



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS

MAESTRÍA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS

UNA ALTERNATIVA PARA EL APRENDIZAJE DE LA
GEOMETRÍA MOLECULAR EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

TESIS

Que presenta para obtener el grado de:

MAESTRA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Con orientación en química

Presenta

E. MARGARITA VERGARA RUÍZ

Director

M.C. Leopoldo G. Castro Caballero

Asesores

M.C. Lidia Meléndez Balbuena

M.E.C. Luis Ángel Aguilar Carrasco

Puebla, Pue. México, Septiembre del 2014

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

A l Honorable Jurado

A mis queridos padres: Sra. María Ruiz Ruiz y Sr. Margarito Vergara Aguilar. Que en gloria estén.

A Carlos. Gracias por tu paciencia e inagotable apoyo y por compartir tu vida con la mía.

A Adriana y Edgar. Por sus palabras de aliento siempre llenas de cariño y por ser hijos ejemplares.

ÍNDICE

Resumen

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes Generales y Particulares.....	4
1.3. Justificación.....	7
1.4. Planteamiento del Problema y Pregunta de Investigación.	9
1.5. Objetivos.	12

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Epistemológico.	15
2.2. Marco Teórico Contextual.....	19
2.3. Marco Teórico Conceptual.....	22

CAPITULO 3. METODOLOGÍA.

3.1. Hipótesis de trabajo.....	31
3.2. Conceptualización de las variables.....	32
3.3. Tipo de estudio.....	34
3.4. Universo, muestra y sujetos.....	34
3.5. Material.....	36
3.6. Procedimiento.....	40
3.7. Escenario.	52

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diseño del instrumento de investigación.....	54
4.2. Resultados obtenidos.	55
4.3. Conclusiones.....	69
4.4. Referencias bibliográficas.	72

ANEXOS	75
---------------------	-----------

CAPITULO 1

GENERALIDADES

RESUMEN

El trabajo que aquí se presenta es el resultado de un estudio comparativo realizado para determinar qué metodología promueve más el desarrollo de las habilidades intelectuales y de estructuración espacial en los estudiantes de primer semestre del Bachillerato Particular Instituto Angelopolitano, A.C., de la ciudad de Puebla, durante el Ciclo Escolar 2007/2008.

La investigación consiste en comparar el efecto que tienen dos metodologías diferentes en dos grupos de primer semestre A y B de dicho Bachillerato, en la comprensión de la forma que tiene una molécula. En este estudio comparativo se investiga el grado de desarrollo de las habilidades intelectuales y de estructuración espacial que alcanzan los estudiantes con cada metodología. Para ellos es muy complejo entender cada uno de los conceptos que llevan a la comprensión de la forma que tiene una molécula, por lo que la intención de esta actividad es mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje del tema mencionado.

El primer semestre grupo A, es llamado grupo control y el grupo B, grupo experimental. En el grupo A se usaron representaciones bidimensionales, acompañadas únicamente de explicaciones verbales del tema con uso del pizarrón, marcador e ilustraciones sobre el mismo. En el grupo B se trabajó mediante la construcción, manipulación, desarrollo y utilización de modelos físicos tridimensionales usando esferas de unicel de colores, de acuerdo al código de colores de cada elemento convenido internacionalmente para representar a los átomos.

Los resultados de este estudio comparativo muestran que con el uso de las representaciones bidimensionales, acompañadas de una explicación verbal, los estudiantes son menos capaces de crear imágenes tridimensionales de lo que tienen dibujado en una hoja de papel o en el pizarrón; ya que no relacionan los dibujos de las moléculas en un plano con su estructura tridimensional. En cambio, la construcción, manipulación y utilización de modelos físicos tridimensionales son una herramienta que promueve las habilidades intelectuales y la percepción espacial de los estudiantes mejorando en la comprensión de la forma que tiene una molécula y captando más su interés por el tema, por lo que tienen mayores posibilidades de hacer representaciones moleculares.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La idea de este estudio comparativo surge como una búsqueda para solucionar una parte de la problemática educativa en química, relacionada con la comprensión de la geometría molecular detectada en las aulas durante la experiencia docente de quien lo presenta.

En el conocimiento de química es de suma importancia comprender algunos conceptos fundamentales relacionados con la estructura de la materia como: átomos, moléculas y enlace químico; lo que va incidir en la comprensión de la geometría de un compuesto. Sin embargo, cuando este tema se inicia en el primer curso de química del nivel medio superior, a los estudiantes se les hace muy complejo, por lo que como afirma García (2008) “es el momento de introducir la geometría molecular usando el método de Repulsión de Pares Electrónicos de la Capa de Valencia (VSEPR).

