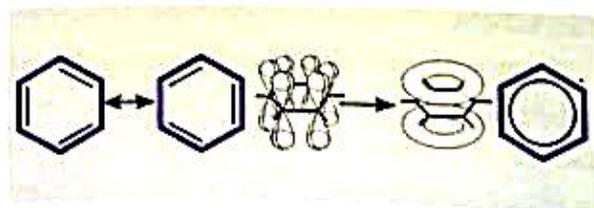
Existe otro grupo de hidrocarburos cíclicos que incluyen al benceno y sus derivados y que, debido al aroma que caracteriza a muchos de ellos, se los conoce como **hidrocarburos aromáticos**.

#### El benceno

El **benceno** es un compuesto de fórmula  $C_6H_6$  que fue descubierto en 1825. Se lo aisló por primera vez del gas combustible del alumbrado de las ciudades y se lo encontró formando parte de la goma de benjuí (sustancia utilizada en perfumería debido a su aroma). Debido a esto se lo conoció primero con el nombre de bencina y, finalmente, como benceno. Se lo puede encontrar formando parte del petróleo.

Es uno de los compuestos químicos de mayor uso a nivel mundial debido a que es materia prima de la industria de los plásticos, las tinturas, los detergentes y algunos pesticidas, entre otros.

Esta molécula presenta una estructura particular conformada por seis átomos de carbono unidos entre sí por enlaces covalentes que no son simples ni dobles, sino que se podría decir que son ambos simultáneamente. Se dice que los enlaces dobles están deslocalizados, es decir que no se encuentran en posiciones fijas sino que varían alrededor del anillo. El modelo más aceptado para describir la estructura del benceno es lo que se conoce como un **híbrido de resonancia** entre las dos estructuras que originalmente propuso el científico August Kekulé. Por ese motivo, se lo representa como un hexágono con un círculo inscripto en él, lo cual representa que los enlaces dobles no tienen una posición determinada.



La estructura del benceno es un híbrido de las dos estructuras propuestas por Kekulé, en la cual los electrones que forman enlaces dobles están deslocalizados por encima y por debajo del plano en que se encuentran los átomos de hidrógeno y carbono.

## Los hidrocarburos aromáticos

Los hidrocarburos aromáticos son un grupo de compuestos que derivan del benceno, y tienen una estructura y propiedades químicas y físicas similares a este. Están formados por uno o más anillos aromáticos con distintos grupos de átomos como sustituyentes.

Si bien la mayoría de los compuestos aromáticos se parecen al benceno, existen sustancias que se consideran aromáticas y, sin embargo, no se le parecen. Por tener dobles enlaces podría esperarse que los hidrocarburos aromáticos participaran de reacciones similares a las de los alquenos, que son las de adición electrofílica, sin embargo, suelen ser reactivos de reacciones en las que participa el benceno, como las sustituciones electrofílicas. Ambas reacciones se estudiarán en este capítulo. Además, los aromáticos son compuestos muy estables, esto se debe a la estabilidad que adquiere el anillo aromático debido a la deslocalización de los electrones que forman los enlaces dobles.

El benceno es un subproducto de la actividad de la industria petroquímica. Debido al avance de este sector y a la necesidad en aumento de nuevos materiales, cada vez hay mayor concentración de compuestos aromáticos en el ambiente.

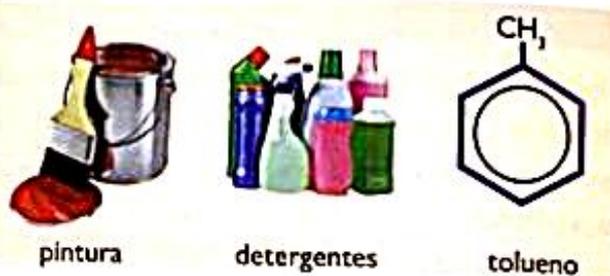
Muchos de estos compuestos son tóxicos en determinadas dosis y algunos son cancerígenos. Entre los más utilizados se puede mencionar, además del tolueno, el naftaleno, el DDT y la anilina.

Si bien los hidrocarburos aromáticos son de suma importancia en la obtención de muchos materiales de uso cotidiano, tardan mucho en ser degradados debido a su alta estabilidad. Esto es muy perjudicial en el caso de aquellos que son muy tóxicos.

