Propuesta didáctica en la enseñanza de la química: hibridación y geometría

ISSN 2215-8227

2023, Volumen 14, No. Extra

Proposta didática no ensino de química: hibridização e geometria

Didactic proposal in the teaching of chemistry: hybridization and geometry

Yerson Andrey Arevalo Garzón
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
yaarevalog@udistital.edu.co

Resumen

En este artículo se presenta una propuesta didáctica empleada en el Instituto Técnico Central Francisco José de Caldas, cuyo fin fue facilitar el proceso de enseñanza/ aprendizaje de algunos conceptos abstractos en química (orbitales, hibridación, traslape de orbitales, geometría molecular, entre otros), elaborada mediante un modelo representacional que resultando en una mejor comprensión de tales conceptos ya que permite al estudiante visualizar, identificar y diferenciar las interacciones entre los átomos mediante su hibridación, su geometría, enlaces y demás.

Palabras Claves: Hibridación, geometría, modelo, didáctica.

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta didáctica utilizada no Instituto Técnico Central Francisco José de Caldas, o seu objectivo era facilitar o processo de ensino/ aprendizagem de alguns conceitos abstractos em química (orbitais, hibridação, sobreposição de orbitais, geometria molecular, entre outros), elaborados através de um modelo representativo que resulta numa melhor compreensão de tais conceitos, uma vez que permite ao estudante visualizar, identificar e diferenciar as interacções entre átomos através da sua hibridação, geometria, ligações e outros.

Palavras Chaves: Hibridização, geometria, modelo, didáctica.

Abstract

This article presents a didactic proposal used at the Instituto Técnico Central Francisco José de Caldas, The purpose of this proposal was to facilitate the teaching/learning process of some abstract concepts in chemistry (orbitals, hybridization, overlapping of orbitals, molecular geometry, among others), elaborated by means of a representational model that results in a better understanding of such concepts since it allows the student to visualize, identify and differentiate the interactions between atoms through their hybridization, geometry, bonds and others.

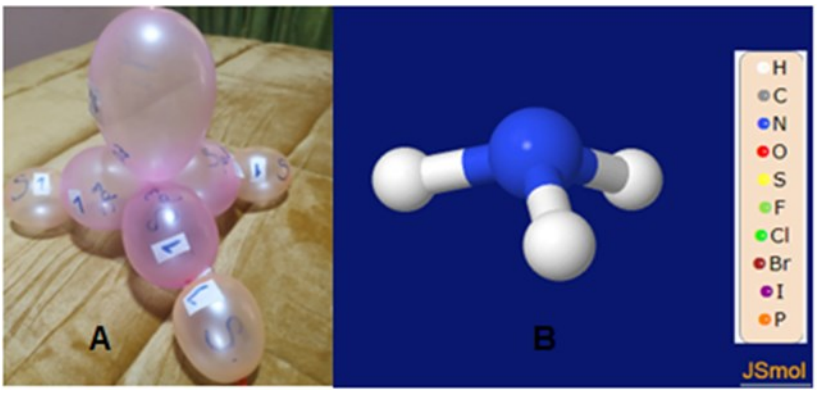
Keywords: Hybridization, geometry, model, didactics.

Introducción

El aprendizaje de la química resulta complejo y a veces confuso para los estudiantes, debido a la convergencia de conceptos abstractos y concretos, la dificultad de asociarlos de tal manera que den una explicación a los fenómenos de la vida cotidiana, esta problemática también la describe Nakamatsu (2012), bajo tres niveles de complejidad: nivel macroscópico, microscópico y simbólico cuyo "aprendizaje se favorece si se combinan adecuadamente los tres niveles conceptuales" (p. 36) Para relacionar esto, se han utilizado diversas estrategias didácticas, una de estas ellas, son los modelos, según Raviolo (2009), lo define como "una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, que concentra su atención en aspectos específicos del mismo, y tiene las funciones de describir, explicar y predecir" (p. 55). En relación a lo anterior, Castro (1990), menciona que, si bien el modelo es incompleto respecto al referente, este debe ser fácilmente visualizable y/o comprensible conceptualmente que conlleve al entendimiento, observación, caracterización e interpretación más ajustada y profunda del sistema real.