La época actual está claramente orientada a lo visual. Para poder captar la atención de los alumnos, la educación y formación en ciencias llevada a cabo en las aulas debe recurrir con frecuencia al uso de modelos, imágenes y prototipos que representen diversos aspectos técnicos. Un procedimiento muy usado en el aprendizaje de la química, es la construcción y utilización de modelos físicos tridimensionales, y en este caso son una oportunidad para que el alumno observe, comprenda y analice los conceptos estudiados en el aprendizaje de la geometría que tienen las moléculas.

Díaz Barriga y Hernández (2002) p. 30 afirman que: “es mediante la realización de aprendizajes significativos que el alumno construye significados que enriquecen su conocimiento del mundo físico y social, potenciando así su crecimiento personal”. Además, indican que “desde la postura constructivista, se rechaza la concepción del alumno como un mero receptor o reproductor de los saberes culturales; tampoco se acepta la idea de que el desarrollo es la simple acumulación de aprendizajes específicos. Los alumnos no son pasivos recipientes de información, sino activos constructores de su conocimiento, de tal forma que aprender ciencias significativamente implica que sean capaces de pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextualizados”. La enseñanza de la química ha sido objeto de estudio durante varias décadas y mediante las investigaciones educativas realizadas se ha encontrado que existen diversos factores que influyen en el aprendizaje del estudiante. Esto dio origen a distintas líneas de investigación, una de ellas está dirigida a la adquisición de conocimiento y al desarrollo de habilidades intelectuales y de estructuración espacial mediante la construcción y manipulación de modelos físicos tridimensionales.

En este trabajo se espera que los estudiantes de primer semestre de bachillerato construyan estructuras moleculares que los ayuden a comprender como representar la fórmula de un compuesto, las razones por las cuales cada compuesto tiene una geometría diferente, la importancia de los electrones de valencia y qué significan el o los números de oxidación de un átomo, entre otras cosas.

Con la construcción y uso de modelos físicos tridimensionales, se busca potenciar la comprensión y apropiación de todos los conceptos relacionados con

la geometría de una molécula, tomando como modelos para predecirla el de las estructuras de Lewis y el de la “Repulsión de los Pares Electrónicos de la Capa de Valencia” (RPECV).

Para los grupos de estudio comprender el reacomodo de los átomos y electrones en el espacio es un problema muy serio, ya que representa la realización de procesos de abstracción y estructuración espacial que les resultan complicados porque necesitan establecer conexiones entre sus conocimientos previos, los que en ocasiones tienen una naturaleza intuitiva o de sentido común, y los fenómenos y conceptos del tema estudiados en el aula. Además, se enfrentan a la necesidad de utilizar un lenguaje altamente simbólico y formal junto a modelos de representación tridimensional que les ayudará a la representación de lo no observable. Este tema se encuentra en los contenidos del programa de Química 1 del Plan de estudios 2006/ 20011 de primer semestre del Bachillerato General Estatal.

Las metodologías usadas ayudan a investigar cuál de ellas promueve en mayor porcentaje la participación activa de los estudiantes orientándolos hacia la observación, reflexión, el razonamiento y análisis sobre el reacomodo de los átomos y electrones en espacio, dando como consecuencia la formación de compuestos, sus propiedades y la manera de reaccionar con otros. La intención no es tanto instruir a los estudiantes en contenidos y actividades específicas de geometría molecular; sino desarrollar procesos mentales que les ayuden a mejorar su capacidad de análisis y estructuración espacial.

1.2. ANTECEDENTES GENERALES Y PARTICULARES

Entre los profesores de ciencias, específicamente en la Educación Media Superior, existe una sensación de frustración al comprobar el limitado éxito de sus esfuerzos como docentes de química; ya que los estudiantes cada vez aprenden menos y se interesan menos en aprender.

En el caso de la comprensión de la geometría de una molécula, Tudela (2003) afirma que “uno de los puntos más débiles de los alumnos es el relacionado con las habilidades de percepción espacial. Es decir, los alumnos memorizan estructuras y las dibujan en un plano sin ser capaces de visualizarlas en tres dimensiones. Las dificultades de visualización tridimensional de los estudiantes conducen a errores conceptuales sobre la geometría de las moléculas. Por tanto, el trabajo con modelos estructurales es de gran importancia.

