

## **El uso de modelos moleculares como apoyo didáctico para la enseñanza de la geometría molecular inorgánica, con un enfoque hacia los modelos científicos**

### **The Use of Molecular Models as Didactic Support for Teaching Inorganic Molecular Geometry Focused on Scientific Models**

Fabián Esteban Aroca Guzmán<sup>1</sup>

#### **Resumen**

El presente artículo recoge el trabajo de intervención en el aula realizado en el grado décimo grupo dos (10-02) en el Colegio de Cultura Popular IED, sede A, de la ciudad de Bogotá. Se propone el uso de los modelos moleculares como medio didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la geometría molecular inorgánica desde una perspectiva pedagógica de los modelos científicos. A partir de la intervención realizada en el aula, se observaron avances significativos en los procesos de aprendizaje de los estudiantes frente a conceptos como la teoría de Lewis, hibridación molecular y geometría molecular, además de ayudar a la comprensión de la distribución tridimensional de las moléculas en el espacio, lo anterior gracias al uso de modelos.

#### **Palabras clave**

Geometría molecular, didáctica, modelos científicos, química inorgánica, modelos moleculares.

---

<sup>1</sup> Profesor en formación Universidad pedagógica Nacional. Correo electrónico: duq\_fearocag993@pedagogica.edu.co

## Abstract

This article is based on classroom intervention carried out in the tenth-grade group two (10-02) at the popular IED Culture College headquarters A of the city of Bogotá. This project seeks to propose the use of molecular models as didactic medium, for the teaching-learning of inorganic molecular geometry and from a pedagogical perspective of scientific models. The difficulties that students present understanding the concepts of inorganic molecular geometry are the basis for proposing the didactics of molecular models and their playfulness. The aim is to carry out didactic laboratories, where molecular models are worked to generate a new interest in chemical subjects in students, and they face chemical challenges.

**Keywords:** molecular geometry, didactic, playful, models, scientific modeling, inorganic chemistry.

## Introducción

Este trabajo de intervención en el aula nace con el fin de reforzar en los estudiantes su interés en el aprendizaje de la química. Se observa que, debido a la ausencia en el aula de métodos didácticos, además de que muchas de las temáticas de la química se tratan únicamente de modo teórico, causa en los estudiantes un desinterés por la misma. Para los estudiantes de grado décimo del Colegio de Cultura Popular, pocos han sido los laboratorios u otros acercamientos con la química más allá de las clases magistrales con las que se abordan los temas. De acuerdo con Izquierdo: “Se detecta una cierta crisis en la enseñanza de la química, que se manifiesta en las opiniones desfavorables de quienes que, ya de mayores, recuerdan la química como algo incomprensible y aborrecible” (2004), por esta

razón se decidió generar de nuevo un interés en los estudiantes a través de la didáctica de los modelos moleculares.

Asimismo, al identificar temas y conceptos químicos que son bastante abstractos, como lo son los enlaces, los orbitales, las estructuras, etc. es necesario usar diferentes medios para que los estudiantes comprendan estos conceptos, se apropien de ellos y los usen más adelante, como lo considera la profesora Mercè Izquierdo:

Se considera (en general) que la Química es difícil porque es al mismo tiempo una ciencia muy concreta (se refiere a una gran diversidad de sustancias) y muy abstracta (se fundamenta en unos átomos a los que no se tiene acceso), y porque la relación entre los cambios que se observan y las explicaciones no es evidente ya que se habla de los cambios químicos con un lenguaje simbólico que es muy distinto del que conoce y utiliza el alumnado al transformar los materiales en la vida cotidiana. Incluso el objeto de la química (comprender y gestionar la transformación de los materiales) queda lejos de los intereses de las gentes de ahora, que ya están acostumbrados a aceptar los fenómenos más llamativos sin tener necesidad de comprenderlos. (2004)

Ahora, es necesario aplicar un enfoque pedagógico-didáctico para llevar estos conceptos abstractos que se desarrollan en el micro mundo de la química y llevarlos al macro mundo donde los estudiantes conviven y desarrollan las actividades del aula; para esto es necesario usar los modelos en la enseñanza de las ciencias. Cabe aclarar que la palabra modelos es polisémica y, por tanto, tiene diferentes significados que se usan en muchos

contextos de la vida diaria, tanto de una manera informal, como de una más formal en las ciencias.

