



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

PLANCAD
SECUNDARIA 2000

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Fascículo Autoinstructivo

4.7

LOS HIDROCARBUROS

Producción y Publicación:
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD
Van de Velde 160 San Borja
Lima.

Autoría:
UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Facultad de Educación

Equipo de Trabajo:
Alina Gómez Loarte
Luis Huamán Mesía
Carmen Lauro Guzmán
César Quiróz Peralta
Daniel Quineche Meza
César Serra Guerra

**Corrección de Estilo y
Diagramación:**
Miguel Incio Barandiarán

Revisión de textos:
PLANCAD:
Jorge Jhoncon Kooyip
UDCREES:
Elizabeth Quinteros Hajar

Índice

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | Fundamentos de los hidrocarburos | 1 |
| 1.1 | Conceptos fundamentales | 1 |
| 1.2 | El átomo de carbono. Propiedades e hibridaciones | 3 |
| II. | Clasificación de los hidrocarburos | 7 |
| 2.1 | Hidrocarburos saturados. Alifáticos o alcanos | 7 |
| 2.2 | Hidrocarburos alifáticos insaturados | 12 |
| III. | Derivados halogenados de los hidrocarburos | 18 |
| 3.1 | Hidrocarburos halogenados. Reacciones y aplicaciones | 18 |
| 3.2 | Hidrocarburos halogenados e impacto ambiental | 19 |
| IV. | Fuentes de hidrocarburos | 21 |
| 4.1 | El petróleo | 21 |
| 4.2 | El gas natural | 24 |
| V. | Potencial y futuro energético de los hidrocarburos | 25 |
| 5.1 | Potencial de los hidrocarburos | 25 |
| 5.2 | Futuras posibilidades | 27 |
| | Autoevaluación | 29 |
| | Glosario | 30 |
| | Bibliografía | 32 |

INTRODUCCIÓN A LOS MODULOS PLANCAD

En la actualidad, los docentes de educación secundaria, del área de ciencia, tecnología y ambiente, tienen que enfrentar muchas dificultades para acceder a información especializada reciente que les permita profundizar en contenido científico actualizado; y, en forma paralela, familiarizarse y manejar estrategias metodológicas dinámicas para facilitar a sus alumnos el aprendizaje del área.

Por ello, el Ministerio de Educación, a través del programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Peruana y del Plan Nacional de Capacitación Docente 2000 (PLANCAD-MECEP), con la colaboración de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, a través de la Dirección de Educación Continua, de su Facultad de Educación, ha elaborado cuatro módulos autoinstructivos para satisfacer esta necesidad y así contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación nacional, vía el enriquecimiento personal y profesional del potencial humano que existe en el cuerpo docente del país.

Cada módulo consiste en ocho (8) fascículos monotemáticos¹, con contenidos seleccionados de entre aquellos que conforman la estructura curricular básica para educación secundaria, en el área de ciencia, tecnología y ambiente.

Cada fascículo, a su vez, ha sido desarrollado para cubrir dos aspectos fundamentales de la actividad educativa. Por un lado, contiene información científica actualizada, trabajada de manera accesible para ser asimilada con facilidad y, al mismo tiempo, adecuarla a las necesidades y posibilidades de acción en el aula. Por otro lado, y aunque este no es su objetivo central, ofrece algunas estrategias metodológicas dinámicas que promueven la participación activa en el análisis de los temas y materiales presentados en una situación de aprendizaje para facilitar, en los alumnos, la construcción de sus propios conocimientos.

La estructura del fascículo está diseñada para ser desarrollado a través de tres momentos de actividad en su manejo.

- Actividades iniciales o de entrada.
- Actividades de proceso, incluyendo acciones de investigación-experimentación
- Actividades de salida o finales

Al final de cada fascículo, se presenta una síntesis de los contenidos tratados, seguida de una autoevaluación final. Se incluye, también, un glosario básico que explica o define aquellos términos que son nuevos, o que aún siendo conocidos, son a menudo utilizados erróneamente. El fascículo se completa con unas referencias bibliográficas acerca de los materiales consultados o que pudieran servir para una mayor profundización en función del interés del docente usuario de este material.

Ahora, apreciado amigo y colega te invitamos a conocer este fascículo que ponemos en tus manos y a disfrutar con él, tratando de redescubrir y entender como funciona el universo y el mundo en que vivimos y enriquecerte, personal y profesionalmente, para cuidarlo mejor.

¹ Esto es, elegidos en un campo temático especial o referidos a un tema específico (de allí lo de monotemático) del saber humano, pero analizados desde varios de sus diferentes aspectos constitutivos, con el auxilio de instrumentos cognoscitivos y metodológicos de diferentes disciplinas curriculares.

Presentación

Estimado colega:

Aunque el agua es el líquido más corriente, no es el de estudio más sencillo. Tras doscientos años de investigación, todavía no tenemos explicaciones satisfactorias a todas sus extraordinarias propiedades. Entre estas, la que más destaca es su gran poder disolvente.

Hoy los investigadores tienen respuestas más o menos elaboradas, pero queda una cuestión: ¿por qué la naturaleza ha reservado las propiedades más raras a su elemento líquido más abundante.

El presente fascículo aborda el tratamiento de estas dos temáticas: las propiedades del agua y las soluciones (particularmente las acuosas).

En la primera unidad se pasa revista a las principales propiedades físicas del agua, destacando su comportamiento anómalo. Luego, se esboza un modelo explicativo relacionando sus propiedades con la estructura molecular.

En la segunda, se trata del estudio de las soluciones, destacando las características del agua como disolvente universal.

Esperamos que el material de este fascículo te ayude a comprender sobre las propiedades del agua y de las soluciones, convirtiéndose en una guía pertinente para el abordamiento racional de la solución de problemas, y que las preguntas que te invitamos a responder, puedan devenir en un estímulo gratificante para que continúes profundizando en el tema.

Cualquier inquietud o duda que surja durante el trabajo pedagógico de estos temas, recuerda que estamos siempre atentos a tus requerimientos por los medios que ya conoces. Te deseamos muchos éxitos.

I. FUNDAMENTOS DE LOS HIDROCARBUROS

Esta unidad tiene el propósito de ayudarte a identificar la naturaleza de los hidrocarburos y analizar las propiedades e hibridaciones del átomo de carbono que explican el enorme y variado número de compuestos orgánicos.

1.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Una de las más extraordinarias conquistas del hombre, que ha hecho posible la gran transformación industrial de nuestro tiempo, es la producción de energía a partir del aprovechamiento y desarrollo de las fuerzas que se encuentran en la naturaleza para producir movimiento mecánico.

Nada de lo hecho por el hombre en el campo de la industria, desde la fabricación de sus primitivas armas de caza, pasando por todas las etapas de desarrollo de la humanidad hasta el lanzamiento de las naves espaciales de nuestros días, se concibe sin el uso de la energía. Ella ha hecho posible el maquinismo contemporáneo, las maravillas de la electrónica, el industrialismo en todas sus manifestaciones, la revolución en los transportes y, en general, todas las comodidades de que goza hoy el hombre, que ha realizado su viejo ideal de suplir el uso de sus fuerzas propias con el uso controlado racionalmente de las fuerzas de la naturaleza.

Comprenderás entonces la gran importancia que tiene para el mundo el aprovechamiento de las fuentes de energía y por qué el hombre, para mantener el progreso alcanzado, no cesa en su búsqueda sobre las formas y métodos de seguir produciendo energía para asegurar las conquistas de la civilización. Y una de las más grandes fuentes de energía de nuestro tiempo, precisamente corresponde a los combustibles provenientes del petróleo. Se estima que no menos de la tercera parte de la energía que se consume en el mundo se obtiene del petróleo y del gas natural, que habitualmente se encuentra en los mismos pozos de petróleo. Estas fuentes de energía constituyen mezclas de una gran variedad de compuestos orgánicos denominados **hidrocarburos**. Dichos compuestos, a diferencia de los inorgánicos que son unos 60 000, llegarían actualmente a una cifra aproximada de unos 3 millones.

Al respecto:

¿A qué cuerpos de la naturaleza llamamos hidrocarburos?

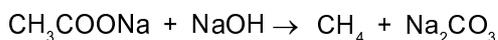
¿Cómo puede explicarse que los compuestos orgánicos sean tan numerosos?

¿Qué clase de estructura y propiedades permiten identificar a los hidrocarburos?

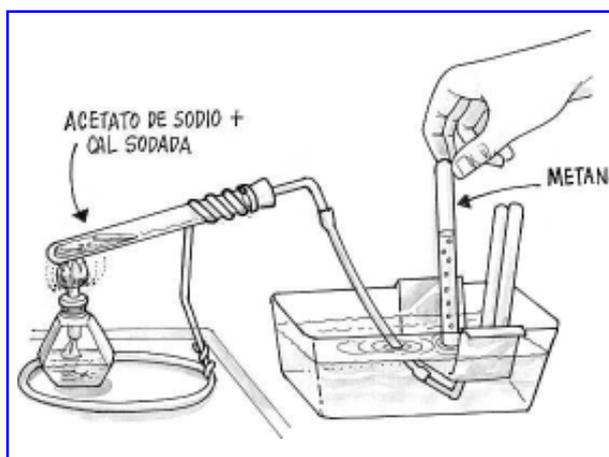
Para responder a estas preguntas, te invitamos a ejecutar la siguiente [actividad](#):

- Mezcla y pulveriza en un mortero 5 g de acetato de sodio y 15 g de cal sodada (mezcla de hidróxido de sodio y óxido de calcio).
- Coloca la mezcla en un tubo de ensayo y monta el aparato indicado en la figura.
- Calienta el tubo, al comienzo suavemente, moviendo el mechero a lo largo del tubo. Luego calienta fuertemente. Observa el desprendimiento de burbujas en la cuba con agua.
- Llena tubos de ensayo con el gas que se desprende, cuidando de mantenerlos invertidos. Tápalos. Luego retira el tubo de salida del recipiente con agua.
- Destapa uno de los tubos y acerca a su boca un fósforo encendido.

La ecuación de la reacción es:



El gas obtenido es el **metano**. Es un hidrocarburo incoloro, inodoro e insípido, más ligero que el aire y casi insoluble en el agua. Se usa en la fabricación de negro de humo, de hidrógeno y como combustible, bajo la forma de gas natural. Mezclado con el aire en proporción del 5 al 15% forma mezcla que explota por ignición. Se halla en las minas de carbón, en donde junto con el aire forma el *gas grisú*, mezcla explosiva de alta peligrosidad.



Los **hidrocarburos** son, pues, las sustancias orgánicas cuya molécula está constituida solamente por átomos de hidrógeno y carbono. Pueden ser gaseosos, líquidos o sólidos. Se encuentran en la naturaleza o se producen por síntesis. El metano, por ejemplo, se halla en el petróleo y en el gas natural; y se desprende continuamente de los pantanos, en donde se forma por fermentación de la celulosa de las plantas. El peso molecular de los hidrocarburos conocidos varía desde 16,04 en el metano hasta 9 000 en las parafinas sintetizadas de alto peso molecular. Los hidrocarburos pueden poseer reactividades químicas muy diferentes; algunos son tóxicos y otros, explosivos. Los hidrocarburos suministran el 96% de la energía consumida generalmente a nivel mundial: el 40% lo da el petróleo bruto, el 34% tiene su origen en el carbón y el 22% en el gas natural. El 4% restante proviene de la fuerza hidráulica.

Los hidrocarburos y sus derivados cubren el dominio total de la química orgánica y son la base de la vida animal y vegetal. Las más prolíficas fuentes de hidrocarburos son el petróleo y el carbón para los hidrocarburos no aromáticos y aromáticos. La savia y los jugos vegetales son la fuente de los terpenos.

El número de hidrocarburos posibles teóricamente es infinito. Un hidrocarburo parafínico que tenga 20 átomos de carbono y 42 de hidrógeno en una molécula puede tener 366 319 combinaciones diferentes de estos átomos, a las que se llaman **isómeros**; y un hidrocarburo que tenga 60 átomos de carbono y 122 de hidrógeno puede llegar a tener más de 22×10^{21} isómeros. Y estos números son pequeños en comparación con el de

posibles isómeros de hidrocarburos que no sean parafínicos. La cifra de hidrocarburos mencionados en las publicaciones excede de 100 000, de los cuales menos de 10 000 se han estudiado y muchos sólo parcialmente.

