

# Material didáctico para la enseñanza de los conceptos de estructura e isomería de monómeros vinílicos

*Alba Gutiérrez-Rodríguez, Felipe León Olivares<sup>1</sup> y Joaquín Palacios Alquisira<sup>2</sup>*

## Resumen

Mediante el empleo de material sencillo se construye un modelo denominado "Huesito". En él se muestran diferentes estructuras insaturadas derivadas del etileno, con la finalidad de hacer evidente su estructura y los isómeros geométricos de algunos monómeros vinílicos. Se describe el diseño, la construcción y la forma de aplicar el modelo en un curso de química a nivel bachillerato.

## Introducción

En la práctica docente a nivel bachillerato es común utilizar materiales didácticos como herramienta de trabajo que favorezca los procesos de enseñanza-aprendizaje. En nuestra experiencia docente hemos detectado algunos temas que tienen un alto grado de dificultad para los alumnos del nivel medio superior; tal es el caso de la nomenclatura de compuestos orgánicos, por lo que es recomendable contar con varias estrategias didácticas que faciliten su aprendizaje. Ante esta problemática, se propuso el empleo del material didáctico llamado "Huesito", como una estrategia útil para que el alumno de nivel bachillerato reconozca la estructura de los alquenos, les dé nombre, identifique sus isómeros geométricos y también algunos monómeros típicos derivados del etileno. Estos temas forman parte de la segunda Unidad del Programa de Química IV de la Escuela Nacional Preparatoria, de la UNAM.

## Fundamento teórico

La Química Orgánica estudia los compuestos que forma el carbono. El carbono es el primer elemento de la familia 14 de la clasificación periódica. Hoy en día se han registrado más de 32 millones de com-

puestos de la química orgánica, unos de origen natural y otros que han sido sintetizados en el laboratorio. El número de los compuestos derivados del carbono es mucho mayor que el número de las sustancias inorgánicas conocidas.

Los hidrocarburos son compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno. Tomando como base su estructura, la familia de los hidrocarburos se divide a su vez en compuestos alifáticos y aromáticos; estos últimos contienen uno o varios anillos bencénicos conocidos como anillos aromáticos. Por otro lado, los hidrocarburos alifáticos no contienen anillos bencénicos y se dividen en: alcanos, alquenos, alquinos y ciclos (figura 1). En este artículo nuestro interés se centra en la familia de los hidrocarburos alifáticos con doble ligadura en su estructura, es decir, en los alquenos. Con esta propuesta se pretende dar a conocer el proceso de diseño, construcción y aplicación del material didáctico denominado "Huesito", el cual simula varias estructuras químicas insaturadas (alquenos) derivadas del eteno y puede ser empleado para reforzar los temas de nomenclatura, identificación y diferenciación de isómeros geométricos del etileno.

Los compuestos de la química orgánica se forman por la unión entre átomos de carbono; a este proceso se le conoce como concatenación. Los átomos de carbono tienen la capacidad única de formar un gran número de compuestos que pueden unirse entre sí para formar largas cadenas de estructuras lineales o ramificadas y también estructuras macro-moleculares llamadas poliméricas (Holum, 2001).

Para sistematizar el estudio de los compuestos del carbono se les puede organizar con base en los grupos funcionales que presentan en su estructura. Un grupo funcional es un conjunto de átomos, con un arreglo estructural típico entre ellos. Cada estructura molecular confiere al compuesto propiedades químicas específicas, pues determina su comportamiento o respuesta química; de esta manera, moléculas diferentes que contienen los mismos grupos funcionales, reaccionan de modo semejante. Este hecho facilita enormemente el estudio de la química

<sup>1</sup> ENP, Plantel 5, "José Vasconcelos" y Plantel 1, "Gabino Barreda".

<sup>2</sup> Facultad de Química, UNAM, México, D.F.