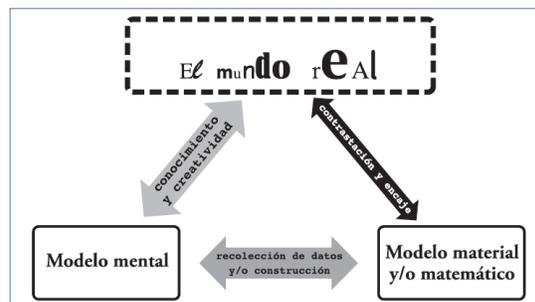
Tomaremos una definición de modelo de José Chamizo: “Los modelos (m) son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (M) con un objetivo específico” (2010, p. 27). Desde esta definición se identifican tres aspectos de los modelos que se explican así:



**Figura 1.** Tipos de modelos.  
Tomado de: Chamizo (2010, p. 15).

El modelaje científico se base en la construcción de modelos que expliquen los fenómenos o sistemas de formas más concreta, sencilla. Por tanto, la construcción de un modelo nace desde el modelaje mental, donde se unen el conocimiento y la creatividad para dar forma a este modelo. Lo siguiente es construir un modelo matemático o material con este modelo mental, para así poder ver cómo se comporta en el mundo real y qué tanto se acerca a explicar el comportamiento

del fenómeno que estamos analizando (Raviolo et ál., 2010).



**Figura 2.** Modelaje, es decir la construcción de modelos y con la cual se genera conocimiento.  
Tomado de: Chamizo (2010, p. 18).

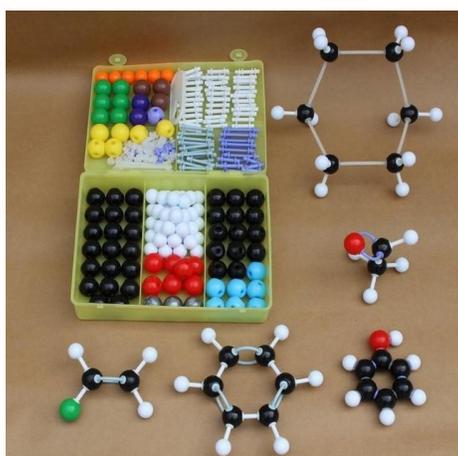
La geometría molecular como modelo científico es una temática de gran importancia en la química, ya que con ella se explican algunas propiedades moleculares, como interactúan las moléculas entre sí, así como las características físicas y químicas se ven afectadas por la forma de la molécula (puntos de fusión y ebullición, densidad, tipos de reacciones en las que pueden participar). El estudio de la geometría molecular nace con las interrogantes planteadas por el comportamiento de los isómeros ópticos, que generó un estudio del modelo material de enlace tetraédrico del carbono; más adelante este modelo fue usado por Vant Hoff para explicar la estereoisometría. Estos modelos fueron cambiando y evolucionando con los nuevos descubrimientos hechos en años posteriores, en la actualidad el modelo más aceptado y usado es el de Gillespie.

Todos estos modelos químicos y matemáticos han derivado en modelos materiales con los cuales se explican los diferentes conceptos de geometría, hibridación, ángulos de enlace, pares de electrones libres, etc. Cabe destacar que existen diferentes tipos de modelos moleculares: informáticos y materiales. Estos últimos modelos materiales son los más

usados en las instituciones educativas para la explicación de la geometría molecular (García, 2018).

