

CU-12 DE LOS MODELOS MOLECULARES A SOFTWARE LIBRES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: UNA EXPERIENCIA SIGNIFICATIVA

Soraya Elena Layton Jaramillo

Química Universidad Nacional de Colombia

Estudiante de Maestría en Educación y Docencia Superior Universidad Nacional de Colombia

selaytonj@unal.edu.co, selaytonj@gmail.com

RESUMEN

La enseñanza de la química presenta dificultades al abordar una realidad microscópica no perceptible de manera inmediata por los estudiantes. El presente trabajo, producto de una experiencia en el aula, propone la superación de estas dificultades y la potenciación del aprendizaje significativo con el uso de herramientas didácticas como los modelos moleculares y el programa de distribución gratuita ChemSketch.

Palabras clave: Modelos moleculares, ChemSketch, Didáctica, Aprendizaje Significativo.

ABSTRACT

Some difficulties arise from teaching Chemistry, due to the fact that its matter is not able to be seen by the naked eye. This paper, the result of a experience in the classroom, propose the use of didactic tools such as molecular models and ChemSketch free program, for overcoming those difficulties and boosting meaningful learning.

Key Words: Molecular models, ChemSketch, Didactic, Meaningful Learning

Introducción

Una de las dificultades del proceso enseñanza-aprendizaje de la química es el alto grado de abstracción al que debe llegar el estudiante para comprender algunos fenómenos químicos (Díaz, et al.), que por pertenecer al mundo microscópico, son intangibles a nivel macroscópico e imperceptibles al ojo humano. Además, algunos conceptos químicos como la hibridación de orbitales y la geometría molecular, tienen una gran exigencia cognitiva, razón por la cual son temas que no se abordan, en general, en la educación secundaria, a pesar de su importancia en la vida diaria. Por ejemplo, la geometría angular de la molécula de agua, explicada con la teoría de hibridación de los orbitales moleculares, es una de las razones por las que el agua puede formar puentes de hidrógeno y encontrarse en estado líquido sobre la superficie terrestre (Brown, 2009), permitiendo el origen y la supervivencia de las especies.

Así pues, el objeto del presente trabajo es describir una experiencia en el aula, en la que se logró el aprendizaje significativo de conceptos químicos con un alto nivel de complejidad, de una manera entretenida y comprensible para los estudiantes de educación media, haciendo uso de herramientas didácticas como los modelos moleculares y un software libre para diseñar moléculas.

Una herramienta didáctica: Modelos moleculares

El uso de modelos moleculares para la enseñanza de la química es una práctica poco extendida entre los profesores de química de secundaria; a nivel superior es utilizada por algunos profesores en semestres avanzados de carreras de ciencias básicas para ilustrar ciertos temas específicos de estereoisomería y simetría molecular, cuando ya se han adquirido suficientes bases para su comprensión.

Sin embargo, puede ser una herramienta didáctica muy útil para potenciar el aprendizaje significativo de algunos temas básicos de los programas de química para grados 10° y 11°, como el enlace químico, la hibridación del átomo de carbono y funciones orgánicas. Por otro lado, con el uso de estas herramientas pueden abordarse temas que generalmente no hacen parte de los programas de química en la secundaria, por presentar mayor exigencia cognitiva, como estructuras cristalinas de los compuestos iónicos, geometría molecular y estereoquímica.

Haciendo uso de modelos moleculares el profesor puede salirse del tablero, en el que solamente existen dos dimensiones, para dar vida a la tridimensionalidad, que es realmente la forma en la cual se encuentran los átomos, las moléculas y las estructuras iónicas. De esta manera permite al estudiante interactuar con estos objetos y así lograr una mayor comprensión del mundo microscópico.

Enlace iónico y estructuras cristalinas:

Generalmente el concepto de enlace iónico es abordado por los maestros con las estructuras de Lewis, las cuales son muy útiles para ilustrar la regla del octeto, pero que no dan cuenta de la gran cantidad de átomos que hacen parte de la red cristalina formada cuando un metal y un no metal se enlazan de manera iónica.

Las fuerzas de atracción y repulsión electrostáticas entre cationes y aniones hacen que los compuestos iónicos tengan una gran organización, lo cual permite que se encuentren en estado sólido, tengan elevados puntos de fusión y sean quebradizos; situación que puede comprenderse mejor cuando el estudiante observa un ejemplo tridimensional de la red cristalina (Figura 2).