Las sustancias orgánicas, aquellas en las que el carbono es el elemento predominante, son pues mucho más numerosas que todas aquellas en las que intervienen los demás elementos.

1.2 EL ÁTOMO DE CARBONO: PROPIEDADES E HIBRIDACIONES

¿Qué razón puedes dar para explicar el número muy grande de sustancias orgánicas?

Es probable que hayas señalado que la razón básica reside en la capacidad única del átomo de carbono para formar enlaces consigo mismo y con un gran número de otros elementos. Lo más importante es la facultad de los átomos de carbono para enlazarse en cadenas largas o en complejas estructuras cíclicas, facultad de importancia vital para nosotros. Sin ella, tal vez nunca se hubiera formado ni mantenido la vida en la tierra. Como recordarás todos los grupos fundamentales de sustancias que existen en los organismos vivos, como son: los ácidos nucleicos, las proteínas y los azúcares, se basan en la química de los átomos de carbono.

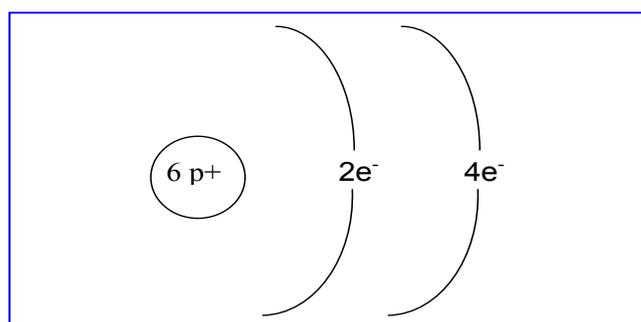
Hubo un tiempo en que se creyó que los compuestos existentes en los organismos vivos no se podían sintetizar en el laboratorio. Los científicos mismos creían que sólo se podían obtener de los organismos vivos o de materia que hubiera estado viva. Hace más de 150 años, se demostró que esa idea estaba equivocada; sin embargo, la rama de la química que trata de los compuestos de carbono todavía se sigue denominando química orgánica. Esta disciplina comprende hoy día no sólo las sustancias producidas por la materia viva, sino también una gama inmensa de compuestos sintéticos, incluso muchos de importancia industrial. Casi todos los plásticos y fibras sintéticas de uso cotidiano son compuestos orgánicos, como también lo son sustancias tan distintas como los líquidos para lavar en seco, los edulcorantes artificiales, los pesticidas y un sinnúmero de medicamentos.

Muchos compuestos orgánicos de vital importancia, actualmente se producen a partir de los combustibles fósiles; o sea, a partir del petróleo y del gas natural. Estos proceden de materia viva de otros tiempos, por lo que, en ese sentido, gran parte de la industria química orgánica actual conserva sus verdaderos orígenes orgánicos. Pero la sofisticación de la química moderna es tal, que, si se agotasen las fuentes de esas materias primas, se afirma que aquellos mismos productos podrían seguir obteniéndose a partir de fuentes de carbono alternativas como es el monóxido de carbono.

¿De qué manera crees que el átomo de carbono origina la gran variedad y complejidad de los compuestos orgánicos?

Seguramente has afirmado que ello puede explicarse en función a la estructura atómica del carbono. Al respecto, recuerda:

- Un elemento con menos de cuatro electrones en el nivel de energía externo, tiende a cederlos a otro elemento que tenga más de cuatro. Esto sucede con los metales.
- Un elemento con más de cuatro electrones tiende a aceptar electrones en lugar de perderlos, lo que ocurre con los no metales.
- El isótopo más abundante del carbono tiene un peso atómico relativo de 12, con seis protones y seis neutrones. Para permanecer eléctricamente neutro debe tener, por lo tanto, seis electrones. El siguiente diagrama de Bohr muestra la distribución de los electrones para el átomo de carbono:



Observarás que tiene 2 e⁻ en el primer nivel y 4 e⁻ en el segundo; de modo que el carbono se halla en una posición bastante especial al tener esa capa exactamente a medio llenar. Así, en lugar de ceder o recibir 4 e⁻ para completar el nivel de energía externo, el carbono comparte sus cuatro electrones con otros elementos, con los cuales forma compuestos covalentes; debido principalmente al valor intermedio de electronegatividad: 2,5

De esta manera, la complejidad de la química del carbono es el resultado de dos propiedades de este elemento:

Tetravalencia (valencia 4), significa que un solo átomo de carbono puede establecer cuatro enlaces de dos electrones, lo que permite que gran número de elementos se unan al carbono en un gran cantidad de combinaciones. Se une preferentemente con el hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Entre otros elementos que intervienen con frecuencia en los compuestos orgánicos están el azufre, el fósforo y los halógenos (especialmente el cloro).

Autosaturación, que es la capacidad para unirse a otros átomos de carbono para formar distintos tipos de cadenas. Esto se explica porque debiendo formar enlaces covalentes, tiene marcada preferencia por otros átomos de carbono que tienen la misma afinidad por los electrones. De allí la gran abundancia de cadenas de carbono en los compuestos orgánicos, muchos de los cuales son macromoléculas; es decir, compuestos de muy alto peso molecular.

De la configuración electrónica del carbono (número atómico 6) en su estado fundamental: $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ puede deducirse que la valencia de este átomo es 2 por tener dos orbitales p incompletos y poder compartir los dos electrones de dichos orbitales: $2p_x$ y $2p_y$; el orbital $2p_z$ está desocupado. Sin embargo, en la casi totalidad de sus compuestos el carbono tiene valencia 4. Este problema se explica reconociendo que cuando el carbono va a entrar en combinación, pasa de su estado fundamental (de mínima energía) a otro estado excitado, por "salto" de uno de los electrones del orbital 2s al orbital $2p_z$. Esto se puede resumir en la siguiente tabla, de donde puedes entender por qué la valencia del carbono es 4.

| | |
|---------------------------|--|
| | |
| Estado fundamental | |
| Estado excitado | |

Se afirma que cuando un átomo de carbono está en estrecha proximidad a otros átomos o cuando está enlazado a ellos, pueden cambiar las energías y formas de los orbitales. Dicho reordenamiento se conoce por "hibridación".

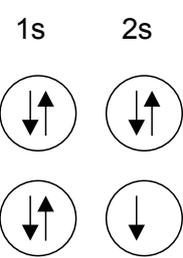
Hibridación es el reordenamiento o "mezcla" de dos o más orbitales de un mismo nivel de energía, pero diferente subnivel, que da origen a orbitales nuevos de igual energía y forma. En el átomo de carbono este fenómeno consiste en que un electrón del orbital 2s que estaba apareado gana energía y pasa (o "salta") a ocupar el orbital 2p que estaba vacío.

La hibridación en el átomo de carbono puede ser: tetragonal, trigonal y digonal.

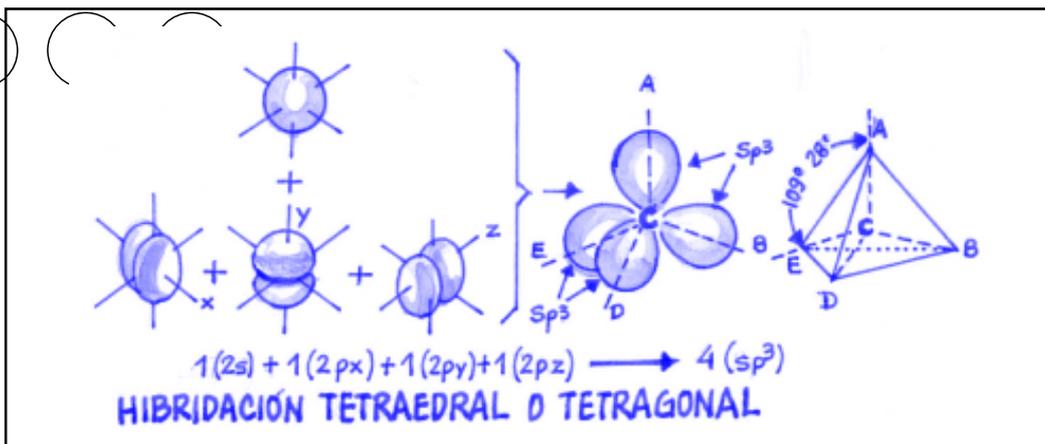
En la **hibridación tetragonal** el orbital 2s se mezcla con tres orbitales p para originar cuatro orbitales iguales o equivalentes (llamados orbitales híbridos), denotados mediante la expresión sp^3 , cada uno ocupado por un electrón. El símbolo sp^3 te indica que los orbitales híbridos se han formado a partir de un orbital de tipo s y tres orbitales de tipo p.

Como resultado de esta hibridación, el átomo de carbono queda con cuatro valencias exactamente iguales y dirigidas hacia los vértices de un tetraedro.

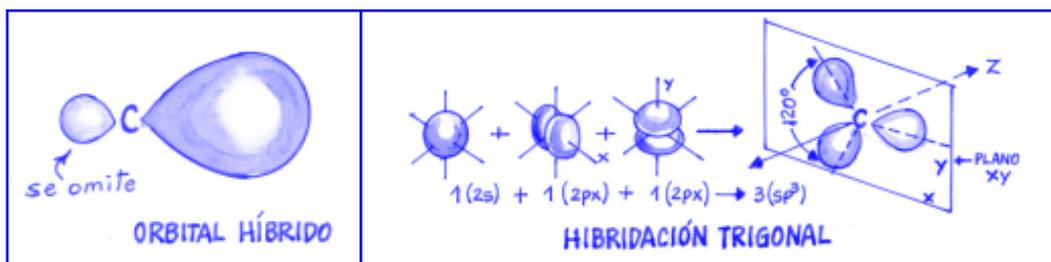
Átomo de Carbono



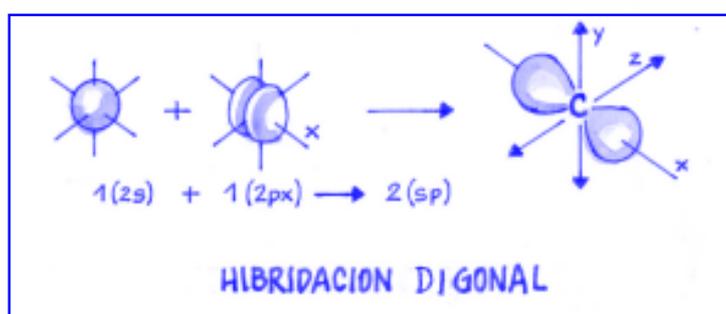
El ángulo medido entre cada uno de los orbitales híbridos sp^3 es $109^\circ 28'$ lo que nos está indicando que dichos orbitales sólo tienen cabida en un espacio tridimensional que corresponde a un tetraedro regular, donde los cuatro orbitales híbridos sp^3 están dirigidos hacia los vértices de un tetraedro. Esto se describe en el siguiente esquema:



En la **hibridación trigonal** el orbital 2s se mezcla con dos orbitales p para dar tres orbitales iguales o equivalentes que se representan mediante la expresión sp^2 . Como resultado de esta hibridación se tienen tres orbitales coplanares equivalentes, orientados hacia los vértices de un triángulo equilátero, con ángulo de 120° entre los orbitales. El orbital $2p_z$ no se hibridiza en estos casos, sino que permanece "puro" y es perpendicular al plano formado por los tres orbitales híbridos sp^2 , tal como se muestra en la siguiente figura:



Por último, en la **hibridación digonal** el orbital 2s se mezcla con un solo orbital p para dar dos orbitales híbridos iguales y equivalentes, denotados por sp^1 . Estos orbitales son colineales, de forma semejante a los sp^3 y sp^2 . Los orbitales $2p_y$ y $2p_z$ no se hibridizan; y son perpendiculares a los orbitales híbridos. Al respecto, te invitamos a analizar la siguiente figura:



A continuación al analizar los diferentes tipos de hidrocarburos, se discutirán **los enlaces simple, doble y triple en el átomo de carbono**. Recuerda que cuando un átomo va a entrar en combinación con otro, su tendencia es a completar los orbitales que tengan un solo electrón. Esto se realiza mediante la formación de un enlace, que no es más que la superposición de sendos orbitales de los dos átomos. De este modo, los dos orbitales atómicos forman un **orbital molecular**, en el cual van a moverse los dos electrones compartidos.