Adicionalmente, los modelos materiales constan de esferas de diferentes colores y tamaños las cuales representan los átomos en específico. También, se encuentran tubos de plástico que se adaptan a los agujeros de las esferas. Estos vienen con diferentes largos con el fin de representar los diferentes tipos de enlaces que se presentan en los átomos. Como ya se mencionó, las esferas tienen diferentes colores los cuales por convención identifican:

Átomo	Color
Carbono	Negro
Azufre	Amarillo
Hidrogeno	Blanco
Halógenos (Cloro y Flúor)	Verde
Nitrógeno	Azul
Oxígeno	Rojo
Fosforo	Morado
Bromo	Naranja



**Figura 3.** Kit modelos moleculares.

Tomado de:

<https://es.aliexpress.com/item/32431566346.html>

De acuerdo con el tema central del proyecto, este se aplicará en el cuarto periodo del año 2019, que corresponde a los estándares educativos propuestos por el Ministerio de Educación Nacional. La muestra seleccionada para la aplicación del proyecto fueron los 25 estudiantes del grado decimo grupo dos (10-02) del IED Colegio de Cultura Popular sede A. Igualmente, en la clase introductoria de conceptos, se usará como base lo propuesto por Borrás (2007), para la enseñanza de conceptos claves como teoría de Lewis, hibridación, enlace covalente y geometría molecular.

### Fases

Las fases del proyecto son tres: Ideas previas, introducción a la geometría molecular (clase y laboratorios didácticos) y conceptos finales.

#### Fase 1: ideas previas

Aplicación del test de ideas previas (Anexo 1)

#### Fase 2: introducción a la geometría molecular

De acuerdo con los resultados del test de ideas previas:

- Un reconocimiento de los tipos de modelos moleculares existentes en el laboratorio de química del colegio, partes y funciones.
- Clase: tiene como fin acercar a los estudiantes a conceptos de la geometría molecular como: orbitales moleculares, ángulos de enlace, tipos de enlace (sencillo, doble, triple), tipos de geometría.
- Laboratorio: se lleva a cabo en grupos de 4 o 5 estudiantes donde se evidencia los enlaces, ángulos y disposición espacial de diferentes

compuestos inorgánicos tales como: óxidos, hidróxido, ácidos, sales. (Anexo 2).

### Fase 3: conceptos finales

- Se aplica un test final donde se evalúan algunos conceptos de la geometría molecular vistos desde el uso de los modelos moleculares (Anexo 3).

## Resultados

Los resultados de las tres pruebas aplicadas (test de ideas previas, laboratorio y test de salida) se muestran en las siguientes tablas y gráficos:

- **Test de ideas previas:** en este test se buscaba conocer las concepciones de los estudiantes acerca de la geometría (matemática y química), también sobre los modelos atómicos:

Pregunta 1: En sus propias palabras describa qué entiende por geometría y qué piensa usted que es la geometría molecular:

“para mí la geometría tiene que ver con el estudio de figuras o medidas, estadísticas de alguna figura o forma. La geometría molecular pienso que es como las medidas o tendencias características que se les dan a las moléculas ya sea por su forma, color o sean nombradas” Brayan Briñes.

“pues yo pienso que esto tiene que ver con las composiciones químicas con uniones de moléculas” Johan Guerrero.

“para mí la geometría es muy avanzada y ayuda mucho a la humanidad y entiendo que por geometría molecular sería todo lo que

estudia las moléculas y sus partes” Jeisson Serrano.

Pregunta 2: Cuando usted piensa en las moléculas, ¿cómo cree que estas son o existen en el mundo real? Al final realice un dibujo de una molécula.

“las moléculas son partículas que se encuentran en la materia” Daniela Pascagaza.

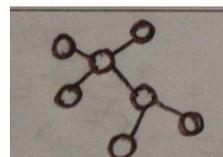


Figura 3. Ilustración de una molécula.

Tomada por: Fabián Aroca

“las moléculas son elementos que están presentes en la materia como los átomos y demás” Laura Escarraga.

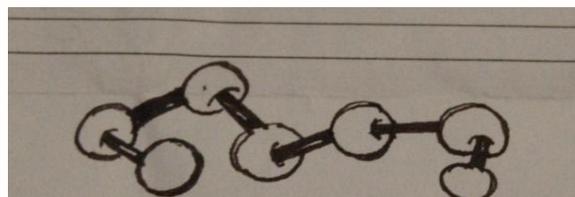


Figura 4. Ilustración de una molécula.

Tomada por: Fabián Aroca

“las moléculas son estructuras pero que a la vez no tiene forma, solo cuando queremos darle forma alguna” Jeffrey Manzano.