En este artículo se presenta una estrategia didáctica de un modelo representacional que tiene como objetivo, facilitar la enseñanza y aprendizaje de conceptos abstractos relacionados en química orgánica (orbitales, hibridación, traslape de orbitales, geometría molecular, entre otros) haciendo uso de una metodología enfocada en la representación de moléculas orgánicas realizada a los estudiantes de grado 11 del Instituto Técnico Industrial Francisco José De Caldas mediada por la práctica profesional docente de la carrera de licenciatura en química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. diseñada con base en los estándares básicos de competencias para el grado décimo y undécimo, en el manejo de conocimientos, por el entorno físico, en procesos químicos, identificando como competencia "relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas".

Imagen 1. Modelo representacional de la molécula de amoniaco NH3.

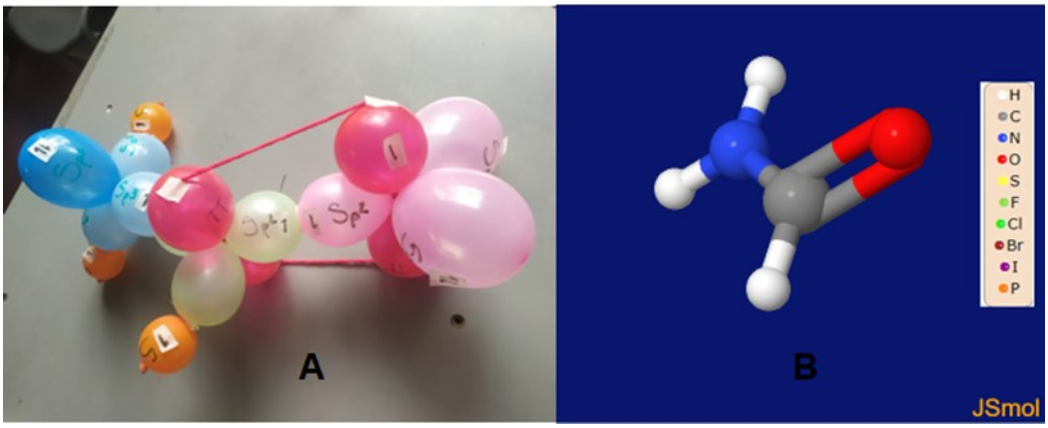


Como un ejemplo del alcance de esta estrategia, (Imagen 1), el nitrógeno al tener par no enlazante genera una repulsión hacia los 3 orbitales híbridos simétricos sp3, al

Arevalo Garzón, Y.A. (2023). Propuesta didáctica en la enseñanza de la química: hibridación y geometría. *Revista Electrónica EDUCyT, V. 14,* (Extra), pp.789-797.

tener esta modelo representacional de la hibridación de cada orbital del nitrógeno para formar la molécula de amoniaco se puede explicar que los orbitales híbridos del nitrógeno adoptan una geometría distinta a la del carbono (para el metano CH_4) por la presencia de un par electrónico libre que genera una ligera repulsión en los tres orbitales sp3 con un único electrón, teniendo una geometría pirámide trigonal que al contrastarse con el modelo de biomodel se observa una gran similitud entre ellos. Esta representación se basa en la Teoría de Repulsión de los Pares Electrónicos de Valencia (TRPEV o RPEV: modelo de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia) (Brown et al., 2009) la influencia de un orbital lleno (par no enlazante) se basará en la densidad electrónica, que toma el principio de schrodinger de su ecuación de onda (Brown et al. 2009), para así, explicar la densidad electrónica, en el cual, determina "la probabilidad de encontrar un electrón como número de puntos por unidad de área". Por lo tanto, un orbital que contiene un par no enlazante tendrá mayor densidad electrónica (en este modelo representación, el orbital no enlazante supondrá el doble de tamaño del orbital enlazante) como se observa en la imagen 1 y 2 se aprecia de una manera sencilla la geometría, hibridación, densidad electrónica, enlaces entre otros.

Imagen 2: A: Modelización de hibridación de orbitales del formaldehído modelo de globos. B: Modelización de la molécula de formaldehído en biomodel.



Metodología

Actividad de exploración pre-test: Con el fin de saber que conceptos presentan los estudiantes frente a la temática de hibridación se realiza una un test previamente diseñado, el cual permitió identificar qué términos e ideas tenían los estudiantes antes de iniciar con los nuevos conceptos que trae este tema. Además, cabe resaltar que este mismo test es empleado al final de toda la unidad con el fin de saber si hubo un avance a nivel conceptual por parte de los estudiantes.