Este es un aspecto significativo de la **química orgánica**: la capacidad de los átomos de carbono para unirse entre sí por más de un solo enlace; dos átomos de carbono pueden estar unidos por dos o incluso tres pares de electrones formando enlaces carbono-carbono dobles o triples. Estos enlaces múltiples confieren reactividad de varias maneras a las moléculas que los contienen. La reactividad incrementada de compuestos de enlace doble como el eteno (etileno) se aprovecha para obtener gran variedad de compuestos de gran importancia industrial. En otras sustancias orgánicas más complejas, esos enlaces dobles o triples pueden contribuir a dar color a una sustancia; por ejemplo, parte del proceso visual de los seres humanos depende de un enlace doble existente en la rodopsina, compuestos que se encuentra en la retina de los ojos.

Piensa y responde:

- ¿Cómo explicas que el carbono pueda originar una gran variedad de compuestos orgánicos?
- ¿Cuántas y cuáles clases de hibridación puede sufrir el átomo de carbono?
- ¿Qué comportamiento del átomo de carbono puede explicarse mediante la hibridación?

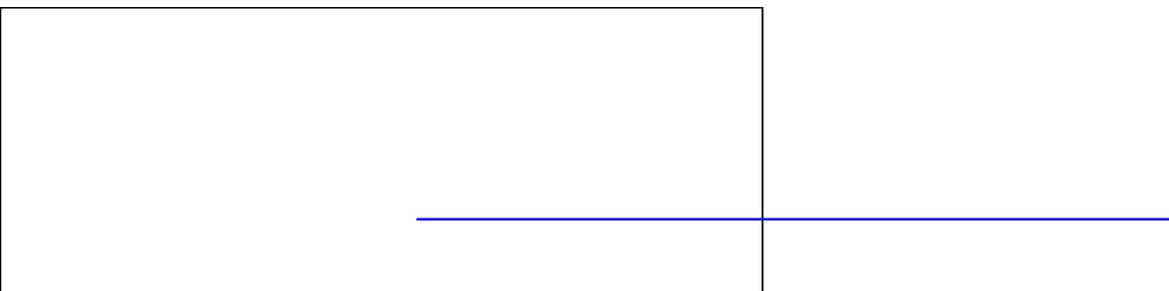
II. CLASIFICACION DE LOS HIDROCARBUROS

Esta Unidad tiene la finalidad de ayudarte a que describas y expliques la estructura molecular de los principales grupos de hidrocarburos; así como sus propiedades, producción y el efecto que provocan en nuestra vida.

*¿Cómo se clasifican los hidrocarburos?
¿Cuál es la naturaleza y las propiedades de cada grupo?
¿Qué importancia tiene cada grupo de hidrocarburos?*

En esta unidad trataremos de dar respuesta a estas y otras interrogantes.

Al respecto, el siguiente esquema te muestra la clasificación de los hidrocarburos:



2.1. HIDROCARBUROS SATURADOS. ALIFÁTICOS O ALCANOS

¿A qué hidrocarburos se les denomina saturados?

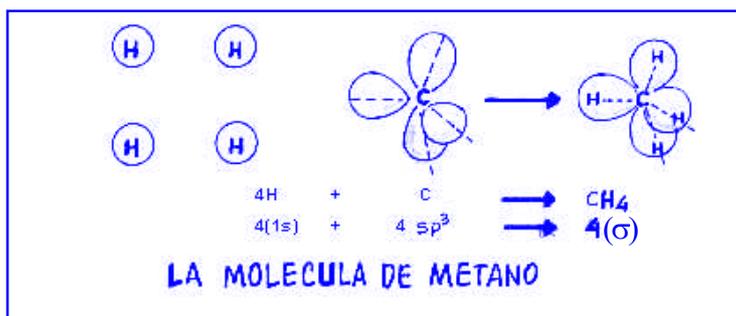
¿Cómo se originan los enlaces simples que los caracterizan?

Cada átomo de carbono se enlaza a otros átomos de carbono y a átomos de hidrógeno —en número máximo posible de cuatro—, por lo que se dice que está **saturado**; es decir, su capacidad de valencia está completa. Además, en cada miembro de esta serie, las moléculas están dispuestas en forma de cadenas lineales o ramificadas (alifáticas) y

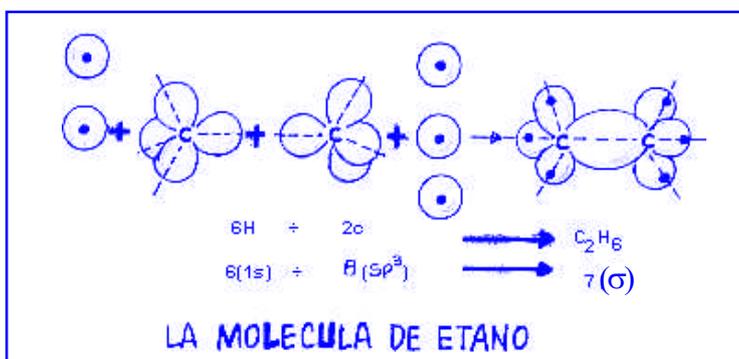
no en anillos cerrados. Conocidos anteriormente como parafinas por su poca reactividad química (del latín, *parum affinis*: “poca afinidad”), los miembros de esta serie reciben ahora el nombre de **alcanos**. Tienen como fórmula general $C_n H_{2n+2}$

En todos los hidrocarburos saturados el carbono presenta hibridación tetragonal. Veamos a continuación, las estructuras de los dos primeros miembros de la serie: metano CH_4 y etano C_2H_6 . La formación teórica de la molécula del metano, el más simple de los compuestos orgánicos y componente principal del gas natural, se ilustra en el siguiente esquema:

La formación teórica de la molécula del etano, constituida por dos átomos de carbono unidos entre sí —a cada uno de los cuales van ligados tres átomos de hidrógeno— se ilustra en la siguiente figura:



Estos esquemas representan **orbitales moleculares**, que se forman por traslape o interpenetración de orbitales atómicos de los átomos que intervienen.



Recuerda:

Orbital molecular es la región del espacio donde es probable encontrar electrones asociados a dos o más núcleos.

Llamaremos “eje internuclear” a la línea imaginaria que pasa por el centro de los átomos enlazados. Los orbitales moleculares esquematizados se denominan “sigma” (σ). Hablamos de **enlace sigma** cuando los orbitales se unen, de modo uniforme y simétrico, a lo largo de eje internuclear.

Ahora:

Identifica, respectivamente, cuatro y siete enlaces sigma en las moléculas del metano y del etano.

Eliminando un átomo de hidrógeno del metano se forma un radical: el grupo metilo (representado por $-\text{CH}_3$). Dada la capacidad de los átomos de carbono para formar cadenas, se pueden unir dos grupos metilo para formar un compuesto consistente en dos átomos de carbono y seis de hidrógeno: el etano $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$.

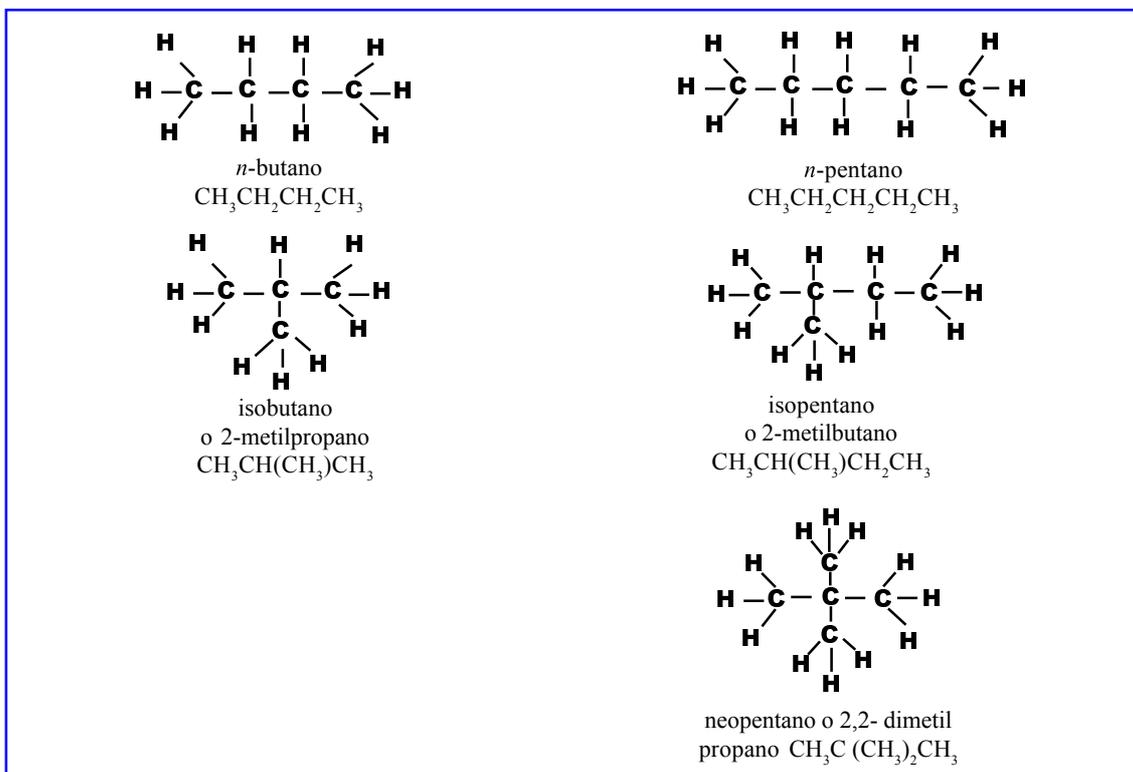
Del mismo modo en que el etano se deriva del metano, uno de los átomos de hidrógeno de la molécula de etano puede ser sustituido por un grupo metilo, lo que da lugar a una cadena de tres átomos de carbono con ocho átomos de hidrógeno, que constituye el compuesto propano (C_3H_8); el átomo central de carbono queda así enlazado con los otros dos átomos de carbono y, por lo tanto, admite sólo dos átomos de hidrógeno:



2.1.1 Isomería

Repitiendo el proceso de sustituir un átomo de hidrógeno por un grupo metilo, la serie de los alcanos puede seguir extendiéndose al butano (C_4H_{10}), al pentano (C_5H_{12}), al hexano (C_6H_{14}) y a moléculas aún mayores.

Una vez que una molécula de alcano tiene cuatro o más átomos de carbono, ya no es imprescindible que tenga forma de una cadena simple sin ramificación. En vez de añadir otro grupo metilo al extremo de la cadena de tres átomos de carbono del propano, se puede añadir, por ejemplo, el grupo metilo al átomo de carbono central y formar una cadena ramificada; lo que corresponde al compuesto isobutano o 2-metilpropano (indica que el grupo metilo adicional está unido al segundo átomo de carbono). La fórmula del isobutano y la del butano normal de cadena lineal (*n*-butano) es la misma para ambos: C_4H_{10} ; las dos formas tienen el mismo número de átomos, pero sus estructuras son diferentes. Este fenómeno se denomina **isomería estructural**, y los diferentes compuestos, **isómeros**. Las propiedades físicas de los isómeros estructurales pueden variar muchísimo; el *n*-butano hierva, por ejemplo, a $-0,5^\circ\text{C}$, mientras que el isobutano lo hace a $-11,7^\circ\text{C}$. A continuación ilustramos los isómeros del butano y del pentano.



¿Sabías que...?

| | |
|---|--|
| El butano C_4H_{10} tiene 2 isómeros | El nonano C_9H_{20} tiene 35 isómeros |
| El pentano C_5H_{12} tiene 3 isómeros | El decano $C_{10}H_{22}$ tiene 75 isómeros |
| El hexano C_6H_{14} tiene 5 isómeros | El eicosano $C_{20}H_{42}$ tiene 366 319 isómeros |
| El heptano C_7H_{16} tiene 9 isómeros | El tetracontano $C_{40}H_{82}$ tiene 62' 491 178' 805 831 isómeros |
| El octano C_8H_{18} tiene 18 isómeros | |

2.2.2 Producción y empleo

Los primeros miembros de los alcanos –del metano al butano- se utilizan mucho en la vida doméstica y en la industria. Se obtienen principalmente a partir de los combustibles fósiles que se encuentran en yacimientos subterráneos de gas natural o de los gases asociados a depósitos de petróleo. En algunas zonas, por ejemplo bajo el Mar del Norte, el gas natural es metano casi puro; en otras partes, por ejemplo en los Estados Unidos de América, puede contener un porcentaje significativo de otros hidrocarburos como etano, propano y butano. Los alcanos de cadena larga –gasolina, querosene, parafina, aceites minerales, grasas, ceras y betún- se obtienen por destilación del petróleo.