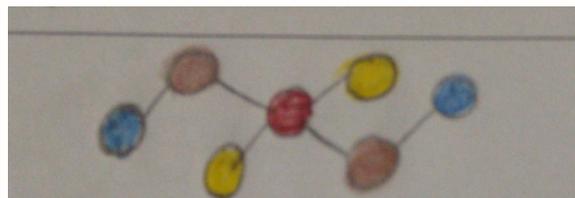


Figura 5. Ilustración de una molécula.

Tomada por: Fabián Aroca

Pregunta 3: ¿Cuál es su idea sobre qué es un modelo molecular y para qué sirve?

“sería como es por dentro una molécula y de que está compuesta, debe servir para saber que contiene la molécula y hacer investigaciones o formulas bien” Jesús Piña.

“es una estructura ya echa de un compuesto echo por diversos átomos para conformarlo” Mayerli Moreno.

“es para imitar el comportamiento de las moléculas” Valentina Acevedo.

Pregunta 4: ¿Cree usted que los átomos dentro de las moléculas tienen colores o que debemos distinguirlos con ellos? “el color de las moléculas es depende a los elementos químicos que se utilicen, hay azul, amarillo, negro, morado y verde” Alejandra Castro.

“sí creo que los tenga o que básicamente sí son necesarios para distinguirlos pues ya que así es más fácil de examinar y demás” Luisa Córdoba.

“depende su forma su elemento químico que se vaya a asignar y

también hay variados colores que las identifican y diferencian” Andrés Guerrero.

- **Laboratorio:** este se desarrolló en cinco grupos, cada uno conformado por cinco estudiantes, solo se realizó la primera parte que consistía en que a través de los modelos moleculares disponibles en el laboratorio los estudiantes por cada grupo de trabajo hicieran la molécula asignada y llenaran el cuadro.



Figura 6. Modelos moleculares. Tomada por: Fabián Aroca

Parte 1. Completar la siguiente tabla

Ejercicio	Formula molecular	Numero de enlaces	Pares de e' libres	Angulos de enlace	Tipo de geometría molecular
1	NH <sub>3</sub>	3	1	109°	piramidal trigonal
2	H <sub>2</sub> O	2	2	109°	angular
3	SF <sub>6</sub>	6	0	90°	octaédrica
4	PF <sub>5</sub>	5	0	120°-90°	bipiramidal trigonal
5	PF <sub>3</sub>	3	2	120°-90°	forma T
6					
7					
8					
9					

Figura 7. Laboratorio Grupo . Tomada por: Fabián Aroca

Parte 1. Completar la siguiente tabla

Ejercicio	Formula molecular	Numero de enlaces	Pares de e' libres	Angulos de enlace	Tipo de geometría molecular
1	NH <sub>3</sub>	3	1	109°	Piramidal trigonal
2	H <sub>2</sub> O	2	2	109°	Angular
3	SF <sub>6</sub>	6	0	90°	Octaédrica
4	PF <sub>5</sub>	5	0	120°-90°	Bipiramidal trigonal
5	PF <sub>3</sub>	3	1	109°	Piramidal trigonal
6					
7					
8					
9					

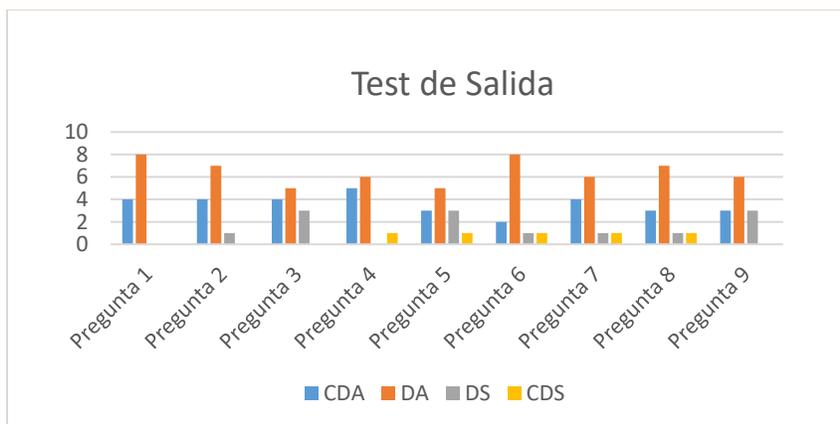
Figura 8. Laboratorio Grupo 2. Tomada por: Fabián Aroca

- **Test de salida:** este test buscaba evaluar qué conocimientos fueron adquiridos por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto, para esto se usó un test de Likert, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 1.** Resultado de test de Likert.