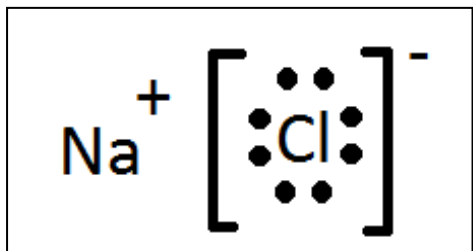


Figura 1: Fórmula de Lewis del NaCl. Figura 2: Modelo de la red cristalina de NaCl.

Sin embargo, la observación del estudiante del modelo de una estructura que en la vida real está vedada a sus ojos debido al tamaño infinitamente pequeño de los iones, no asegura que haya tenido una experiencia de aprendizaje significativo; por ello es importante que pueda relacionar esta nueva información con su conocimiento del mundo, lo cual se logra muy fácilmente cuando se contextualiza la teoría con un ejemplo cotidiano: la sal de cocina.

Siendo muy contadas las excepciones, todos los estudiantes de secundaria han visto, manipulado o ingerido los cristales de cloruro de sodio en el comedor de su casa, pero habrán aprendido de manera significativa el concepto de enlace iónico, después de entender que es debido a este enlace entre los iones sodio y cloruro que la sal se presenta en pequeños cubitos cristalinos.

Enlace covalente y geometría molecular

Al igual que con el enlace iónico, el enlace covalente generalmente se describe utilizando estructuras de Lewis; sin embargo, sin demeritar su importancia, éstas no dan cuenta de la forma que toman las moléculas en el espacio y no pueden explicar muchas de las propiedades de los compuestos covalentes que derivan de su geometría.

Cuando se dibujan moléculas sobre el tablero, éstas son percibidas por los estudiantes como si fueran planas, pero esta percepción es errónea, pues las moléculas son objetos tridimensionales, de las que pueden construirse modelos con los que los estudiantes pueden interactuar.

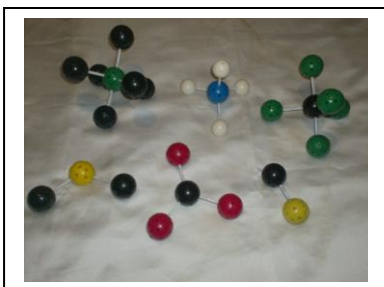


Figura 3: Modelos moleculares de compuestos covalentes.

Además de permitir el acercamiento a la realidad microscópica de una manera más acertada, los modelos tridimensionales de las moléculas permiten construir conocimiento de una manera significativa. Un ejemplo sencillo es la respiración, acción obviamente necesaria para la vida de cualquier estudiante de secundaria. La hemoglobina puede transportar el oxígeno hasta todas nuestras células gracias a que como átomo central tiene un ión de hierro que presenta una geometría octaédrica, en la que cinco de las posiciones disponibles para el enlace están ocupadas por átomos de nitrógeno de la proteína, dejando una posición libre sobre la que se enlaza la molécula de oxígeno para su transporte (Brown, 2009).

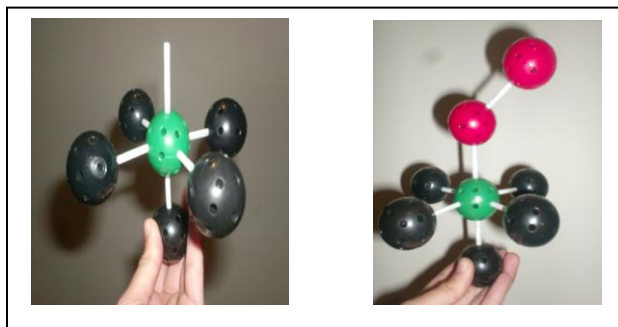


Figura 4: Fotografía del modelo de transporte de oxígeno por la hemoglobina.

Cuando durante la clase se utiliza este ejemplo, en el que se evidencia la importancia de la geometría de la molécula para mantener la vida, el estudiante vive una experiencia de aprendizaje significativo, que puede complementarse con el ejemplo del transporte de monóxido de carbono, el cual, al contrario de lo que sucede con el oxígeno, lleva a la irremediable muerte.

Hibridación del átomo de carbono

Cuando el estudiante ha comprendido que las moléculas tienen una estructura tridimensional, es mucho más fácil que pueda acercarse al concepto de hibridación de una forma sustentable, sin necesidad de recurrir a eventos memorísticos que le permitan obtener una buena nota en los exámenes.

La hibridación de los orbitales del carbono es un tema necesario en cualquier programa curricular de química orgánica a nivel de secundaria, y es uno de los temas que exige una mayor capacidad de abstracción e imaginación por parte del estudiante. Intentar explicar de manera comprensible las hibridaciones sp , sp^2 y sp^3 del átomo de carbono y los enlaces sigma y pi que se forman en cada hibridación, utilizando para esto tablero y marcador, se convierte en una prueba exigente para cualquier profesor de química, por lo cual muchos recurren al abordaje mecánico y memorístico del concepto.