El metano se emplea principalmente como combustible, aunque constituye también un importante producto de partida en la obtención de otros compuestos químicos. El metano se puede convertir, por ejemplo, en metanol (CH_3OH) y otros alcoholes de cadena larga, así como en alcanos de cadena larga como la gasolina. Se puede emplear también para hacer triclorometano (cloroformo, $CHCl_3$) y tetraclorometano (tetracloruro de carbono, CCl_4).

El etano se emplea sobre todo como producto de partida, principalmente para obtener eteno (etileno, C_2H_4), que a su vez se puede convertir en otras sustancias útiles, por ejemplo polietileno (un plástico de mucho uso). El propano y el butano se convierten fácilmente en líquidos almacenables a presión en recipientes, que permiten transportar el combustible; se emplean también para obtener otros compuestos como el eteno y el propeno (propileno, C_3H_6), de uso en la elaboración de polímeros sintéticos.

2.2.3 Reacciones de los alcanos

El nombre de parafinas, que recibían antes los alcanos, se deriva del latín *parum affinis*, que significa poco afines. En términos químicos, los hidrocarburos saturados son relativamente poco reactivos; pero todos ellos sufren oxidación –si no la sufriesen, no se hubieran impuesto como combustibles-.

Sufren también otros tipos de reacciones, como la halogenación (combinación con uno de los elementos halógenos flúor, cloro, bromo o yodo) y la nitración (sustitución de un átomo de hidrógeno por un grupo nitro $-NO_2$); pero las condiciones exigidas para que esas reacciones se mantengan suelen ser difíciles.

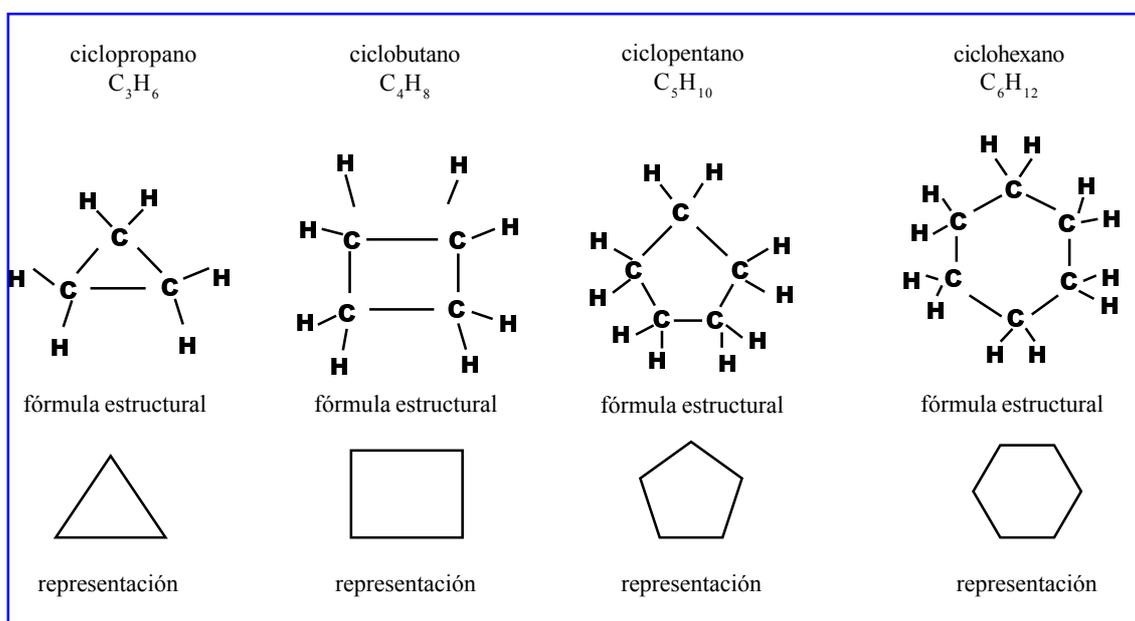
También, bajo condiciones extremas, los hidrocarburos se isomerizan; es decir, se descomponen parcialmente para recombinarse después en isómeros diferentes. Esa isomerización es la base de los procesos de craqueo térmico empleados para elevar el octanaje de los hidrocarburos líquidos destinado a la gasolina. El octanaje se basa en las propiedades combustibles de la molécula de ocho átomos de carbono del *n*-octano de

cadena lineal, a la que se asigna el valor 100; la mayor parte de la gasolina que se usa hoy día tiene un octanaje situado entre los 95 y 98 octanos.

A la temperatura ambiente, los hidrocarburos pasan de gases a líquidos y después a sólidos al aumentar el peso molecular. La vaselina es una mezcla sólida y blanda de hidrocarburos obtenidos del petróleo crudo; se emplea como ungüento de barrera en la protección de heridas y llagas. Los hidrocarburos de alto peso molecular forman ceras duras, que se pueden emplear como cubierta protectora o como materiales de combustión lenta.

2.2.4 Hidrocarburos cíclicos

Los hidrocarburos más simples, es decir, la mayoría de los alifáticos saturados, tienen los átomos de carbono unidos en una cadena. Pero, debido a la propiedad privativa de los átomos de carbono de combinarse entre sí, es posible que los dos extremos de una cadena se unan, formando un compuesto en anillo o alicíclico. Observa en el siguiente gráfico los diagramas de los cuatro primeros:



El hidrocarburo más simple capaz de enlazarse de esa manera es uno que contiene tres átomos de carbono: el ciclopropano (C_3H_6). Es muy reactivo, debido a la gran tensión que ejerce la estructura nuclear en los enlaces químicos; el ángulo formado entre los enlaces que unen los átomos de carbono del ciclopropano es de unos 60° , sólo un poco mayor que la mitad de 109° , el ángulo más favorable del carbono en su estado usual de enlaces tetraédricos.

Al aumentar el número de átomos de un anillo, se reduce esa tensión; por ello, el ciclobutano (C_4H_8) es más estable que el ciclopropano, pero menos estable que el ciclopentano (C_5H_{10}). El ciclohexano (C_6H_{12}), compuesto cíclico de seis átomos de carbono, es muy estable y se emplea mucho como disolvente en las reacciones químicas. Muchos de los hidrocarburos cíclicos tienen propiedades similares a las que caracterizan a los hidrocarburos de cadena lineal; por ejemplo, el ciclohexano es un líquido incoloro a temperatura ambiente, inflamable e inmiscible en el agua, propiedades que son compartidas por su análogo de cadena lineal *n*-hexano (C_6H_{14}).

Muchos de los hidrocarburos alicíclicos aparecen como componentes del petróleo crudo. Se obtiene comercialmente una pequeña proporción de ciclohexano por destilación fraccionada del petróleo, pero es la hidrogenación del benceno, un hidrocarburo aromático, uno de los métodos de mayor producción de ciclohexano. Este hidrocarburo es una materia prima importante en la fabricación de la fibra sintética nylon. Como la mayoría de los demás compuestos orgánicos, en el procesado del ciclohexano se debe actuar con sumo cuidado, no sólo por su inflamabilidad, sino sobre todo por sus vapores, que, si son respirados, pueden provocar graves intoxicaciones.

2.2.5 Hidrocarburos de cadena larga

Se pueden obtener moléculas de hidrocarburos muy largas, de cadenas de cientos en incluso miles de átomos de carbono. El polietileno y el polipropileno, plásticos muy conocidos, son ejemplos de hidrocarburos sintéticos de ese tipo. En la naturaleza no hay cadenas de semejante longitud, aunque la goma natural se compone de moléculas muy largas, formadas por la unión de miles de moléculas de hidrocarburo de cadena ramificada de cinco carbonos llamado isopreno: $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$.

La unidad de isopreno constituye también la base de un grupo muy abundante de productos naturales llamados terpenos; están entre ellos gran número de aromas y fragancias naturales, como el limoneno existente en los cítricos, y el alfa-pineno de la trementina. Por lo general, estos compuestos son complicados, y a menudo tienen un doble enlace entre uno o más pares de átomos de carbono. Con frecuencia, además, hay uno o más átomos de oxígeno en alguna parte de la molécula. Los terpenos, de 40 átomos de carbono, incluyen algunas sustancias biológicas importantes que dan su color a hortalizas como la zanahorias y los tomates; una de ellas, el beta-caroteno, se descompone en el hígado y da lugar a la vitamina A, derivado diterpénico que desempeña un importante papel en la visión nocturna.

2.2 HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS INSATURADOS

¿A qué hidrocarburos llamamos insaturados?

¿Qué efectos provocan en la vida diaria los hidrocarburos insaturados?

El término **insaturado o no-saturado** se emplea en los hidrocarburos que tienen menos hidrógenos que las parafinas correspondientes. De allí que las moléculas contengan al menos un enlace múltiple carbono-carbono; que puede tratarse de un enlace doble o triple. Las cuatro valencias del carbono no están unidas a otros átomos, de allí que se diga que su capacidad de valencia no está completa. Los compuestos de enlace doble se llaman también comúnmente **alquenos u olefinas**; este último nombre se debe a la facilidad con que dan líquidos oleosos o aceitosos al reaccionar con cloro. Su fórmula general es C_nH_{2n} .

La siguiente **actividad** te introducirá a estos hidrocarburos:

- En un tubo de ensayo provisto de un tubo de desprendimiento (ver figura de pág.1) introduce 5 mL de etanol y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Agrega un poco de arena para acelerar la reacción y calienta suavemente.
- Recoge el gas desprendido en varios tubos de ensayo.
- Acerca con cuidado un fósforo encendido a uno de los tubos con el gas.

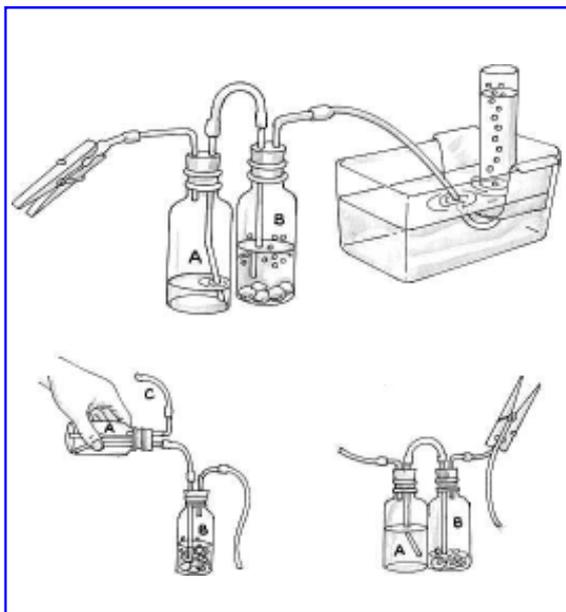
La ecuación de reacción es: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}=\text{CH} + \text{H}_2\text{O}$

El gas corresponde al **eteno** (o etileno) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. Es un hidrocarburo incoloro, inodoro e insípido, de olor etéreo débil. Arde con llama más luminosa que el metano. Se obtiene en grandes cantidades como producto secundario del cracking del petróleo. El eteno es el alqueno más importante; le sigue el propeno (propileno, C_3H_6) y la diolefina (o alcadieno) 1,3-butadieno ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$, llamado simplemente butadieno).

Por otra parte, los compuestos denominados **alquinos** son aquellos que contienen uno o más enlaces triples carbono-carbono en sus moléculas. Su fórmula general es $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. El primero y principal miembro de esta serie es el etino (o acetileno, C_2H_2 ó $\text{CH}\equiv\text{CH}$).

A fin de identificar a este hidrocarburo, te sugerimos la siguiente **actividad**:

- Monta el aparato generador de gases de la figura. En el frasco B introduce unos gránulos de carburo de calcio CaC_2 ; y en el frasco A coloca agua:
- Deja caer unas cuantas gotas del frasco A al frasco B, inclinando el primero y soplando por el tubo C.
- Recoge el gas desprendido en varios tubos de ensayo.
- Acerca con cuidado un fósforo encendido a uno de los tubos con el gas.