**Correo electrónico:** albagur@servidor.unam.mx

**Recibido:** 8 de septiembre de 2003; **aceptado:** 23 de octubre de 2003.

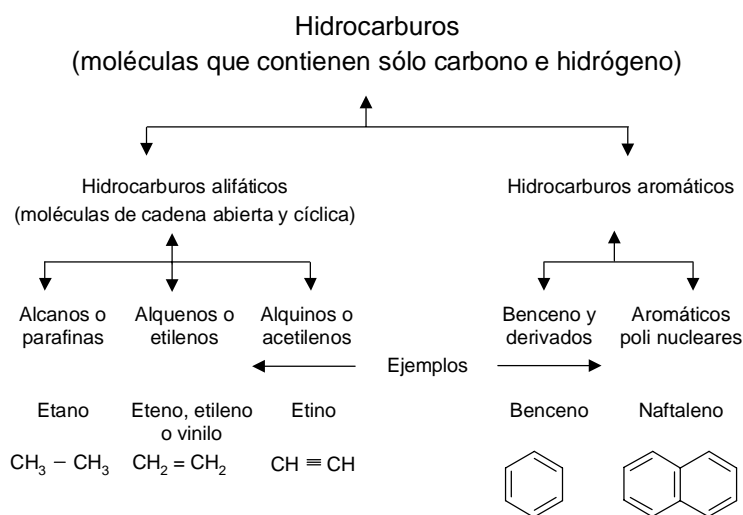


Figura 1. Clasificación de los hidrocarburos.

orgánica, pues mediante el aprendizaje de las propiedades características de unos pocos grupos funcionales se pueden entender y explicar las propiedades de muchos compuestos.

Los compuestos de la familia de los alquenos se caracterizan, como ya se mencionó anteriormente, por tener una doble ligadura carbono-carbono en su estructura. La fórmula general de la serie homóloga se expresa como  $C_nH_{2n}$ . El miembro más sencillo de esta familia es el eteno, etileno o vinilo, compuesto que contiene dos átomos de carbono unidos por medio de un enlace sigma ( $\sigma$ ) y otro enlace pi ( $\pi$ ), lo cual les confiere una estructura rígida, pues no permite la rotación libre entre los átomos que la forman. En la estructura del eteno los cuatro átomos de hidrógeno se localizan en el mismo plano junto con

los dos átomos de carbono de la misma molécula (figura 4, tarjeta A). Los ángulos de unión en el etileno están muy cercanos a los  $120^\circ$  (McMurry, 2001).

Existe un solo alqueno con la fórmula  $C_3H_6$ , llamado propeno; sin embargo existen cuatro isómeros del alqueno  $C_4H_8$ . Como sabemos, los isómeros son compuestos con la misma fórmula condensada pero que presentan diferentes estructuras en el espacio, es decir, la posición de los sustituyentes cambia en relación con la doble ligadura.

La rotación alrededor de la doble ligadura carbono-carbono está muy restringida pues se requieren alrededor de  $270 \text{ kJ/mol}$  para producir el movimiento de giro al rededor del doble enlace. Debido a esta condición energética los alquenos presentan isómeros geométricos.

Es interesante analizar los posibles isómeros que presenta el cuarto miembro de la familia de los alquenos, cuya fórmula condensada es  $C_4H_8$ . Además de la isomería por ramificación sobre la cadena principal, se presentan otros dos tipos de isomería asociados con la doble ligadura. La primera forma isomérica se refiere a la posición de la doble ligadura en la cadena, ya que esta unión doble puede ligar a un átomo de carbono exterior con otro interior como en el 1-buteno o puede localizarse entre dos átomos de carbono interiores como en el 2-buteno (figura 2). La segunda posibilidad es la isomería geométrica, la cual se refiere al arreglo en el espacio de los dos grupos unidos a los átomos de carbono que soportan a la doble ligadura. Hay dos isómeros geométricos del 2-buteno: el cis-2 buteno