Sin embargo, utilizando los modelos, el estudiante es capaz de comprender el concepto de hibridación, tipo de enlace (sigma o pi), fuerza y movimiento de los enlaces, y, además relacionarlo con la geometría molecular.

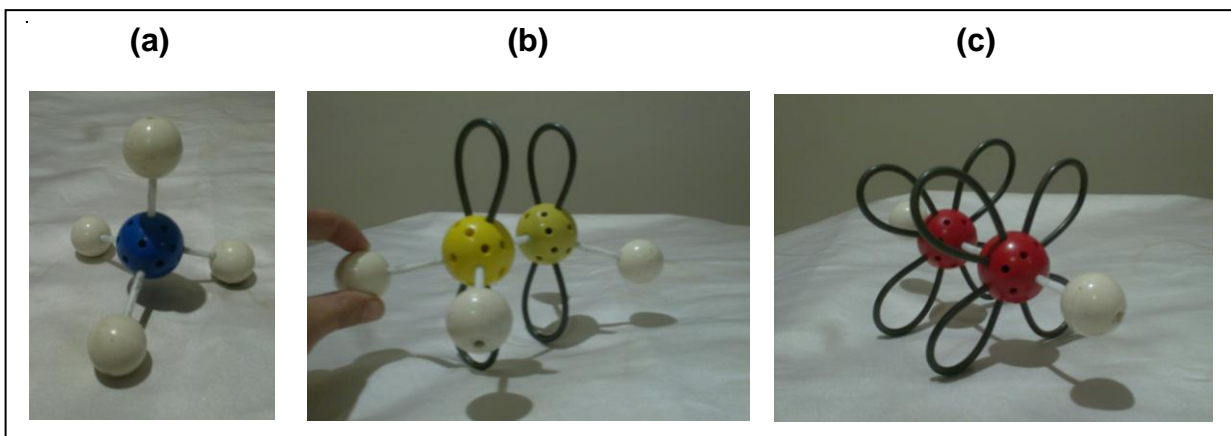


Figura 5: Fotografía del modelo de la hibridación del carbono. (a) sp^3 . (b) sp^2 . (c) sp .

Para lograr el aprendizaje significativo, puede relacionarse la hibridación con muchos fenómenos del cuerpo humano. Un ejemplo sencillo es la química de la visión: la rodopsina, molécula presente en los conos y bastones de la retina del ojo humano es una molécula que en su estructura tiene dos átomos de carbono con hibridación sp^2 , unidos con doble enlace. Debido a la forma del enlace pi, éste es rígido, no se mueve, sin embargo, cuando entra un fotón de luz, hace que el enlace pi rote y por lo tanto se rompa, situación que induce una serie de reacciones químicas que dan como resultado la visión. Poco a poco la rodopsina regresa a su forma original y se regenera el enlace pi roto, de tal manera que el proceso pueda continuar de manera reversible (Brown, 2009).

Funciones orgánicas

Una vez que el estudiante ha comprendido la relación entre el enlace químico, la geometría de las moléculas y la hibridación de los orbitales del carbono con su entorno y su propia corporeidad, puede adentrarse en el estudio de las funciones orgánicas.

La química orgánica, asunto temático en grado 11^o, generalmente es abordada por los maestros desde la nomenclatura de los compuestos orgánicos, dedicando gran parte de tiempo a que los estudiantes nombren estructuras cada vez más y más complejas, dejando así de lado otras características de los compuestos orgánicos importantes para la vida y que el estudiante podría percibir en su cotidianidad.

Llevando a clase modelos de los hidrocarburos, se sacan las moléculas planas del tablero y se convierten en objetos tridimensionales más acordes con la realidad; así, el estudiante puede comprender de manera lúdica las fórmulas empíricas, la diferencia entre hidrocarburos alifáticos lineales y cíclicos e hidrocarburos aromáticos y su relación con la geometría y la hibridación del carbono, las características polares o apolares de las moléculas, su movimiento y sus conformaciones más estables.