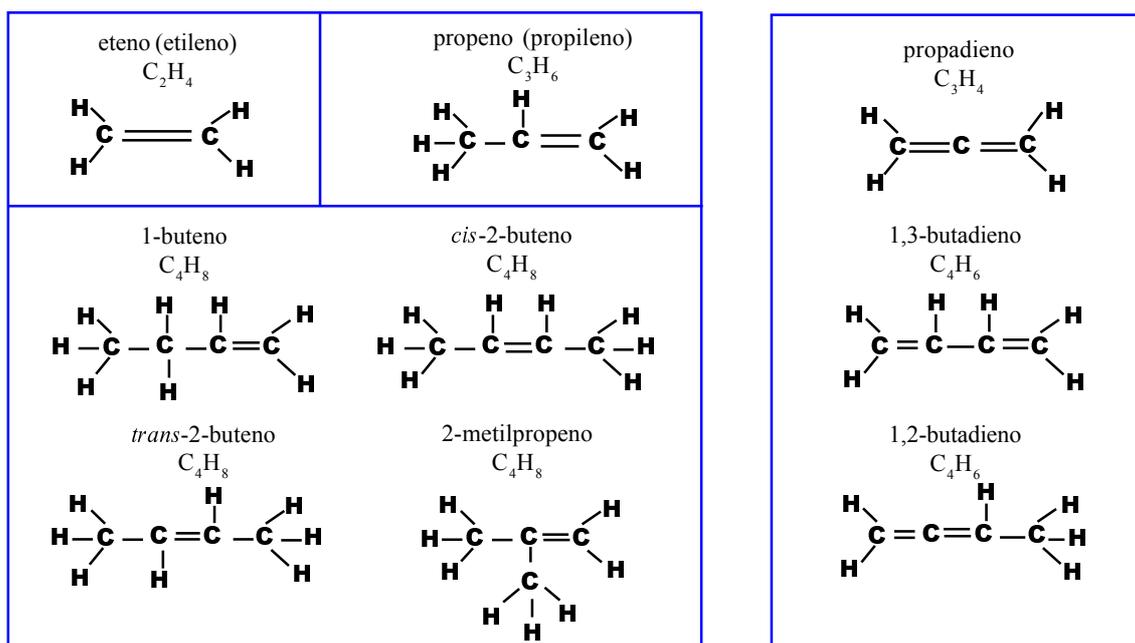
La ecuación de la reacción es:



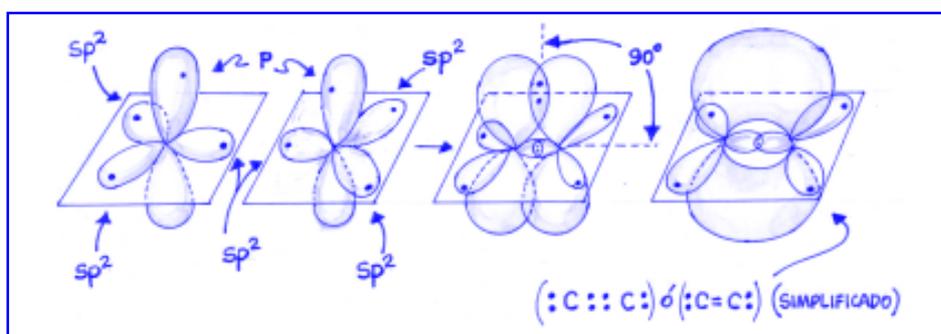
El compuesto obtenido es un hidrocarburo llamado **acetileno** (o etino) $\text{CH}\equiv\text{CH}$. Es un gas incoloro y tóxico, que arde con llama muy luminosa; por cuyo motivo se emplea para iluminación. Asociado al oxígeno en el soplete oxiacetilénico, produce una llama intensamente caliente, cuya temperatura llega a $3\ 500^\circ\text{C}$, empleándose para soldar y cortar metales.

Los que tienen dos o más enlaces múltiples se llaman poliinsaturados; muchas grasas y aceites naturales que contienen cadenas largas de hidrocarburos presentan esta característica. Cuando un alqueno tiene dos enlaces dobles, pueden estar entre carbonos sucesivos ($\text{C}=\text{C}=\text{C}$) o entre pares alternados ($\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}$); en este último caso decimos que están conjugados, como por ejemplo en el 1,3-butadieno. El color de muchos compuestos orgánicos y su modo de reaccionar dependen precisamente de la disposición de estos enlaces.

Observa algunos de estos compuestos en la siguiente ilustración:



Has notado que en las moléculas de los alquenos, dos o más átomos de carbono están unidos entre sí por enlaces dobles. Estos átomos particulares presentan hibridación trigonal (ver pág. 6), como puedes apreciar en la estructura del eteno:



¿Qué observas en esta ilustración?

Con seguridad, has indicado lo siguiente:

- Cuando un átomo de carbono hibridado trigonalmente se aproxima a otro en igual estado, dos de los orbitales híbridos sp^2 , uno de cada átomo de carbono, forman un orbital molecular denominado enlace sigma (σ).
- Los dos orbitales $2p_z$, uno de cada átomo de carbono, que contienen también un electrón forman entre sí un orbital molecular, denominado enlace pi (π).

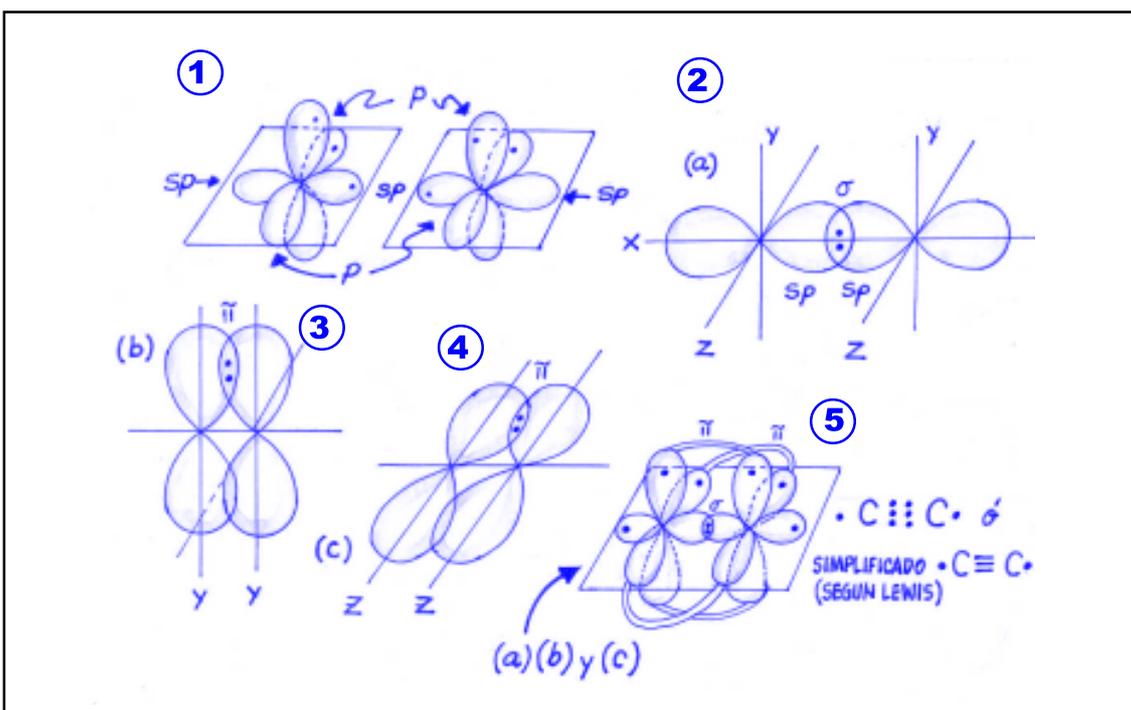
Al acercarse los dos átomos de carbono, los orbitales $2p_z$ "puro" de cada átomo sufren la atracción del núcleo vecino, generándose una nueva fuerza. El enlace se forma porque cada uno de los orbitales p "puro" es atraído simultáneamente por los dos núcleos. Este orbital molecular formado es perpendicular al eje internuclear; y se llama **orbital pi (π)**. Este enlace se produce entre orbitales atómicos p paralelos, de átomos adyacentes ya unidos por enlaces sigma. El orbital pi, en contraste con el sigma, es muy débil ya que la región común a los dos orbitales $2p_z$ es muy reducida, en comparación a la resultante cuando se superponen orbitales híbridos entre sí o con orbitales s.

En resumen, en la molécula del eteno el doble enlace está formado por un enlace fuerte σ y otro débil π ; lo cual explica la facilidad para reaccionar que tienen los compuestos insaturados, como veremos más adelante. En los demás hidrocarburos de la serie, los átomos de carbono comprometidos en el doble enlace están hibridados trigonalmente; los otros átomos de carbono de la cadena presentan hibridación tetraedral.

En lo que respecta a los alquinos, ¿cómo puede explicarse el enlace triple que los caracteriza?

Para dar respuesta, estudiemos la estructura de la molécula del acetileno $\text{CH}\equiv\text{CH}$. En esta molécula los átomos de carbono presentan hibridación digonal (ver pág. 6); es decir, contienen los siguientes orbitales:

- Un orbital 1s con dos electrones, en el nivel K (interior, $n=1$)
- Dos orbitales híbridos sp , cada uno con un electrón, provenientes de la hibridación de los orbitales $2s$ y $2p_x$.
- Un orbital puro (sin hibridar) $2p_y$ con un electrón.
- Un orbital puro (sin hibridar) $2p_z$ con un electrón.



En la figura observamos:

- Al aproximarse entre sí dos átomos de carbono que se han hibridado digonalmente, uno de los orbitales sp de uno de los átomos forma un enlace sigma con otro de los orbitales sp del otro átomo.
- Los dos orbitales $2p_y$, uno de cada átomo, forman un enlace molecular pi entre sí; lo mismo que los dos orbitales $2p_z$.

De este modo, en la molécula de acetileno el enlace triple está firmado por un enlace sigma (uno C-C) y dos enlaces pi (ambos C-C).

2.2.1 Reacciones de los compuestos insaturados

En general, los enlaces múltiples son más reactivos que los enlaces sencillos carbono-carbono. Los compuestos que contienen enlaces múltiples pueden sufrir reacciones de polimerización, ciclación y adición. La polimerización es la más importante de ellas; entre los polímeros de hidrocarburos están plásticos, resinas y gomas, tanto naturales como sintéticas. En una reacción de ciclación, una cadena recta se cierra para dar lugar a un anillo; varios disolventes importantes se obtienen de este modo; por ejemplo: ciclobutano, ciclopentano, ciclohexano, etc.

En las reacciones de adición se rompe alguno de los enlaces de un enlace múltiple y se añaden dos grupos nuevos a la molécula, uno en cada extremo del enlace roto.

2.2.2 Uso de los compuestos insaturados

La industria produce los alquenos simples craqueando nafta (bencina o éter de petróleo), un líquido de color paja obtenido de la refinación del petróleo crudo o de algunos tipos de gas natural. La nafta, mezcla de hidrocarburos saturados, compuesta principalmente de moléculas que pueden tener de 4 a 12 átomos de carbono, se somete a un craqueo térmico a 540-650°C en ausencia de aire, lo que la descompone en productos como **eteno, propeno y butadieno**. Aunque el gas natural es principalmente metano, algunos yacimientos contienen cantidades significativas de etano, que se puede convertir en eteno casi puro.

Además de ser el compuesto orgánico más importante del mundo actual, el eteno es también un importante producto natural, que interviene, por ejemplo, en la maduración de las frutas. Es un gas incoloro, sumamente inflamable, de olor y sabor dulce. Cerca de la mitad del eteno (etileno) producido industrialmente se emplea en hacer polietileno; muchos otros plásticos, gomas y resinas sintéticas se derivan también de él. El eteno se emplea para sintetizar los etilenglicoles (utilizados en anticongelantes, cosméticos, pinturas y lacas) y el ácido etanoico (ácido acético, el componenete principal del vinagre); también se obtiene del eteno, el etino (acetileno).

El propeno (propileno) es un gas incoloro e inflamable que se utiliza en la obtención del alcohol isopropílico (2-propanol, C_3H_8O), del que se obtiene la acetona (propanona, C_3H_6O), importante disolvente orgánico. El cumeno (1-metiletilbenceno, C_9H_{12}), obtenido a partir del propeno y del benceno, se emplea en la producción de fenol y acetona. El propilenglicol es un desolvente de grasas, aceites, perfumes, colores, tintes, jarabes suaves y extractos aromáticos. El butadieno tiene mucha importancia en la fabricación de gomas sintéticas y resinas ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno), sumamente duras, perdurables y resistentes al fuego y a muchos compuestos químicos.