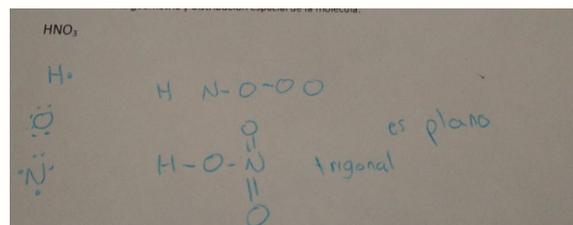
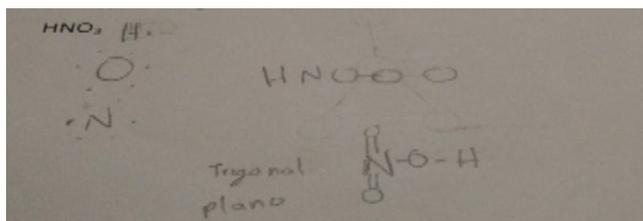
	CDA	DA	DS	CDS
Pregunta 1	4	8	0	0
Pregunta 2	4	7	1	0
Pregunta 3	4	5	3	0
Pregunta 4	5	6	0	1
Pregunta 5	3	5	3	1
Pregunta 6	2	8	1	1
Pregunta 7	4	6	1	1
Pregunta 8	3	7	1	1
Pregunta 9	3	6	3	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9.** Tabulación de test de Likert.

Fuente: Elaboración propia.

En el test de salida también se midió el aprendizaje de los estudiantes a través de la siguiente consigna: “realice la estructura de Lewis de los átomos que componen la molécula, después de esto determine la geometría y distribución espacial de la molécula.” Donde se obtuvieron respuestas como:



**Figuras 10 y 11.** Test de salida.  
Tomadas por: Fabían Aroca

## Discusión

A partir de los resultados obtenidos y evidenciados en el apartado anterior, los estudiantes tienen algunos conceptos claros, como lo son materia, molécula y átomo, aunque hay que reconocer que en estos dos últimos también existe cierta confusión en cuanto a cuál de los dos es el más básico, qué es primero: átomo o molécula. También se evidenció que tienen una leve noción que las características físicas y químicas de una molécula pueden estar determinadas por los tipos de enlaces y átomos presentes en la molécula.

Asimismo, para los estudiantes la distribución espacial de una molécula está dada por sus componentes. Esto demuestra que reconocen un poco las formas de tres dimensiones que existen en la realidad en que vivimos, aunque siempre se les han planteado las moléculas en planos de dos dimensiones.

En cuanto al laboratorio, los estudiantes reconocieron el funcionamiento o utilidad de las partes del kit de modelos moleculares, donde los “palitos” de diferentes largos representaban los diferentes enlaces que existen, esto dando a entender que los estudiantes saben que existen diferentes tipos de enlace (doble, triple, sencillo).

De acuerdo con los resultados en el test de Likert se puede afirmar que la mayoría de los estudiantes acierta al momento de estar o no estar de acuerdo con los enunciados de las preguntas, esto demuestra que los conocimientos expuestos en la clase y más tarde reforzados en el laboratorio fueron de ayuda para la apropiación de los mismos.

## Conclusiones

- Al utilizar laboratorios en este caso didácticos se demostró que los estudiantes adquieren de mejor forma los conocimientos expuestos en clase y en el laboratorio.
- La aproximación tridimensional de los modelos moleculares ayuda a la comprensión de las propiedades físicas y químicas de los compuestos y moléculas, también refuerza la comprensión de conceptos clave para la química como lo son los tipos de enlace.
- De acuerdo con los resultados se puede afirmar que es necesario la reintroducción de laboratorios en las aulas de clase, ya que estos mejoran la comprensión, concentración y rendimiento de todos los estudiantes.