Actividad 1: Construye tu molécula (átomo central). Para la actividad se tienen en cuenta dos momentos, en un primer momento cada estudiante debe desarrollar la

Arevalo Garzón, Y.A. (2023). Propuesta didáctica en la enseñanza de la química: hibridación y geometría. *Revista Electrónica EDUCyT, V. 14,* (Extra), pp.789-797.

hibridación del último nivel de energía del átomo que se le asigne (B, C, N, O y F). Después en un segundo momento, se pasa a representar la hibridación del átomo, (ver tabla 2)

Actividad 2: Representación de moléculas orgánicas (grupos funcionales). Se dividirá en 2 grupos al curso y a cada uno se le indicará una molécula con un grupo funcional diferente.

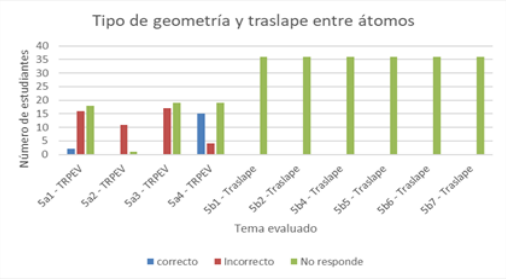
- En un primer momento, los estudiantes deberán responder a preguntas sobre el tipo de hibridación de la molécula y a partir de eso estructurar la molécula haciendo uso de bombas como en la actividad 1, pero haciendo un registro de las bombas que necesitas para cada átomo involucrado en la molécula.

- En un segundo momento los estudiantes representarán toda la molécula, (ver tabla 2)

Resultados y análisis

Pre-test.

Gráfica 1 y 2: Respuestas del pre-test de los estudiantes sobre la hibridación de diferentes átomos de una molécula orgánica y sus tipos de enlace (grafica 1: izquierda), geometría y traslapes/solapamiento de orbitales híbridos (gráfica 2: derecha).



A continuación, se presentan los resultados más relevantes del pre-test. En la pregunta 3 (gráfica 1), se les presentó una molécula de seis carbonos que disponía de diferentes tipos de enlaces entre átomos (diferentes enlaces sencillos, uno doble y uno triple), además de diferentes grupos funcionales (amina, alcohol y cetona). La mayoría de los estudiantes logran comprender los tipos de hibridación en cuanto al carbono, pero se confunden al preguntarles la hibridación de otros átomos distintos a éste, como el nitrógeno (amina: 3c) u oxígeno (alcohol: 3e), de igual manera, en la hibridación de alguno de ellos con enlaces pi (El oxígeno de una cetona), En la pregunta 4 (gráfica 1), tenían que responder el número de enlaces sigma y pi de la molécula presentada en la pregunta 3, en mayor medida, los estudiantes no contemplan que los hidrógenos en la molécula presentan enlaces sigma al átomo que está unido y a su parecer un enlace triple consta de un único enlace pi. En la pregunta 5 (gráfica 2), de acuerdo a la misma molécula de la pregunta 3, se establecieron zonas en las cuales el estudiante tenía que identificar la geometría de adoptaba según la TRPEV, resultando que la gran mayoría

Arevalo Garzón, Y.A. (2023). Propuesta didáctica en la enseñanza de la química: hibridación y geometría. *Revista Electrónica EDUCyT, V. 14, (Extra),* pp.789-797.

respondió incorrectamente, y finalmente en la pregunta 6, con la misma molécula, se les preguntó acerca de los tipos solapamiento/traslape de orbitales al formar un enlace (ya bien sea sigma o pi), este concepto generalmente no lo manejan en las clases generales de química, por lo abstracto debido a esto, ninguno de los estudiantes respondió a dicha pregunta.

Actividad 1: Construye tu molécula (átomo central)

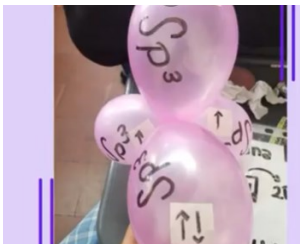
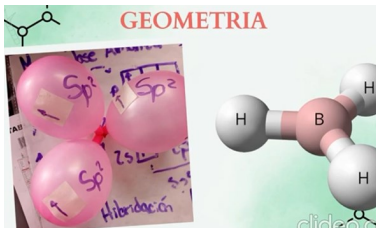
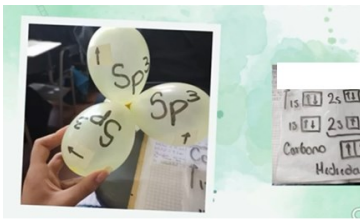
A continuación, se muestran los resultados de la actividad, los cuales se presentan en links de YouTube, debido a que los estudiantes elaboraron un video con la explicación sobre la hibridación y geometría del compuesto dado. (Actividad 1)

https://youtu.be/NAfGTJ1MHN4

https://youtu.be/HtEyZIqngKs

https://youtu.be/CMDstYUWdOo

Tabla N.° 1: Modelización de los estudiantes (actividad 1)