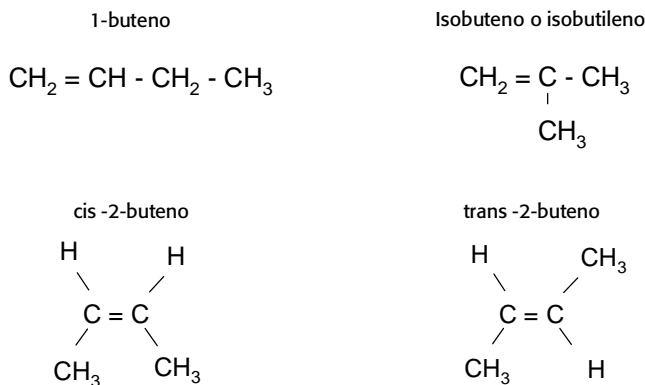
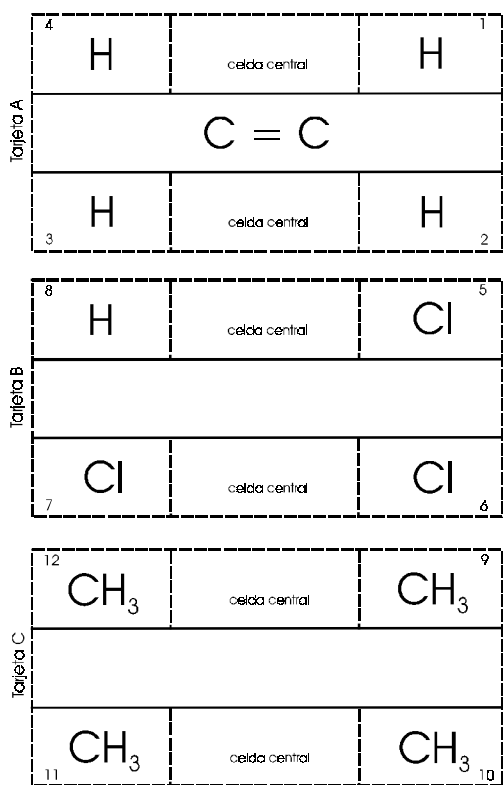


Figura 2. Isómeros del buteno.

**Tabla 2.** Estructuras y usos de algunos polímeros de adición.

Monómero	Polímero	
Nombre y estructura	Nombre y estructura	Usos
Etileno $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	Poli(etileno) $-(\text{CH}_2 - \text{CH}_2)-_n$	Botellas para alimento y detergentes, juguetes y utensilios de casa, aislante de alambres, cables eléctricos, películas para uso en la agricultura.
Propileno $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$	Poli(propileno) $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$	Tapetes para exterior de casa, recubrimientos en campos deportivos, envases de alimentos y los billetes de 20 pesos emitidos a partir de 2001, en México.
Cloruro de vinilo $\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$	Poli(cloruro de vinilo) $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$	Guantes de cirujano, aislante de cables y alambres, tubos de desagüe, losetas y mangueras.



**Figura 4.** Plantilla de "Huesito". Sigue las instrucciones:  
 1. Recorta las tres tarjetas siguiendo las líneas punteadas.  
 2. Realiza un corte por las líneas punteadas en cada celda central.  
 3. Coloca la tarjeta A sobre la B, y ambas sobre la C.  
 4. Dobla las celdas centrales hacia atrás.

los A, B y C como se muestra en la figura 4. Cada rectángulo consta a su vez de tres columnas y tres renglones, que dan origen a 12 celdas. En la parte central de la tarjeta A se presenta el doble enlace entre los átomos de carbono. En las otras columnas se muestran los átomos o grupos de átomos que forman las diferentes estructuras moleculares de los alquenos sustituidos. A estos grupos les corresponde un número, asignado de acuerdo con el sentido de las manecillas del reloj.

Para armar el modelo didáctico "Huesito" se siguen las indicaciones que se presentan en la parte superior de la figura 4. Al final del proceso se debe obtener un modelo físico igual al que se muestra en la figura 5.

El modelo "Huesito" presenta 12 celdas, en cada una de éstas aparecen diferentes átomos o grupos de átomos, de tal forma que al doblar cada una, se forman cinco diferentes derivados del etileno. Con este modelo se pueden formar hasta 26 estructuras diferentes.