Tudela (2003) también señala que “el modelo de Lewis con las correspondientes estructuras resonantes en su caso, nos indican el número de enlaces y de pares de electrones solitarios alrededor de un átomo central. La distribución de dichos enlaces y pares solitarios en el espacio conduce a la estructura molecular. El modelo más sencillo para predecir y racionalizar la geometría de las moléculas es el de la Repulsión de los Pares Electrónicos de la Capa de Valencia”. (VSEPR).

Tudela (2003) al observar la dificultad de los estudiantes de primer año de estudios universitarios para la visualización en tres dimensiones de la estructura de una molécula, realizó en el año 2001, una actividad cuyo objetivo es mejorar la visión espacial de los estudiantes y los conocimientos de estructura molecular, aplicando el modelo VSEPR. Este trabajo fue el resultado de un Proyecto de

Innovación Docente realizado en la Universidad Autónoma de Madrid, titulado “Visión Espacial y Comprensión de la Estructura Molecular en Alumnos de Química”. El trabajo que realizó consiste en que los jóvenes observaran la estructura de una molécula dibujada en una hoja de papel, seguido de la construcción y manipulación de sus modelos tridimensionales usando esferas de plastilina y palillos. La combinación de este procedimiento con la visualización de videos o modelos estructurales en la pantalla de una computadora, permite a los estudiantes relacionar las estructuras que dibujan en papel con las imágenes que ven en pantalla con los modelos físicos tridimensionales que tienen en sus manos, van adquiriendo las competencias básicas de percepción espacial imprescindibles en el estudio de la química. Tudela concluye que la realización de una práctica con el uso de plastilina y palillos para introducir el concepto de estructura molecular y el modelo VSEPR, mejora la visión espacial de los estudiantes y su comprensión acerca de la forma que tiene una molécula, incidiendo en sus resultados académicos.

Mc Clure (2011) del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Carnegie Mellon afirma que: “La estructura molecular es fundamental para la comprensión de la química”. “El aspecto tridimensional es especialmente importante en la bioquímica, donde el tamaño, la forma y la polaridad de las macromoléculas determinan su función”.

El uso de modelos físicos tridimensionales permite:

- Rotar una figura en tres dimensiones para ver cada una de sus partes.
- Activar y desactivar la rotación de ciertas partes para observar cada elemento de una molécula.

- Medir los ángulos dentro de la estructura, lo cual ayuda a visualizar la forma de la molécula.

Por otra parte, Gutiérrez (1991) del Departamento de Didáctica de la Matemática, de la Universidad de Valencia, España, menciona en su trabajo “Procesos y Habilidades en Visualización Espacial” , que el elemento básico central de todas las concepciones de percepción visual son las imágenes mentales, es decir, las representaciones mentales que las personas podemos hacer de objetos físicos, relaciones y conceptos, entre otros. La investigación se llevó a cabo con niños de 6º curso de Primaria (11-12 años de edad) fuera de las horas de clase: La experiencia se desarrolló durante 20 sesiones de aproximadamente una hora cada una, con 2 ó 3 sesiones por semana, durante los meses de abril, mayo y comienzo de junio de 1991.

Las actividades intentaban integrar los tres contextos en los que usualmente se estudia la geometría espacial en la actualidad. Cuerpos físicos, representaciones planas estáticas en papel y representaciones dinámicas en el ordenador.

García (2007) en su trabajo denominado “Cómo introducir la geometría molecular en 3º de la ESO”, afirma que: “Desde 3º de la Enseñanza Obligatoria Secundaria (ESO) es posible que los alumnos construyan estructuras moleculares que los ayuden a entender”. Indica además que: “El concepto de molécula es algo especial en química. Sin embargo, cuando se introduce en los primeros cursos de la ESO, de 12 a 16 años, se hace de una manera poco cuidadosa. En el mejor de los casos, las moléculas se reducen a un conjunto (plano) de letras y números, con poco significado. En 2º de Bachillerato (a los 18 años), pensamos que será el

momento de introducir la geometría molecular usando modelos como el de Repulsión de Pares Electrónicos de la Capa de Valencia (VSEPR).

1. 3. JUSTIFICACIÓN

Aunque existen otras estrategias didácticas para ayudar a los estudiantes a visualizar el reacomodo de los átomos en una molécula, se ha podido observar que éstos tienen poco interés por el tema, y además, poco desarrolladas las habilidades intelectuales y de estructuración espacial, necesarias para la comprensión de la forma que tiene una molécula. Es decir, ellos no son capaces de trasladar y procesar información compleja pensando en tres dimensiones, lo que genera serias deficiencias en la comprensión de los conceptos que sustentan los medios y las técnicas de representación tridimensional de las mismas. Por estas razones, surge la necesidad de prestar más atención en la forma de cómo estos jóvenes organizan e interpretan la información sobre este tema para darle sentido y significado.