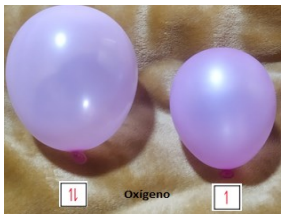
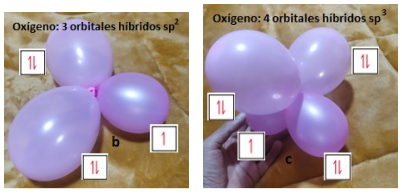
Representación de los estudiantes: Hibridación y geometría		
		
Átomo O, H_2O: Angular	Átomo B: BH_3, Trigonal plana	Átomo C: CH_4, Tetraédrica

Para la actividad 1 los estudiantes necesitaban contar con información previa que de acuerdo con los resultados del pre-test tenían dificultades, por lo tanto, el docente a cargo realizó la explicación mediante clase magistral de conceptos tales como niveles de energía, electrones de valencia, orbitales atómicos e hibridación. Ahora bien, para que comprendieran la geometría del compuesto fue necesario explicar la densidad electrónica y su relación con los electrones de valencia al momento de los estudiantes estaban representando su átomo hibridado, por otro lado, para observar la diferencia entre la geometría de diferentes átomos mismo tipo de hibridación (Agua, Sp^3: angular; Amoniaco pirámide trigonal) se adaptó el principio de Schrodinger para que al realizar el modelo mediante bombas se evidencie la diferencia de geometrías entre átomos (ver tabla 1)..

Actividad 2: Representación de moléculas orgánicas (grupos funcionales).

En primera instancia, se les asignó una molécula correspondiente a cada grupo funcional que se estaba abordando en el tercer periodo del año lectivo (8 grupos de 5/4 integrantes), los estudiantes representaron la molécula asignada (tabla 2) mediante globo de acuerdo a unos parámetros establecidos por el docente:

Tabla N.º 2: Parámetros para la formación de moléculas orgánicas mediante bombas.

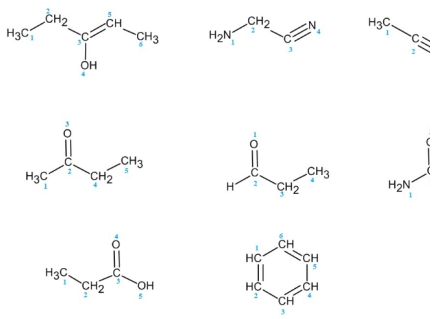
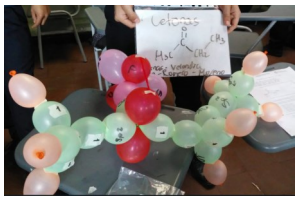
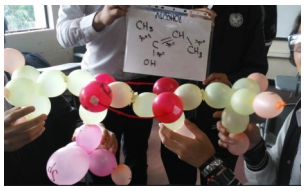
Tipo	Criterio	Ejemplificación
A	Colores de bombas: Identifican y diferencian a cada átomo a hibridar involucrado en la molécula (incluyendo a los hidrógenos).	
B	Tamaño de los orbitales: Diferencia entre tamaño de un orbital con un único electrón (orbital con un electrón desapareado/par enlazante), y un orbital	
C	Unir los globos de acuerdo a su hibridación: a). Carbono con hibridación sp. b). Oxígeno con hibridación sp^2. c). Oxígeno con hibridación sp^3. Identificar el tipo de hibridación: Con marcador borrable, se dispondrá poner en el centro del globo el tipo de hibridación, y seguidamente con añadir al extremo de cada globo con cinta y marcador, si es el orbital tiene un par de electrones no enlazantes o un electrón desapareado Enlaces sigma y pi de cada átomo: Posteriormente una parte se pegará en el extremo del orbital que realiza el enlace sigma con cinta, y los enlaces pi , mediante lana que unirá los orbitales sin hibridar.	

En un principio, hubo dificultades al comprender los parámetros, recomendaciones y procedimiento descritos en la tabla 3, pero facilitó a los estudiantes la identificación y diferenciación de los tipos de hibridación, geometría (y como está influenciada por el

Arevalo Garzón, Y.A. (2023). Propuesta didáctica en la enseñanza de la química: hibridación y geometría. *Revista Electrónica EDUCyT, V. 14, (Extra),* pp.789-797.