## Referencias

- Borras, J. (2007). *Módulo 12865- Enlace Químico y Estructura de la Materia*. [https://www.uv.es/~borrasj/EQEM\\_web\\_page/temas/tema\\_5/tema\\_5\\_enlace\\_covalente.pdf](https://www.uv.es/~borrasj/EQEM_web_page/temas/tema_5/tema_5_enlace_covalente.pdf)
- Chamizo, J. y García, A. (2010). *Modelos y Modelaje en la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Universidad Autónoma de México.
- García, J. (2018). *Los modelos y el modelaje científico para la enseñanza y el aprendizaje del concepto geometría molecular*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional UNAL <http://bdigital.unal.edu.co/65712/1/1053822691.2018.pdf>
- Izquierdo, M. (2004). Un Nuevo Enfoque De La Enseñanza De La Química: Contextualizar y Modelizar. *Anales de la Asociación Química Argentina*, 92. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-03752004000200013](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-03752004000200013)
- Raviolo, A., Ramírez. P. y López. E. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 581-612.

## Anexos

### Anexo 1

Laboratorio didáctico de geometría molecular

#### Formas de algunas moléculas inorgánicas

##### Objetivos

- Poner en práctica la información proporcionada en las clases teóricas.
- Complementar los conocimientos teóricos que el estudiante ha tenido acerca del tema.
- Proporcionar al estudiante un medio para que teóricamente relacione la hibridación de orbitales, los ángulos de enlace, los pares de electrones del átomo central y los pares de electrones de no enlace con la forma geométrica de la molécula.

##### Materiales

- Modelos moleculares
- Hojas suministradas por el profesor.

##### Procedimiento

Parte 1. Completar la siguiente tabla

Ejercicio	Fórmula molecular	Numero de enlaces	Pares de e <sup>-</sup> libres	Ángulos de enlace	Tipo de geometría molecular
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

8					
9					

**Parte 2.** Con los modelos moleculares realizar las siguientes moléculas, con sus respectivos ángulos de enlace, distancia de enlace y colores de los elementos presentes:

HCN

SO<sub>3</sub>

CO

CH<sub>3</sub>COOH

**Parte 3.** Escribir la fórmula global del ÁCIDO SULFÚRICO y con base de ella indicar:

¿Cuál es el átomo central?

¿Cuántos enlaces formó el átomo central?

¿Cuántos pares de e- no comparte el átomo central?

¿Qué geometría molecular corresponde al ácido sulfúrico?

## Anexo 2

Test de Ideas finales

¿Qué tanto aprendiste de Geometría Molecular?

1. Responde los siguientes enunciados como mejor te parezca, donde CDA es completamente de acuerdo, da significa de acuerdo, DS significa en desacuerdo y CDS completamente en desacuerdo.

Enunciado	CDA	DA	DS	CDS
<i>Los modelos sirven para emular fenómenos, espacios, objetos, etc. del mundo real.</i>				
<i>El concepto de estructura de Lewis es importante para comprender porque y como se forman los enlaces e las moléculas.</i>				
<i>Los modelos moleculares vistos en clase son fáciles de manejar.</i>				
<i>La distribución espacial de las moléculas determina propiedades físicas y químicas.</i>				

<i>Los electrones libres de las moléculas pueden alterar la distribución espacial pero no la geometría.</i>				
<i>Algunas moléculas comparten la misma geometría, pero tienen diferente distribución espacial.</i>				
<i>El largo de los enlaces con los cuales representamos los enlaces está determinado por el tipo de enlace (sencillo, doble, triple).</i>				
<i>Cada geometría tiene ángulos específicos entre sus enlaces y existen geometrías con las de dos ángulos.</i>				
<i>La molécula del agua tiene una geometría tetraédrica y una distribución angular, donde sus ángulos son de <math>109^\circ</math>.</i>				

2. realice la estructura de Lewis de los átomos que componen la molécula, después de esto determine la geometría y distribución espacial de la molécula.