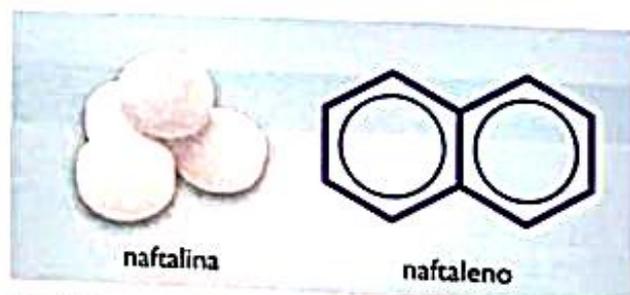
La gran mayoría de los compuestos orgánicos son degradados por la acción de microorganismos (hongos y bacterias) o enzimas, por lo general en presencia de oxígeno. Este proceso se conoce como **biorremediación**. Pero, en el caso específico de este tipo de hidrocarburos, y debido a su gran estabilidad, es necesario utilizar sustancias naturales que actúen como catalizadoras y ayuden

al oxígeno a desestabilizar y así romper el anillo bencénico. De esta manera, estos compuestos se convierten en formas más inestables que pueden ser degradadas con facilidad.

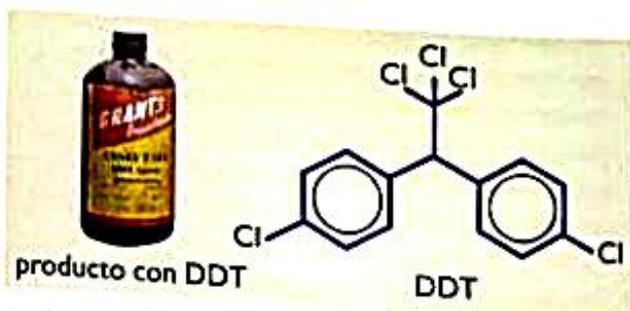
Los países y las industrias deberían encontrar la manera de disminuir la presencia de estos compuestos en el medio ambiente.



El tolueno se utiliza sobre todo como disolvente y diluyente para pinturas, en la fabricación de productos de limpieza y como componente de algunos combustibles debido a que aumenta el octanaje de la nafta.



El naftaleno se emplea en la fabricación de antipolillas, y se lo conoce comercialmente como naftalina.



El DDT (dicloro difenil tricloro etano) es un compuesto tóxico que ha sido utilizado en sus orígenes como piojicida, y en la agricultura para matar plagas. Pero a partir de la década de 1970 se prohibió su uso debido a su toxicidad.



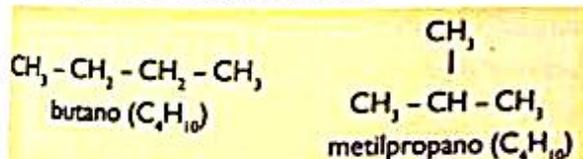
Las anilinas son compuestos que se utilizan en el teñido de telas y maderas.

## Iguals pero diferentes: los isómeros

En la naturaleza, existen muchos compuestos carbonados que tienen la característica de presentar la misma fórmula molecular. Sin embargo, son sustancias con propiedades químicas y físicas distintas. Estos compuestos se denominan isómeros. La isomería se puede clasificar en distintos tipos.

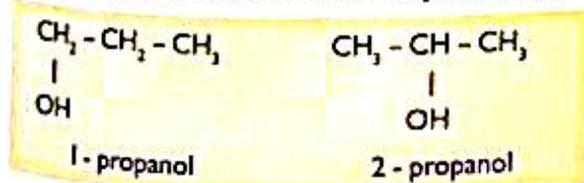
### Tipos de isomería

La **isomería estructural** se relaciona con variaciones en las estructuras de los compuestos. Un tipo de isomería estructural es la **isomería de cadena**; la diferencia entre dos isómeros de cadena radica en la ubicación de los carbonos en la cadena carbonada. En la figura se pueden observar las estructuras del butano y del metilpropano. Si bien ambos tienen la misma fórmula molecular, sus carbonos están ubicados de manera diferente en la cadena. En el caso del butano, la cadena principal es de 4 carbonos; en el caso del propano, es de 3 carbonos con una ramificación.



Isómeros de cadena.

Otro tipo de isomería estructural es la **isomería de posición**. En este caso, la diferencia entre los compuestos radica en la ubicación del grupo funcional (grupo de átomos que le confieren a la sustancia características específicas).