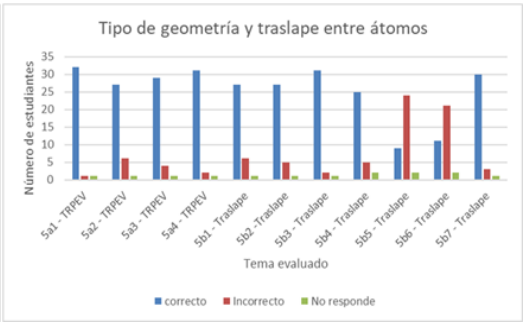
número de electrones de valencia y su hibridación) además, del número total de enlaces sigma de la molécula.

Tabla N.° 3: representación de los estudiantes actividad 2.

Estructuras propuestas	Representación de los estudiantes
	 
Evaluación actividad 2: Exposición “Formación de moléculas” (Grupo eter)	https://drive.google.com/file/d/1JHzp5fhGqFXdDRfXXVGaIr7F8YDGoPCe/view?usp=sharing

Post-test

Gráfica 3 y 4: Respuestas post-test de los estudiantes sobre la hibridación de diferentes átomos de una molécula orgánica y sus tipos de enlace (gráfica 3: izquierda), geometría y traslapes/solapamiento de orbitales híbridos (gráfica 4: derecha).



Cómo se evidencia en la gráfica 2 y 3, a comparación de la gráfica 1 y 2, los conceptos evaluados en el pre-test tuvieron una evolución significativa a lo largo de

Arevalo Garzón, Y.A. (2023). Propuesta didáctica en la enseñanza de la química: hibridación y geometría. *Revista Electrónica EDUCyT, V. 14, (Extra),* pp.789-797.

las anteriores actividades. Algo muy importante a destacar es que la representación propuesta en este artículo facilitó a los estudiantes entender que un mismo átomo puede tener diferente tipo de hibridación según el número de enlaces pi que pueda realizar (El oxígeno del grupo carbonilo sp^2 vs el oxígeno del grupo hidroxilo sp^3), además que dichos enlaces influyen en su geometría (El carbono del grupo carbonilo sp^2, geometría trigonal plana vs carbono de un triple enlace, geometría lineal). Se resalta en esta representación realizada mediante bombas (objetos del macromundo) de los conceptos complejos abordados en esta unidad didáctica (conceptos abstractos) mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que al observar la representación les resultó más sencillo relacionar lo visto teóricamente y diferenciar los diferentes tipos de hibridación, su geometría, en número de enlaces sigma, pi y sus diferentes tipos (solapamiento/traslape ya que comprenden que cada enlace sigma está dado por la unión de dos átomos cada uno con un tipo de hibridación por ejemplo dos carbonos de enlace sencillo presenta un tipo de solapamiento sp^3-sp^3, o la unión entre el carbono y el oxígeno del grupo carbonilo presenta un tipo de solapamiento sp^2-sp^2, les resultó más sencillo diferenciarlos al verlos en la representación de la molécula que en la clase teórica).

Conclusiones

Aquellos conceptos provenientes del micromundo explicados a los alumnos donde no los pueden observar y/o relacionar con fenómenos u objetos del mundo cotidiano (macromundo) presentan una de las mayores dificultades en la enseñanza y aprendizaje de estos conceptos de naturaleza abstracta, por esta razón, nuestra labor como docentes es facilitar a nuestros estudiantes su comprensión, de tal manera, haciendo que sean más sencillos de asimilar para nuestros alumnos, por lo anterior, se destaca que a partir del diseño de las actividades de carácter representativo mediante globos, se obtiene como resultado una alternativa didáctica para explicar la geometría que adoptan las moléculas y porque dicha geometría está influenciada por el número de electrones de valencia de cada átomo y su hibridación, por otro lado, algo importante para resaltar es que al visualizar una molécula mediante un modelo de hibridación de los átomos que lo conforman en más fácil identificar el número de enlaces sigma y pi totales de la molécula, al igual que el tipo de solapamiento o traslape de orbitales, debido a que al evidenciar el tipo de hibridación de cada átomo es más fácil identificar el tipo de solapamiento que presenta el mismo.

Bibliografía

Brown, T. LeMay, H. Bursten, B & Murphy, C. (2009). Química la ciencia central. (Décima ed.) México. Pearson Education.

Castro, E. A. (1992). El empleo de modelos en la enseñanza de la química. Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, 10(1), 73-79.

Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. En Blanco y Negro, 3 (2), 38-46.

Raviolo, A. (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. Educación química, 20(1), 55-60.