Los alquenos de mayor peso molecular se pueden producir ya sea mediante craqueo de ceras o construyendo una cadena larga a partir del eteno; ambos métodos producen una

mezcla de olefinas que cuentan entre 4 y 20 átomos de carbono. Una vez separadas, se emplean en detergentes, aditivos poliméricos y lubricantes.

El etino o acetileno se produce sobre todo por craqueo del petróleo. Es un gas incoloro, venenoso y muy inflamable. Se emplea para soldar y cortar metales debido a que arde con una llama intensa y muy caliente. Tiene también muchas aplicaciones sintéticas: el negro de carbón, que se compone de finísimas partículas de carbono producidas al quemar etino dentro de una cantidad limitada de aire, es empleado como pigmento en las pinturas, tintas, cintas de máquinas de escribir y papel carbón, así como en neumáticos y plásticos. Los neumáticos de los vehículos contienen más del 25% de su peso de negro de carbón, que aumenta enormemente su elasticidad, fuerza y resistencia al desgaste. Muchos de los primeros cauchos sintéticos, como el neopreno y el buna, fueron desarrolladas a partir del etino.

Piensa y responde:

¿Cómo explicas la diferencia entre un hidrocarburo saturado y uno insaturado?

¿Qué tipo de hibridación presenta el carbono en los alcanos, alquenos y alquinos?

¿Cómo se forma un enlace sigma y un enlace pi? ¿En qué se diferencian?

Explica la estructura molecular del metano, etileno y acetileno.

¿Qué efecto provoca en nuestra vida los hidrocarburos saturados e insaturados?

III. DERIVADOS HALOGENADOS DE LOS HIDROCARBUROS

A través de esta Unidad se desea contribuir a que describas la formación de los hidrocarburos halogenados y evalúes el impacto que genera su uso en la preservación del medio ambiente.

3.1 HIDROCARBUROS HALOGENADOS. REACCIONES Y APLICACIONES

Los halógenos como: **cloro, bromo, flúor y yodo**, son relativamente fáciles de introducir en diversos compuestos orgánicos, lo que explica el gran número y variedad de haluros orgánicos que se han sintetizado, o que existen en la naturaleza. Los haluros son especialmente valiosos como intermediarios químicos en toda una serie de reacciones de síntesis.

3.1.1 Reacciones de halogenación

De manera normal se pueden halogenar los compuestos orgánicos tratándolos con reactivos como los ácidos hipohalosos (por ejemplo, el ácido hipocloroso HClO ó HOCl) o el halógeno mismo. Los alquenos (olefinas) están entre los compuestos más fáciles de halogenar. El eteno (etileno), por ejemplo, reacciona con el ácido hipocloroso para formar la clorhidrina ($\text{ClCH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$); y con el cloro (Cl_2) para dar 1,2-dicloroetano ($\text{ClCH}_2\text{-CH}_2\text{Cl}$). También son fáciles de halogenar alcanos, cicloalcanos y compuestos aromáticos. A su vez, los compuestos orgánicos halogenados pueden sufrir reacciones de sustitución y de eliminación.

3.1.2 Empleos industriales de los hidrocarburos halogenados

Pocos haluros orgánicos tienen un empleo directo en la industria. Más bien son convertidos en otros compuestos intermedios. El 1,2-dicloroetano ($\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$) se obtiene a partir del eteno en cantidades muy grandes y se emplea para obtener cloruro de vinilo ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$), a partir del cual se obtiene el cloruro de polivinilo (PVC), importante plástico.

Otro hidrocarburo halogenado importante, que se obtiene a partir del cloruro de vinilo, es el 1,1,1-tricloroetano, $\text{C}(\text{Cl}_3)\text{-CH}_3$ que se emplea para limpiar y desengrasar, así como disolvente. Su empleo se está imponiendo cada vez más porque es menos tóxico que los demás haluros orgánicos industriales.

El gas natural constituye la fuente principal de los derivados halogenados del metano, que incluyen el triclorometano (cloroformo, CHCl_3) y el tetraclorometano (tetracloruro de carbono, CCl_4). Estas dos sustancias se emplean principalmente como producto de partida en la fabricación de los refrigerantes industriales y domésticos clorofluorcarbonados llamados freones; están entre éstos el triclorofluormetano (freón-11) y el diclorodifluorometano CCl_2F_2 (freón-12). Un polímero importante, el politetrafluoretileno

(teflón), empleado en el revestimiento antiadherente de sartenes, se deriva del clorodifluorometano (CHClF_2), que al ser calentado forma el monómero llamado tetrafluoretileno ($\text{CF}_2=\text{CF}_2$). Otro importante compuesto producido a partir de los hidrocarburos halogenados es la goma sintética llamada neopreno, que se obtiene polimerizando el cloropreno $\text{CH}_2=\text{CCl}-\text{CH}=\text{CH}_2$.

3.2 HIDROCARBUROS HALOGENADOS E IMPACTO AMBIENTAL

¿Qué efectos provocan los hidrocarburos halogenados en la capa de ozono?

¿Qué consecuencias están acarreado los pesticidas clorados en el ambiente?

Los compuestos **clorofluorcarbonados** (CFC) pueden obtenerse en la reacción de algunos fluoruros metálicos con cloruros u otros haluros de alquilo. El de mayor importancia comercial es el diclorodifluorometano CCl_2F_2 que se emplea también como líquido propulsor en diferentes aerosoles de uso doméstico (“spray”) y en equipos de aire acondicionado, expansión de espumas y limpieza de material electrónico.

Los volátiles gases CFC al alcanzar la estratósfera por acción de la radiación ultravioleta del sol, liberan los átomos de cloro; los que capturan el oxígeno de las moléculas de ozono O_3 para formar Cl_2O monóxido de cloro y oxígeno O_2 . El monóxido de cloro reacciona después con un átomo de oxígeno para dar una molécula de O_2 . De esta forma el átomo de cloro vuelve a quedar libre para destruir una nueva molécula de ozono. Comienza así la reacción en cadena que provoca la destrucción masiva de las moléculas de ozono. Recuerda que la capa de ozono de la atmósfera suprime por filtración los nocivos rayos ultravioletas procedentes del Sol; de allí que la progresiva eliminación del ozono aumentaría la incidencia del cáncer de la piel. Una molécula de CFC es 20 000 veces más eficaz que una molécula de CO_2 en atrapar el calor remitido por la superficie terrestre. Por ello aceleran el fenómeno llamado “efecto invernadero”. A partir del Protocolo de Montreal (1987), a nivel mundial, se ha iniciado la reducción y eliminación de los CFC. (Para mayor información ver el fascículo 3.8 de esta serie).

Sobre los **pesticidas clorados**, se sabe que los hidrocarburos muy clorados están entre los insecticidas más efectivos que se conocen. El más familiar y de mayor difusión de este grupo es el DDT 2,2-di(*p*-clorofenil)-1,1,1-tricloroetano; está considerado como un insecticida duro debido a su resistencia a la degradación en el ambiente natural: puede persistir en el suelo o en los sistemas hidrológicos durante meses e incluso años. Entre otros insecticidas muy conocidos están el aldrin, el dieldrin y el lindane. El uso de los pesticidas duros está muy restringido porque, aunque erradican con el mayor éxito los insectos transmisores de enfermedades y los que devoran las cosechas, también son peligrosos para el hombre. Muchos herbicidas son también hidrocarburos halogenados; el de más uso es el ácido (2,4-diclorofenoxi) acético, también llamado 2,4-D.

Piensa y responde:

¿Cómo explicas el gran número y variedad de hidrocarburos halogenados que se conocen?

¿Qué importancia industrial tienen los haluros de alquilo? Nombra no menos de cinco.

¿Por qué deben dejar de usarse varios hidrocarburos halogenados? Explica las razones

¿Qué consecuencias trae el empleo de los CFC? Explica tu respuesta

IV. FUENTES DE HIDROCARBUROS

Esta unidad tiene la finalidad de ayudarnos a identificar las fuentes de hidrocarburos, en cuanto a sus orígenes, composición e importancia; reconociendo que el petróleo y el gas natural se hallan ligados fuertemente a nuestro desarrollo industrial y económico.

4.1 EL PETRÓLEO

¿Qué significado tiene para las naciones el petróleo?

¿Cuál es el impacto de las aplicaciones industriales de los derivados del petróleo?

Respecto a las preguntas, se afirma que **la cantidad de petróleo que consume un país constituye un indicador de su desarrollo industrial**; y la proporción en que se incrementa su consumo cada año, lo es de su ritmo de progreso. Además del suministro de energía, el petróleo tiene una singular importancia como fuente de provisión de una gran variedad de sustancias y materias que constituyen materia prima para la industria.

Hace casi 137 años, el 2 de noviembre de 1863, tan sólo cuatro años después que Edwin Drake perforara el primer pozo de petróleo en el mundo, en Titusville (Pensilvania, EU.), en los arenales de Zorritos, Tumbes, saltó el primer chorro de oro negro surgido en el Perú y con ello el inicio de la era del petróleo. Esto, sin embargo, no significa que fuera el “descubrimiento” del petróleo en nuestro país, pues está documentado que los primeros pueblos que industrializaron el petróleo fueron los incas y otras culturas precolombinas.

Recuerda:

Tenemos campos petrolíferos en la costa norte, en los departamentos de Piura y Tumbes. Asimismo hay importantes yacimientos en la región de la selva amazónica en Loreto y Ucayali; en donde se produce comercialmente el petróleo que abastece gran parte de nuestras necesidades. Se calcula la producción actual en 200 000 barriles diarios.

El petróleo, a diferencia del carbón ampliamente distribuido en yacimientos mineros por todo el planeta, es más difícil de hallar y extraer. El carbón se formó dondequiera que

quedaron plantas enterradas como sedimentos en antiguos pantanos, pero la formación del petróleo (que incluye también al gas natural) requiere ciertas condiciones:

- La primera es una acumulación de algas y otros microorganismos en mares poco profundos, como los que se formaban periódicamente en la deriva de los continentes, hace cientos de millones de años.
- En segundo lugar, estos microorganismos deben quedar atrapados en limo, lo que ocurre siempre que un gran río desagua en uno de estos mares bajos. De ese modo no habría mucho oxígeno y los microorganismos se preservarían en lugar de descomponerse.
- Por último, estas acumulaciones de organismos muertos deben ser sometidas a las condiciones apropiadas: una temperatura de 65°C a presión durante varios millones de años. Este prolongado efecto de olla de presión causa reacciones químicas que convierten a las proteínas, carbohidratos y otros compuestos en petróleo crudo. Si la temperatura se eleva hasta unos 93°C, el resultado es gas natural.

Estas teorías orgánicas del [origen del petróleo](#) se hallan vigentes. Así, cualquiera que sea el lugar, la presencia de petróleo siempre indica que el área formaba el fondo de un mar interior. Y en lugares como Salt Lake, Utah, y el Mar Negro, todavía se sigue formando petróleo. En el Golfo de California, cerca del delta del Río Colorado, los científicos tomaron muestras de lodo y comprobaron que contenía petróleo; un firme indicio de que más abajo se está formando esos hidrocarburos. El lugar podría convertirse en una rica región petrolífera, pero estará listo dentro de 10 millones de años.

Es pertinente preguntarse ahora:

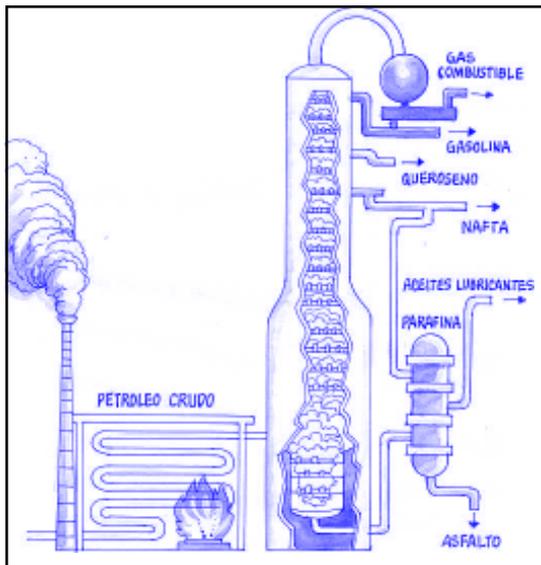
¿Cuál es la composición del petróleo?

¿Cuáles son los derivados del petróleo y sus aplicaciones industriales?