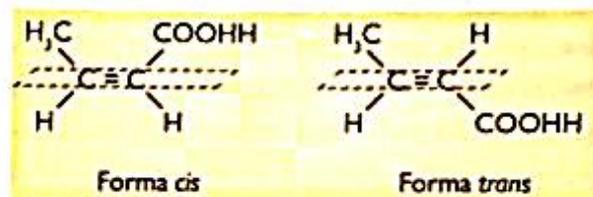


En el caso de estos isómeros de posición, el grupo OH se ubica en distintas posiciones en la cadena.

Otro tipo de isomería es la denominada **estereoisomería** (*estéreo* es una palabra derivada

del griego que se relaciona con el volumen o el espacio que ocupa un cuerpo). La estereoisomería se presenta en aquellas sustancias que, si bien tienen la misma estructura, sus átomos tienen distinta distribución en el espacio.

Uno de estos tipos de isomería es la **geométrica** y, dentro de los hidrocarburos, es propia de los alquenos con sustituyentes distintos a cada lado del enlace doble. Existen dos distribuciones espaciales: la forma *cis* y la *trans*. En la forma *cis*, los sustituyentes iguales a cada lado del enlace doble se encuentran en una misma zona respecto del plano carbono-carbono. Mientras que en la *trans*, se encuentran por encima y por debajo de este.

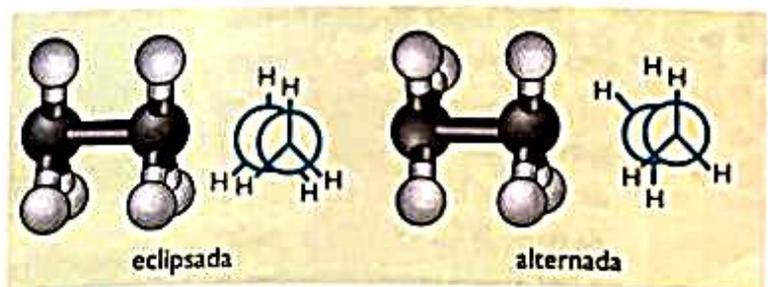


Isómeros geométricos. En la forma *cis*, los hidrógenos están por debajo del plano, mientras que en la *trans* están por encima y por debajo.

### Isomería en los alcanos

En los alcanos, debido a la presencia del enlace simple, los grupos de átomos que están a ambos lados de este pueden rotar y dar origen a distintas conformaciones. Así, por ejemplo, el etano presenta dos posiciones, una denominada "eclipsada" y la otra conocida como "alternada".

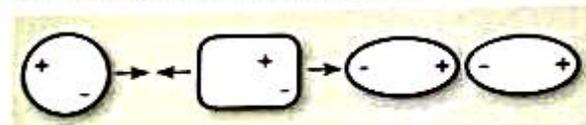
En el caso de la eclipsada, la posición relativa de los hidrógenos unidos a cada carbono coincide, de modo que de frente se verían como un único carbono. En la forma alternada, las posiciones no coinciden.



## Propiedades físicas de los hidrocarburos

¿Por qué algunos hidrocarburos son gaseosos y otros tan sólidos como el asfalto o la parafina? ¿Por qué muchos de ellos flotan en el agua? ¿Por qué las sustancias "grasosas" no se disuelven en agua y sí lo hacen en aguarrás?

En las cadenas de hidrocarburos, los átomos de carbono e hidrógeno están unidos por medio de enlaces covalentes y constituyen las unidades estructurales de cada compuesto. Estas unidades forman moléculas que se mantienen unidas entre sí por fuerzas intermoleculares débiles conocidas con el nombre de **fuerzas de Van der Waals**. En la molécula de metano, por ejemplo, se puede observar que los electrones están distribuidos de manera simétrica alrededor del carbono. Pero como estos se desplazan, existe un instante en el que la distribución de cargas cambia, lo que genera un pequeño dipolo que influirá sobre otra molécula de metano próxima. Estos dipolos reciben el nombre de **dipolos transitorios o inducidos** y, a pesar de su corta duración, son suficientes para generar una pequeña atracción entre las moléculas, las fuerzas de Van der Waals.