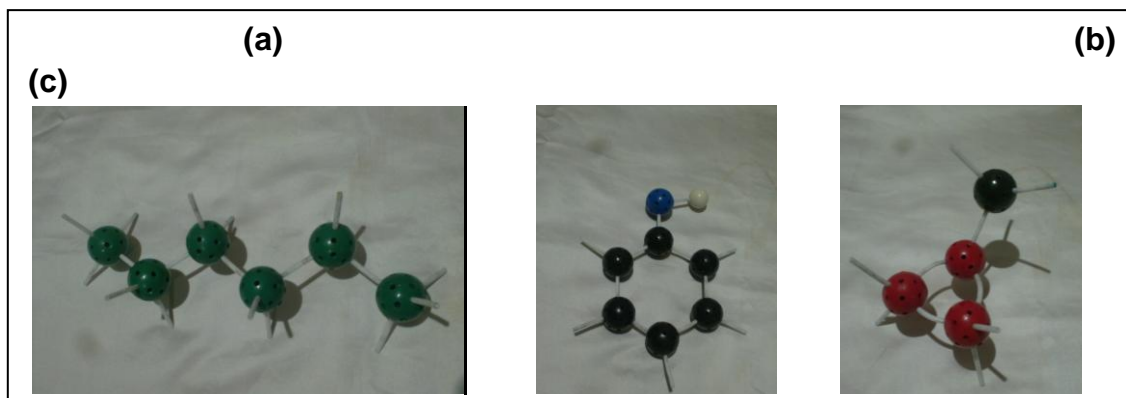


Figura 6: Modelos de moléculas orgánicas. (a) Hexano. (b) Fenol (c) Metilciclopropano.

Es muy sencillo encontrar relaciones significativas entre las funciones orgánicas y la cotidianidad del ser humano, pues éstas no sólo están presentes por doquier en su entorno (empezando por el petróleo y todos sus derivados), sino también haciendo parte de su cuerpo. Cada vez que el ser humano realiza una actividad, consciente o inconsciente, es porque millones de millones de moléculas orgánicas están reaccionando de alguna manera.

Un ejemplo muy significativo para los estudiantes es la química del amor: Las mariposas en el estómago, que cualquier estudiante ha sentido cuando ve a su ser amado, son producidas por una sustancia química: la FEA (fenil etil amina), compuesto orgánico de la familia de las anfetaminas. Ésta sustancia induce la producción de dopamina, norepinefrina y oxitocina, sustancias que provocan que los enamorados puedan permanecer horas coqueteándose, haciendo el amor o conversando sin sensación alguna de cansancio o sueño. La FEA es una sustancia química muy poderosa, que causa adicción. Cuando se pierde al ser amado, se pierde la fuente que induce la producción de la sustancia a la que nuestras células se han hecho adictas, entonces, llega el síndrome de abstinencia y la

depresión. Pregúntele a los estudiantes si alguna vez, cuando han estado deprimidos por amor tienden a comer chocolates: muchos responderán que sí. ¿Cuál es la razón? El chocolate contiene FEA. Entonces los estudiantes comprenderán que el amor es pura cuestión de química.

Chemsketch como herramienta didáctica para la enseñanza de la química

ChemSketch es un software que puede descargarse de manera gratuita desde la página www.acdlabs.com y es ampliamente utilizado por los químicos para dibujar estructuras moleculares, montajes de laboratorio y predecir espectros de resonancia magnética de hidrógeno y carbono, entre otros. Sin embargo es una herramienta poco usada a nivel de enseñanza media debido a que muchos profesores licenciados en química no lo conocen.

La primera utilidad práctica del programa es el dibujo de estructuras de una manera sencilla, ágil y correcta. El programa detecta cuándo sobre los átomos hay más o menos enlaces de los que debería tener, y los corrige. Las estructuras se copian y se pueden pegar como objetos en cualquier otro programa, lo que ahorraría mucho tiempo a los profesores de química que aún siguen dibujando estructuras utilizando Word.

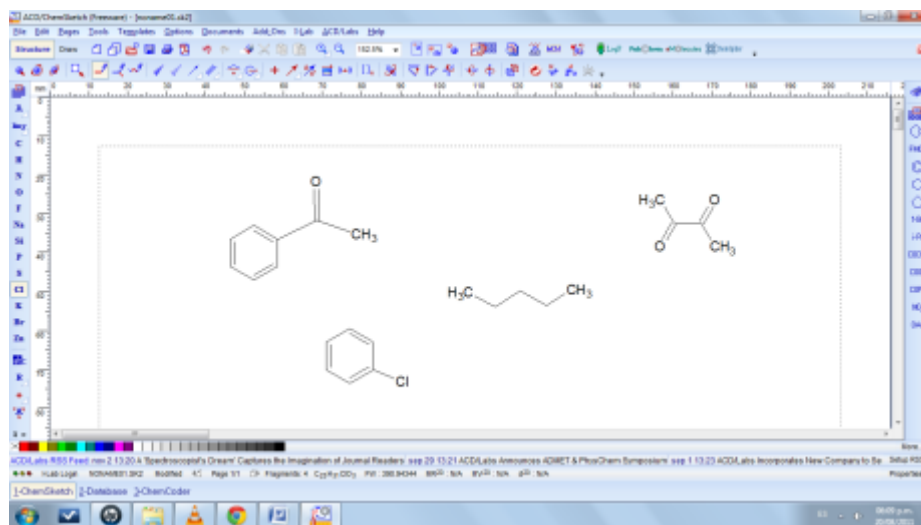


Figura 7: Moléculas dibujadas en ChemSketch.