Seguramente has anotado que el [petróleo](#) es una mezcla muy compleja de hidrocarburos gaseosos, líquidos y sólidos, especialmente alcanos, bencénicos y cicloalcanos; acompañados a menudo de pequeños porcentajes de compuestos oxigenados, sulfurados y nitrogenados, que no superan el 5% del total. El petróleo bruto o crudo es un líquido viscoso de color amarillento a negro; de olor desagradable por la presencia de derivados sulfurados y nitrogenados; menos denso que el agua e insoluble en ella.

En la mayoría de las acumulaciones, a ciertas profundidades de la tierra, el petróleo se encuentra acompañado de gas natural y agua, separados de acuerdo con sus densidades. Al igual que los otros combustibles fósiles (carbón y gas natural) es buen combustible, debido a que la energía química acumulada en los enlaces C-C y C-H es abundante y se libera fácilmente en la combustión con el oxígeno.

Los [derivados del petróleo](#) son los productos que se extraen con fines de aplicación industrial. Recuerda que el petróleo crudo, tal como sale del subsuelo, casi no tiene aplicación; por lo que debe ser sometido a procesos de [refinación](#) o de separación de sus componentes, siendo la destilación fraccionada el procedimiento adecuado de extracción. Este proceso se lleva a cabo en altas columnas llamadas torres de destilación o de fraccionamiento.



En las torres de destilación se introduce el petróleo en estado gaseoso, calentado previamente a unos 300°C. A medida que los vapores de petróleo suben se van enfriando y las fracciones de más alto punto de ebullición se condensan y salen de la torre por diferentes alturas. Estas fracciones son sometidas a nuevas separaciones en torres más pequeñas.

Una parte de los derivados se emplean como combustibles, pero en los últimos 45 años los productos de la destilación del petróleo se usan como materias primas para la fabricación de los **productos petroquímicos**, que sirven de punto de partida para la elaboración de plásticos, fibras y cauchos sintéticos, fármacos, etc.

Se afirma que actualmente el 90% de la producción de la industria química orgánica corresponde a los productos petroquímicos.

PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA DESTILACION DEL PETROLEO

| DERIVADO | °T DE DESTILACION | Nº DE ATOMOS DE C | APLICACIONES |
|----------------------------|-------------------|----------------------|--|
| Productos ligeros: | | | |
| Gases | | C_1 a C_4 | Combustible. |
| Eter de petróleo: bencina | 30°C a 70°C | C_5 a C_6 | Disolvente industrial. |
| Gasolina | 70°C a 150°C | C_7 a C_9 | Combustible para motores de aviación y automóviles. |
| Productos medianos: | | | |
| Kerosene | 150°C a 300°C | C_{10} a C_{15} | Combustible doméstico e Iluminación. |
| Gas Oil (Diesel) | 300°C a 350°C | C_{15} a C_{20} | Combustible: motores Diesel. |
| Productos pesados: | | | |
| Lubricantes | más de 350°C | C_{20} en adelante | Lubricación de motores. |
| Vaselina líquida | | | Uso medicinal y preparación de cremas cosméticas. |
| Vaselina sólida | | | Usos industriales y protección contra la corrosión.. |
| Parafina | | C_{23} a C_{29} | Velas, papel encerado. |
| Asfalto | | | Pavimentos e impermeabilizante. |
| Coque | | | Combustible y reductor en metalurgia. |

4.2 EL GAS NATURAL

¿Qué diferencia al gas natural del petróleo?

¿Qué papel cumple el gas natural en nuestro medio?

Es probable que hayas indicado que el **gas natural**, a diferencia del petróleo, es obviamente solo una mezcla de hidrocarburos gaseosos, formado en su mayor parte (aproximadamente 80%) por metano; conteniendo además: etano, propano, butano, pentano y hexano, que forman los productos más livianos de la línea de hidrocarburos. Acompaña generalmente al petróleo en los yacimientos.

El propano y el butano se separan del gas natural y se comercializan en forma de gas licuado de petróleo. El primero se usa extensamente como combustible doméstico en las “cocinas de gas”; cuando sale del cilindro, baja su presión y vuelve al estado gaseoso. El gas natural se emplea además como combustible en la refinería de Talara, en las plantas de fertilizantes y de negro de humo de esa ciudad. Una importante aplicación es como materia prima para la industria petroquímica y en la síntesis del amoníaco usado en la planta de fertilizantes (fabricación de urea). También para la generación de energía eléctrica y para la alimentación de hornos y calderas de fábricas. Se afirma, sin embargo, que el gas natural aún no se ha explotado en el Perú en todas sus posibilidades. Su utilización en gran escala está muy difundida en otros países, principalmente en Europa, así como en Estados Unidos.

Mientras el carbón y el petróleo generan serios problemas ambientales, el gas natural es mucho más limpio en su extracción, transporte y combustión. Una ventaja adicional del metano, sobre todo en su uso en motores de combustión interna como el del automóvil, es su alto octanaje (más de 120 octanos), permitiendo muy altas compresiones y la consiguiente mayor eficiencia.

Se encuentra gas natural en la zona de Talara. Además es conocida la existencia de significativas reservas de gas natural en Aguaytía, a 80 Km de Pucallpa, departamento de Ucayali; así como en Camisea, provincia de La Convención, departamento de Cuzco. El depósito que se encuentra en Camisea, en un campo de 14 000 hectáreas, a una profundidad promedio de 2 500 metros, es uno de los más importantes de América. Camisea contiene, además de metano, propano, butano y gasolina natural, hidrocarburos más pesados que pueden ser licuados fácilmente.

Piensa y responde:

¿Por qué se afirma que la cantidad de petróleo consumido por un país es un indicador de su desarrollo industrial? Analiza las razones.

¿Cómo se explica actualmente el origen del petróleo?

¿Cuáles son a tu criterio los derivados más importantes del petróleo? ¿Por qué?

V. POTENCIAL Y FUTURO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

A través de la presente Unidad se desea ayudarte a reconocer y evaluar el enorme potencial de los recursos energéticos vinculados a los hidrocarburos; así como el futuro de estas fuentes de energía en el desarrollo industrial y económico de las naciones.

5.1 POTENCIAL DE LOS HIDROCARBUROS

Casi la mitad de la energía mundial actual la suministra el petróleo, y una quinta parte de la energía procede del gas natural. Ambos juntos proporcionan casi el 70% de las necesidades de energía en el mundo. En 1999 se bombearon, a nivel mundial, 75 millones de barriles diarios para satisfacer la demanda; equivalente a 25 000 millones de barriles al año. Para el año 2020 se estará consumiendo 110 millones de barriles por día.

En la actualidad se sondea el lecho marino; así se sabe de vastos yacimientos, como el que se encuentra bajo el Mar Caspio en Kazajistán, que albergaría una reserva de 200.000 millones de barriles. Asimismo, el Golfo de México produciría 15.000 millones de barriles; la costa brasileña, 30.000 millones, entre otros lugares.

En el Perú el petróleo es la principal fuente de energía, proporcionando alrededor del 60% de toda la que consume el país. Es sabido que todas las fuerzas productoras de la nación –la industria, la pesquería, la minería, los transportes y la agricultura- requieren cada día mayores cantidades de combustible y lubricantes petrolíferos. Por ejemplo: hasta hace unos años el consumo de gasolina en nuestro país llegaba a 80 millones de galones por año. En la actualidad se consumen más de 200 millones.

Al respecto, es conveniente que recuerdes lo siguiente:

- Gracias a los nuevos descubrimientos de petróleo en la selva, el Perú ha recuperado su condición de país exportador, que había perdido en 1963; calculándose la producción actual en más de 200 000 barriles diarios (1 barril equivale a 42 galones) y el consumo de productos de petróleo en unos 120 000 barriles diarios.
- Un barril de petróleo genera 2 280 HP/hora, que es suficiente energía para subir 5,7 toneladas al techo de un edificio de diez pisos cada segundo; un total de 20 520 toneladas (un barco de pasajeros) a 30 metros de altura en una hora.
- El Perú tiene más de 74 millones de hectáreas de terrenos sedimentarios de filiación petrolífera disponibles para contratos de exploración y explotación; repartidos entre el zócalo continental, la costa, la sierra y la selva.
- Las áreas de filiación petrolífera pueden contener unos 6 000 millones de barriles de reserva, incluyendo el gas natural de la selva. Se ha estimado la existencia de 350 millones de barriles de reservas probadas.
- El procesamiento del petróleo se realiza en las siguientes refinerías:

| | | | | | | |
|------------------------|---|---------|----------|---------|----|------------|
| Talara | : | 63 000 | barriles | diarios | de | producción |
| La Pampilla (Lima) | : | 100 000 | “ | “ | “ | |
| Ganzo Azul (Pucallpa) | : | 2 500 | “ | “ | “ | |
| Luis F. Díaz (Iquitos) | : | 10 500 | “ | “ | “ | |
| Conchán (Lima) | : | 8 000 | “ | “ | “ | |
| Marsella (Loreto) | : | 1 400 | “ | “ | “ | |

- El más grande yacimiento de gas natural se halla en los ríos Camisea y Urubamba en La Convención (Cuzco) con un estimado de reservas de gas no asociado calculado en 16 billones de pies cúbicos (una cantidad de energía equivalente a 2 717 millones de barriles de petróleo), y 970 millones de barriles de condensados. Comparada con la energía del Mantaro, el gas de Camisea es seis veces mayor; es decir, es capaz de traer a la costa seis veces más energía que la hidroeléctrica del Mantaro (cada año, durante medio siglo).

Una importante actividad que pone también de manifiesto el enorme potencial económico de los hidrocarburos es la **petroquímica**.

¿Por qué se afirma que la petroquímica tiene una enorme importancia en nuestro desarrollo industrial?

En el siguiente cuadro que muestra los productos derivados del petróleo, ubica los productos petroquímicos. Estos tienen múltiples aplicaciones, lo que nos da una idea de su enorme importancia para el desarrollo industrial.



*La **industria petroquímica** es una rama de la gran industria química que utiliza como materias primas (o productos primarios) los gases componentes del gas natural (principalmente metano), así como los gases que se producen en el proceso de cracking del petróleo: etileno, propileno, butileno, hidrógeno y compuestos aromáticos.*

A través de la petroquímica se ha logrado la síntesis de más de 650 000 compuestos orgánicos, entre ellos: amoníaco, urea y otros fertilizantes, alcoholes, solventes, detergentes, fibras sintéticas, enorme variedad de plásticos, caucho sintético, pinturas, explosivos, insecticidas, entre muchos otros.

El Perú, a raíz de la instalación de la unidad de craqueo catalítico en la refinería de Talara, produce la mayor parte de los productos especiales derivados del petróleo, como: solventes, fertilizantes, lubricantes, asfaltos y grasas, entre otros. Talara así, se ha convertido en el primer polo de desarrollo petroquímico, a través del Complejo de Fertilizantes, produciendo más de 300 toneladas métricas (TM) de amoníaco, que se convierten en 510 TM de úrea diariamente, importante fertilizante nitrogenado. Asimismo, su Complejo de Solventes, a partir de los gases de propileno, produce alcohol isopropílico (5 000 TM), importante solvente industrial de las grasas y materia prima para la elaboración de xantatos de aplicación en la separación de los minerales por el método de flotación. Produce además acetona (5 000 TM), empleada también en la producción de acetileno, de antioxidantes para la industria de harina de pescado, explosivos y en la industria farmacéutica.

Otras plantas importantes son: La de [negro de humo](#) con más de 7 700 TM, una variedad de carbón amorfo que se obtiene de la combustión del gas natural, utilizada en la fabricación de llantas y otros productos de caucho; así como en la elaboración de tintas, betunes, pinturas, entre otros; la de [bases alfálticas](#) (1 800 barriles diarios); y la de [aceites lubricantes](#) (1 000 barriles diarios).

5.2 FUTURAS POSIBILIDADES

Sabemos que el petróleo es un recurso finito no renovable y su consumo va en aumento. De allí que la discusión actualmente está sobre la magnitud de las reservas existentes, las probabilidades de encontrar nuevas y la capacidad de emplear fuentes alternas de energía antes de agotar el petróleo.