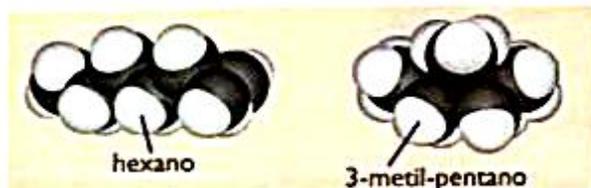
El movimiento de los electrones puede producir asimetría en la carga de una molécula; cuando esta se produce se forma un dipolo que induce la formación de un dipolo en otra molécula. Los dos dipolos se atraen.

### Puntos de fusión y de ebullición

Para lograr que una sustancia cambie su estado de agregación, es necesario vencer las fuerzas que interactúan dentro de ella. Por ejemplo, para fundir un poco de sal (cloruro de sodio = NaCl) será necesario alcanzar

una temperatura **alrededor de 800 °C** debido a que las **fuerzas de interacción** que forman el cristal son **muy fuertes**. En cambio, para que esto ocurra con el etano, la energía necesaria será mucho menor debido a que hay que vencer las fuerzas de Van der Waals entre las moléculas que son mucho más débiles que las de una sal. Por ese motivo, el punto de fusión (PF) del etano es -172 °C y su punto de ebullición (Peb) es -89 °C. Por esta razón, el etano es gaseoso a temperatura ambiente.

Las fuerzas de Van der Waals solo actúan entre moléculas en contacto íntimo, es decir, entre sus superficies. Por ello, es de esperar que cuanto más grande sea una molécula y, en consecuencia, mayor sea su superficie, mayores serán estas fuerzas. A medida que se incrementa el tamaño de la molécula, sus PF y Peb aumentan. Pero, ¿qué ocurre con los alcanos ramificados? La presencia de ramificaciones en la cadena carbonada hace que esta tienda a cerrarse sobre sí misma y adquiera forma similar a una esfera. En consecuencia, la superficie de contacto entre las moléculas es menor y, por lo tanto, también lo es la fuerza a vencer. De un par de isómeros de cadena, el más ramificado tendrá menores PF y Peb. El mismo análisis vale para alquenos y alquinos.



Las moléculas de hexano tienen mayor superficie en relación con su volumen que las de su isómero 3-metilpentano.

NOMBRE	FÓRMULA	PF °C	PEB °C	DENSIDAD (A 20 °C)
Metano	CH <sub>4</sub>	-183	-162	0,424*
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-172	-85,5	0,546*
Hexano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-95	69	0,626
Octano	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-57	126	0,703
Decano	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	-30	174	0,730
3-metilpentano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-118	63	0,676
2,2-dimetilbutano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-98	50	0,649

\*Estos valores corresponden al gas licuado y denota el estado líquido.

Las densidades de estas compuestas son menores que la del agua, que a 20 °C es de 1 g/ml, razón por la cual estos compuestos flotan sobre ella.

## La solubilidad de los hidrocarburos

Cuando una sustancia (soluta) se disuelve en otra, los iones o las moléculas de una de ellas se separan y los espacios disponibles pasan a ser ocupados por las moléculas del compuesto que disuelve (solvente).

Para que un soluto se disuelva es necesario que las fuerzas de atracción entre las partículas del soluto y del solvente superen a las fuerzas de interacción intermoleculares del soluto y del solvente. Es decir, el solvente debe ser capaz de separar las moléculas de soluto, así como el soluto debe poder separar las moléculas de solvente.

Para analizar la solubilidad de los hidrocarburos en distintos solventes es necesario tener en cuenta las características de las moléculas que los conforman. Estos compuestos están constituidos por moléculas no polares, es decir que no tienen una distribución desigual de cargas que sea permanente. Las sustancias polares o formadas por iones con carga neta se disuelven en solventes polares. Las sustancias no polares solo se disuelven cuando están en presencia de solventes no polares como el aguarrás, el querosene o la nafta (todos ellos hidrocarburos).



A. Los pinceles que contienen óleos se limpian con aguarrás.  
B. En muchos talleres mecánicos, los trabajadores limpian sus manos o la grasa del motor de un auto con nafta.