**Instrucciones para formar alquenos sustituidos**

Una vez que se tiene armado el modelo "Huesito", podemos observar que las celdas presentan una numeración que va desde el número 1 hasta el 12. Las estructuras de los alquenos se forman al doblar hacia el frente, una a una, las celdas. Por ejemplo, para formar el cloruro de vinilo, basta con doblar la celda

**“HUESITO”  
MONÓMEROS VINÍLICOS**

Para resolver el siguiente cuestionario, deberás formar con el modelo “Huesito” las estructuras de los alquenos correspondientes a la numeración señalada entre corchetes. Observa cuidadosamente el compuesto formado y contesta las siguientes preguntas:

A. [1, 6, 3, 4], ¿Cómo se llama el monómero formado? \_\_\_\_\_. El polímero formado con esta unidad se utiliza ampliamente como material de construcción. Seguramente lo encuentras en la tubería del desagüe de tu casa. Se conoce con las siglas \_\_\_\_\_.

B. [1, 10, 3, 4], Al repetir esta unidad se forma el polímero \_\_\_\_\_. Se utiliza en botellas de alimentos, tapetes y en los billetes actuales de 20 pesos en México.

**Figura 8.** Manera de empleo del modelo “Huesito” para reconocer monómeros y polímeros.

### Comentarios

En esta experiencia didáctica con el modelo “Huesito” los alumnos ejercitaron y ampliaron sus conocimientos químicos de una forma recreativa y estimulante. Su empleo propició el interés por conocer los nombres de los alquenos y sus isómeros. A continuación se presentan, algunos comentarios y reflexiones recogidas al finalizar el trabajo en clase.

- “A través de esta forma de juego fue más fácil entender los monómeros y sus estructuras.”
- “El modelo Huesito es muy original y me gustó mucho, ya que es interactivo, divertido y diferente a otros ejercicios. ¡Es muy buena idea!”
- “Me parece que es un buen ejercicio para poner en práctica los conocimientos adquiridos de una manera didáctica.”
- “La actividad me pareció muy creativa y divertida para ver la química como un juego.”
- “A mí me agrada mucho este tipo de actividad ya que hasta cierto punto es un poco más fácil reconocer las estructuras y así hasta da gusto trabajar”.

### Conclusiones

Se propone el empleo del modelo “Huesito” como una estrategia didáctica útil, económica y sencilla, pues es posible llevarla al aula para mejorar el aprendizaje de los alumnos, en los temas de nomenclatura e isomería de algunos monómeros vinílicos.

En diferentes momentos del curso los alumnos pueden emplear el modelo “Huesito” con el propósito de propiciar el aprendizaje de la nomenclatura de alquenos, los conceptos de isomería geométrica y las estructuras de algunos monómeros que participan en reacciones de polimerización por adición.

Mediante el empleo de “Huesito” en la clase los alumnos se divierten, se muestran interesados en los temas y se presenta una mayor cooperación entre ellos para discutir y reconocer las estructuras químicas.

El empleo de “Huesito” es un recurso didáctico novedoso que permite a los alumnos participar en una actividad grupal para formar estructuras químicas y reconocerlas por su nombre.

Como la nomenclatura en general y en particular la de alquenos, es un tema que presenta cierta dificultad de aprendizaje para los alumnos que cursan el bachillerato, la experiencia didáctica con “Huesito” fue efectiva, pues este modelo ayudó a los alumnos a acercarse de una manera sencilla a estos temas. ■

### Bibliografía

- Brandrup, J., Immergut E., *Polymer Handbook*, Wiley-International, USA, 1975.
- Brown W., *Introducción a la Química Orgánica*, CECSA, México, 2002.
- Gamboa, A., Polímeros, *Educ. quim.*, 6[2], 104-110, 1995.
- Gutiérrez A., León F. y Palacios J., Una experiencia didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje de los polímeros, *Contactos*, 42, 57-63, 2001.
- Hoffman, R., *Lo mismo y no lo mismo*, Fondo de Cultura Económica, México, 1997.
- Holum J.R., *Fundamentos de Química General, Orgánica y Bioquímica*. Limusa Wiley, México, 2001.
- McMurry J., *Química Orgánica*, International Thomson Editores, México, 2001.
- Morrison R. y Boyd R. *Química Orgánica*, Addison Wesley Iberoamericana, México, 1990.
- Química Salters, *La revolución de los polímeros*, Universidad Politécnica de Valencia, España, 1997.
- Silberman R., y Bunce D., *et al.*, *Chemistry in Context*, Brown Publishers, USA, 1994.