Las estadísticas muestran que la producción del petróleo se incrementa rápidamente de año en año hasta alcanzar su pico (punto más alto de la curva) para comenzar a caer, primero rápidamente y luego a menor velocidad. Se afirma que este comportamiento de los pozos de petróleo se debe a que –ubicado el reservorio y perfeccionados los métodos de perforación- la producción aumenta hasta que el petróleo de fácil acceso se agota, con lo cual la producción decae y se mantiene a niveles más bajos, disminuyendo gradualmente. Esta situación de crisis petrolera ocurriría, según los expertos, entre los años 2007 y 2020. La razón por la cual no hay acuerdo en la fecha en que la curva de la producción mundial llegará a su máximo es la diversidad de factores que la determinan, que son:

- El estimado de las reservas existentes. Según algunos éstas son de 850 000 a poco más de 1 100 000 millones de barriles, con una proyección de 150 000 millones por descubrir. Son reservas probadas en mil millones de barriles: América Latina (86,2), Norteamérica (76,6), Europa (20,2), ex-Unión Soviética (65), Asia y Pacífico (42,3), África (70), Medio Oriente (676,9).
- Las probabilidades de encontrar nuevos depósitos y extraer a precios razonables.
- El desarrollo de nuevas tecnologías para extraer de los depósitos existentes en mayores niveles de lo que actualmente es económico.

Se afirma así que después del año 2020 la producción comenzaría a caer rápidamente, lo que se reflejará en los precios, a menos de que para entonces el consumo de petróleo se haya reducido, en lugar de ir en aumento. Para ello deben encontrarse fuentes alternas de energía. A pesar de los riesgos, la energía nuclear sigue siendo a largo plazo la alternativa más promisoras; sin embargo, la más viable de inmediato es el gas natural, abundante y limpio, pero que aún no se puede licuar a un precio competitivo con el del petróleo.

Experiencias anteriores (crisis petroleras de 1973 y 1979) nos indican la necesidad de aplicar políticas más racionales en la fabricación y uso de vehículos que contribuya a bajar el consumo; así como en la aplicación de nuevas tecnologías que aumenten la eficiencia en el uso de los combustibles. En la industria aeronáutica, por ejemplo, la capacidad de los aviones creció a la vez que disminuyó el consumo de los motores.

No se duda que el mundo se seguirá motorizando y electrificando, para lo cual el petróleo no puede alcanzar. La producción comenzará a decaer drásticamente y los precios a subir. De allí la necesidad de tomar provisiones, desarrollando, por ejemplo, tecnologías que permitan licuar el gas natural a precios competitivos y extraer combustible de las arenas petrolíferas (Ej: las de Atabasca, en Canadá contienen tanto petróleo como el Medio Oriente, pero su extracción es muy costosa) y del carbón a un costo razonable. Otras alternativas planteadas se refieren al uso de fuentes de energía alternas en el transporte. Baterías eficientes y celdas de combustible de hidrógeno podrían reemplazar al motor de combustión interna.

Piensa y responde:

¿Por qué el petróleo es considerado el combustible industrial por excelencia?

¿Qué posibilidades de desarrollo en hidrocarburos tienen el Perú? Fundamenta tus razones.

¿Cuál es el aporte de la petroquímica en el desarrollo industrial actual?

¿Qué problemas ha de enfrentarse en el corto plazo en la explotación y empleo de los hidrocarburos? Explica tus razones y te invitamos a proponer alternativas.

AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Qué propiedad **no corresponde** al átomo de carbono?
 - (A) La capacidad de formar cuatro enlaces.
 - (B) La posibilidad de unirse los átomos de carbono entre sí.
 - (C) La igualdad en sus cuatro valencias.
 - (D) Forma enlaces iónicos por pérdida de sus electrones de valencia.
 - (E) Da origen a variados compuestos covalentes.
2. ¿Qué afirmación **no corresponde** a los hidrocarburos?
 - (A) Sus moléculas están constituidas sólo por átomos de hidrógeno y carbono.
 - (B) Constituyen la base de la vida animal y vegetal.
 - (C) Tienen alto poder calorífico frente a otros combustibles.
 - (D) Poseen reactividades químicas muy diferentes.
 - (E) Se pueden obtener únicamente de la refinación del petróleo.
3. ¿Qué propiedades explican el variado y complejo número de sustancias orgánicas?
 - (A) El alto valor de electronegatividad que caracteriza al átomo de carbono.
 - (B) El gran poder calorífico de los hidrocarburos.
 - (C) La tetravalencia y autosaturación del átomo de carbono.
 - (D) La capacidad del carbono de formar compuestos iónicos.
 - (E) La presencia de la mayoría de elementos químicos en los compuestos orgánicos.
4. Anota la afirmación **falsa**:
 - (A) Los hidrocarburos saturados tienen completa su capacidad de valencia.
 - (B) El n-butano y el 2-metilpropano tienen las mismas propiedades físicas y químicas.
 - (C) El ciclopropano como el propeno tienen la misma fórmula molecular C_3H_6 .
 - (D) El polietileno y el polipropileno son hidrocarburos de cadenas largas.
 - (E) El ciclohexano es muy estable y se usa como disolvente en las reacciones químicas.
10. ¿Qué afirmación corresponde al petróleo?
 - I. Es una mezcla compleja de hidrocarburos de alto poder calorífico.
 - II. Es un combustible generalmente más denso que el agua y soluble en ella.
 - III. Mediante la refinación y el cracking se obtienen gran variedad de productos.
 - IV. Ha dado lugar a la síntesis de muchos compuestos a través de la petroquímica.
 - V. Su empleo no genera problemas ambientales.

Son afirmaciones correctas:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| (A) Sólo III y IV. | (D) Todas, excepto II y V. |
| (B) Todas, excepto V. | (E) Todas. |
| (C) I, II y IV. | |

GLOSARIO

- ALIFÁTICO.** (griego aliphos, “grasa”) Comprende los compuestos de estructura abierta o acíclicos, y los grupos de cadena cerrada (cíclicos) denominados alicíclicos (alifáticos cíclicos). El nombre de alifático proviene de que los primeros compuestos de esta serie que se estudiaron fueron los ácidos grasos.
- BIOGÁS.** Es el metano generado por algunos organismos vivos como subproducto de su metabolismo. En países en desarrollo, como India y China, los campesinos construyen “digeridores” para hacer metano de materia orgánica de desecho, como estiércol. En ausencia de aire hay bacterias que se alimentan de esas heces y desprenden metano, gas que los campesinos emplean para la calefacción y el alumbrado.
- CARBONIZACIÓN DEL CARBÓN.** Fuente principal de antraceno, naftaleno y de la mayoría de los demás compuestos aromáticos condensados. Es el proceso por el cual se calienta carbón en ausencia de aire por encima de 300°C. A los 900°C, el carbón se ha descompuesto en gas de hulla, alquitrán de carbón y coque.; el coque se emplea en la producción de acero y el gas se utiliza como combustible; el alquitrán de carbón contiene benceno, naftaleno y antraceno.
- CARBURANTES.** Sustancias ricas en carbono que, mezcladas en proporciones variables con el aire, forman mezclas combustibles cuya energía calorífica se puede utilizar en los motores de combustión interna. Los más utilizados son los derivados del petróleo, como gasolinas para automóviles y aviones.
- Catalisis.** Se dice de la aceleración de una reacción química por la presencia de catalizadores. Estos no toman parte en la reacción química, ni sufren alteración química en el curso de la misma.
- CRACKING. (O CRAQUEO).** Procedimiento que consiste en una ruptura (o pirólisis) de los hidrocarburos del gas oil o petróleo diesel (aceites pesados: cadenas de 15 a 20 átomos de carbono) por efecto de una elevada presión y temperatura, que reduce la longitud de las cadenas transformándolas en moléculas de menor tamaño que forman las gasolinas para motores (cadenas de 6 a 12 átomos de carbono).
- CRAQUEO CATALÍTICO.** Es el craking que se facilita mediante el uso de catalizadores (mezclas de óxidos de aluminio, silicio, torio y circonio), lo que permite efectuar la ruptura a baja presión. Este proceso produce gasolina de mayor octanaje:
- $$2 \text{C}_{20}\text{H}_{42} + \text{calor} \rightarrow 4 \text{C}_7\text{H}_{16} + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{C}_4\text{H}_{10} + 5 \text{C} + \text{H}_2$$
- DESTILACIÓN FRACCIONADA.** Proceso que permite la separación de las distintas fracciones o componentes del petróleo crudo, según los diferentes puntos de ebullición que caracteriza a dichos componentes. Se obtienen primero aquellos hidrocarburos de más bajo punto de ebullición, empleando para ello altas columnas o torres de destilación.
- HALUROS DE ALQUILO (O HIDROCARBUROS HALOGENADOS).** Hidrocarburos alifáticos en los que los átomos de hidrógeno están sustituidos total o parcialmente por halógenos. Ejm: cloroformo, clorobenzol, yodoformo, tetracloruro de carbono.
- ISÓMEROS.** Compuestos que tienen la misma composición química e igual peso molecular, pero que difieren en sus propiedades físicas y químicas, por tener diferente estructura molecular.
- NAFTALENO.** Es el hidrocarburo de anillos condensado más conocido y simple. Sólido a temperatura ambiente es empleado en la fabricación de colorantes. Se puede oxidar también a anhídrido

ftálico, importante producto de partida en la producción de plastificantes y resinas de poliéster.

PETRÓLEO CRUDO. Mezcla mineral compleja de hidrocarburos compuesta generalmente de aceites lubricantes y parafinas (42%), gasolina y éter de petróleo (25%), gas oil (aceites pesados, 16%), hidrocarburos gaseosos (4%) y coque (alcanos sólidos, asfalto, 13%), que se extrae de depósitos subterráneos extensos ubicados en las capas superiores de la corteza terrestre.

PODER CALORÍFICO. Cantidad de calor, expresado en calorías, que se produce al quemarse 1 kg de combustible. Se determina mediante los calorímetros. El poder calorífico del acetileno es 12 000 calorías.

RADICALES Grupos de átomos no cargados eléctricamente, que se presentan en un gran número de compuestos. Teóricamente proceden de una molécula al quitarle uno o varios átomos. Son radicales, por ejemplo, el metilo $\text{CH}_3\text{-}$ y el etilo $\text{C}_2\text{H}_5\text{-}$.

Refinación. Proceso industrial al que debe someterse el petróleo crudo para obtener sus distintos productos derivados o componentes; basado en la destilación fraccionada.

TOLUENO (metilbenceno). Líquido disolvente emplea en las resinas sintéticas, revestimientos de superficies y adhesivos; y como producto de partida del potente explosivo trinitrotolueno (TNT) y de una serie de plásticos, como los polímeros del uretano; y en la producción del cloruro de bencilo, del alcohol bencílico y del benzaldehído. Las fuentes principales de tolueno son el alquitrán de carbón y la nafta.

XANTATOS. Son sales en que un metal reemplaza al hidrógeno en los ácidos xánticos o ditiocarbónicos. Se emplean como colectores en flotación.

XILENOS (DIMETILBENCENO). Son líquidos disolventes, productos de partida en la síntesis de los derivados trisustituídos del benceno. Algunos se utilizan para hacer ácido tereftálico, el producto de partida de la fibra sintética terylene (dacrón). Se pueden obtener a partir de alquitranes o nafta, mediante las mismas técnicas que se usan para aislar el benceno y el tolueno.

BIBLIOGRAFÍA

- PONS MUZZO, G. *Química General*. Editorial Bruño. Lima. 1990
- FERNANDEZ SERVENTI, H. *Química Orgánica*. Edit. Losada. Buenos Aires. 1985
- SALVAT: *Recursos Naturales*. Edit. Salvat. Barcelona. 1990
- ORBIS. *Química Orgánica*. Enciclopedia de Ciencias. Edit. Plaza y Jánés. Barcelona. 1986.
- RESTREPO, F. y otros. *Química Orgánica*. Editorial Bedout. Bogotá. 1988
- GIBAJA OVIEDO, S. *Alcanos*. Edit. UNMSM. Lima. 1985
- ROMERO ACCINELLI, B. *Química Orgánica*. Editorial Brasa. Lima. 1998
- COAGUILA ARENAS, G. *Química*. Lima. 1991.
- RAKOFF, H. *Química Orgánica Fundamental*. Editorial Limusa. México. 1992.
- PETROPERU. Publicaciones diversas. Lima.
- GUILLEME LOPEZ, J. y otros. *Fuentes de Energía y Tecnología*. Editorial Santillana. Madrid. 1988.
- UNGER, T. *Ventana a la Ciencia*. Lima. 1995

CLAVES DE AUTOEVALUACION

1. D
2. E
3. C
4. B
5. D