Se dice que el agua es un solvente universal por la cantidad y diversidad de sustancias que se disuelven en ella, sin embargo, el término universal quizás sea un poco exagerado cuando observamos lo que ocurre cuando el agua interactúa con los hidrocarburos. Si se colocan hidrocarburos en un recipiente con agua,

las interacciones de tipo puente de hidrógeno que mantienen unidas las moléculas del solvente son mucho más fuertes que las interacciones entre las moléculas del soluto (en este caso, el hidrocarburo), razón por la cual no se genera la fuerza necesaria para separar las moléculas de agua. Por este motivo, los hidrocarburos no son solubles en agua, lo que hace que esta sustancia no sea un solvente universal después de todo.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

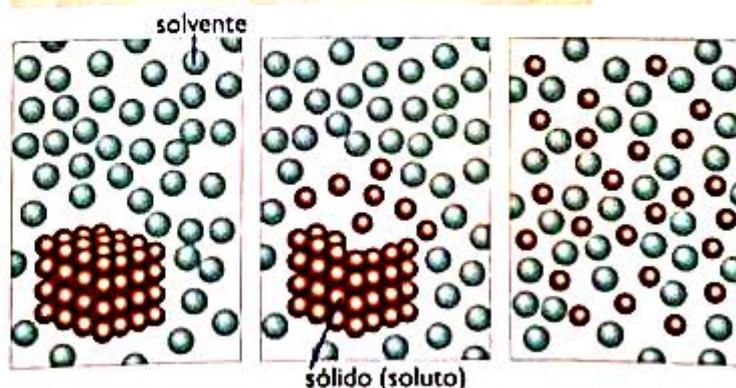
### PETRÓLEO SOBRE EL AGUA

Una de las catástrofes que más afectan la flora y la fauna de un lugar ocurre cuando se produce un derrame de petróleo. Por lo general, el petróleo derramado forma manchas de gran extensión y, al no disolverse en el agua, flota sobre ella y puede llegar hasta las costas.

Para limpiarlo se utilizan desde palas y bandas que lo absorben, hasta detergentes que facilitan su disgregación y microorganismos que lo separan.



Uno de los mayores riesgos lo corren las aves, que al tener sus plumas recubiertas de petróleo pierden el calor de su cuerpo y quedan en peligro de muerte.



Para que una sustancia se disuelva en otra, las fuerzas de interacción soluto-solvente deben superar o al menos equiparar las fuerzas intermoleculares del soluto y el solvente.

## Las reacciones de los hidrocarburos

Las propiedades de los hidrocarburos están relacionadas con las reacciones en las que participan. La importancia histórica de los hidrocarburos, en especial de los alcanos, se relaciona con una reacción en particular: la combustión.

### La combustión

En una reacción de combustión una sustancia, el combustible, reacciona con gas oxígeno, el comburente, y genera como productos agua, dióxido de carbono y calor.

El calor que se libera durante la combustión de hidrocarburos los hace ideales para su uso como combustibles de motores y en la calefacción de ambientes. Uno de los inconvenientes de la combustión ocurre en condiciones en las que hay poco oxígeno; en este caso se genera como producto monóxido de carbono (CO) en lugar de dióxido de carbono. Se dice

que ha ocurrido una **combustión incompleta**. El peligro de la formación de CO es que, al ingresar al cuerpo, entra en competencia con el oxígeno. En esa competencia, se combina con la hemoglobina de la sangre y forma un compuesto, la carboxihemoglobina. Así, la sangre transporta CO en lugar de O<sub>2</sub> y, en consecuencia, se puede llegar hasta la muerte por **anoxia** (falta de oxígeno). Por ese motivo, se aconseja utilizar estufas con tiro balanceado, que liberan los gases producidos al exterior. En caso de contar con otro tipo de estufas, se recomienda dejar alguna abertura hacia el exterior para evitar que los gases se concentren en las habitaciones.



Las estufas de tiro balanceado liberan los gases al exterior. La utilización de braseros durante el invierno es peligrosa por la liberación de gases que pueden ser tóxicos. Siempre es necesario mantener ventilados los cuartos.

**A**

$$2 \text{C}_3\text{H}_8 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{CALOR}$$

Propano

A. En una combustión completa se liberan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y calor. B. En una combustión incompleta se libera CO en lugar de CO<sub>2</sub>.

**B**

$$2 \text{C}_2\text{H}_2 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CALOR}$$

Etino o acetileno

**C**

$$2 \text{C}_3\text{H}_8 + 7 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO} + 8 \text{H}_2\text{O} + \text{CALOR}$$

Propano