Después de dibujar una estructura, el programa permite optimizarla para tener una idea real la molécula; además, permite aparecer o desaparecer los hidrógenos, cambiar átomos por otros, rotarla en las tres dimensiones y conocer sus propiedades físicas, entre otras cosas.

Por otro lado, una de las herramientas que permite hacer volar la imaginación de los estudiantes es la opción de visualización en 3D, ya que el estudiante puede dar a la molécula el color que desee y visualizarla de diferentes formas: como barras, como barras y bolitas, como densidades electrónicas o como discos, entre otras; puede rotarla en tres dimensiones y darle movimiento.

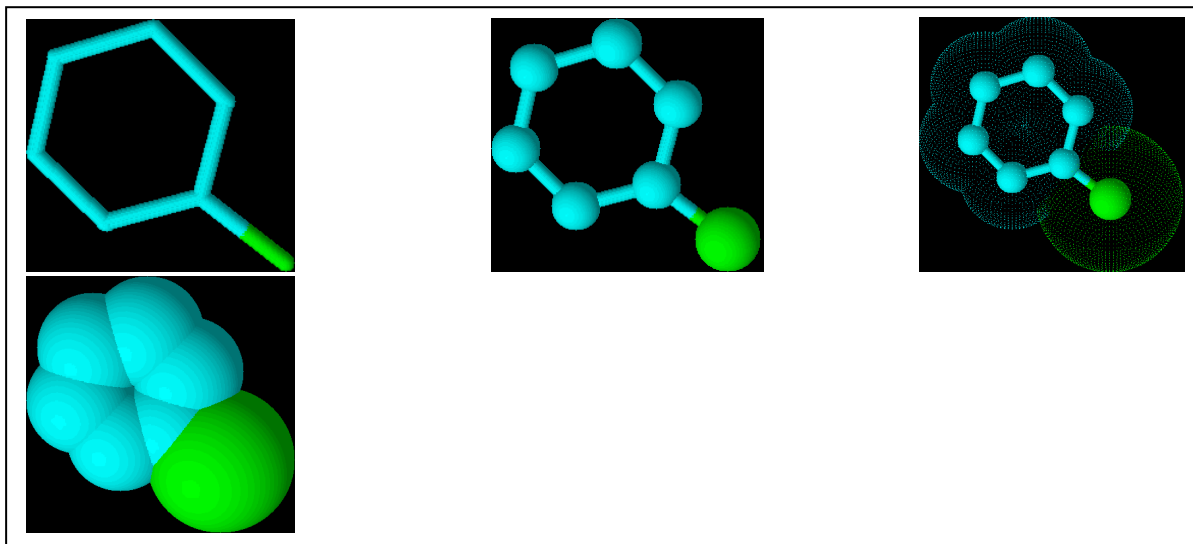


Figura 8: Diferentes visualizaciones 3D de la misma molécula.

Además de muchos otros usos que pueden dársele al programa, podría ayudar a los maestros a acercar la química al mundo del estudiante haciendo uso de las nuevas tecnologías, para propiciar espacios de aprendizaje significativo.

Conclusiones

Los estudiantes de educación media de hoy precisan mejorar las bases de sus conocimientos en ciencias para lograr un mejor desempeño en el ámbito universitario; sin embargo, la sola repetición de conceptos concretos, sin una motivación específica, pueden no lograr el objetivo de consolidar el aprendizaje significativo de conceptos básicos en los jóvenes. Para lograr que los estudiantes se acerquen al conocimiento de manera significativa, se requiere que los maestros actuales exploten su imaginación y creatividad mediante la utilización de herramientas didácticas, como pueden serlo, desde los modelos moleculares, hasta software libres para la enseñanza de la química.

Bibliografía

Brown, T. (2009). Química: La ciencia central (11 ed.). México: Pearson Educación.

Díaz, R., Valdés, C., Hernández, S., Vega, Á., Fajardo, B., & Pedrosa, A. (2001). Valoración del nivel de conocimiento y habilidades con que ingresan los estudiantes a la carrera de medicina. Educación Médica Superior, Vol.15, núm. 2.