Se pensó en usar dos metodologías diferentes para la comprensión de la forma que tiene una molécula y así tener datos suficientes para saber cuál de las dos es la alternativa que promueve un mayor desarrollo de sus habilidades intelectuales y de estructuración espacial, lo que incidirá en la comprensión del tema. Con estos resultados será posible determinar cuál es el mejor procedimiento para lograr un aprendizaje significativo. Desarrollar en los estudiantes habilidades intelectuales y de estructuración espacial, los ayudará a mejorar en la comprensión del tema citado. Gradualmente irán construyendo su propio conocimiento, convirtiéndose en protagonistas de su proceso de aprendizaje. La

población con la que se realizó esta investigación, está formada por estudiantes de primer semestre de bachillerato entre 15 y 16 años, que de acuerdo a Castorina. Pág.1993 “, (pág. 1-16) “los jóvenes a los 15 años ya están en la etapa de las operaciones formales, por lo que ya les es posible utilizar y potenciar a esta edad el pensamiento abstracto, es decir, ya tienen la capacidad de emplear esquemas complejos y abstractos que les permiten organizar su conocimiento”.

Con la aplicación de dos metodologías diferentes, se sabrá hasta donde el uso de modelos físicos tridimensionales ayuda al desarrollo de habilidades de estructuración espacial, útiles para la comprensión y uso de la información, lo que además genera un ambiente de nuevas relaciones, mediante la reestructuración de ideas que tienen que ver con temas abstractos como el propuesto. En este caso se considera que el uso de modelos físicos tridimensionales es una herramienta de la enseñanza y aprendizaje que ayuda a explorar, reflexionar, describir, relacionar y analizar las características de un tipo en particular de molécula; generando un ambiente de construcción e integración de nuevas ideas cercanas a lo que se quiere modelar.

Para progresar en el estudio de la química, García (2007) afirma que: “El reto consiste en plantear actividades que además de ser realizables por los propios alumnos, tengan suficiente atractivo, permitan afianzar los conceptos básicos implicados.

Probablemente el uso de alguna de estas dos metodologías despierte en los estudiantes el agrado hacia la química; lo que hará posible una extensa base de vocaciones científicas tempranas que favorecerá gradualmente la participación de los jóvenes en proyectos de ciencia y tecnología.

Es de suma importancia que los jóvenes de bachillerato comprendan que la distribución tridimensional de los átomos en una molécula determina las propiedades físicas y químicas del compuesto como por ejemplo su punto de fusión, punto de ebullición, densidad y su manera de reaccionar con otros. Además, permite identificar una molécula como polar o no polar y los ángulos de enlace. También determina la hibridación de los orbitales presentes en la formación de enlaces.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los problemas detectados en el aula es que a la mayoría de los estudiantes del primer semestre del nivel medio superior que cursan la asignatura de química inorgánica presentan serias deficiencias en sus habilidades intelectuales y de estructuración espacial relacionadas con el tema de geometría molecular. Esto no les permite procesar e imaginar en el espacio una figura dibujada en un plano; lo que significa que no han desarrollado a lo largo de su vida, las habilidades intelectuales y de estructuración espacial suficientes que les permitan, trasladar e imaginar la imagen de una figura tridimensional mostrada en un plano, a otra estructura tridimensional. Por ejemplo, en este caso se hablaría del comportamiento de los pares de electrones y de los átomos alrededor de un átomo central, de tal forma que se minimicen las repulsiones entre ellos.

Estas dificultades de visualización tridimensional de los estudiantes les conducen a errores conceptuales acerca de la forma y estructura de las moléculas. Tudela (2003), pág.227 señala que: “al preguntarles sobre si la primera imagen que aparece en su mente al mencionarles una molécula determinada es la visión de su

estructura o el texto que la describe, muchos estudiantes reconocen que es el texto que previamente han memorizado. Esta memorización carente de comprensión, conduce a diversas incongruencias como que dibujen una molécula lineal acompañada de un texto que indica que es angular, o incluso que digan que es angular con un ángulo de 180° .

Se considera que lo anterior sucede porque a lo largo de su vida los jóvenes no han puesto atención en cómo es la materia, por lo que para ellos es más fácil pensar que es plana; y además nunca han sentido la necesidad de saber qué forma tienen las moléculas. Otra razón puede ser que en sus cursos de ciencias han recibido una enseñanza meramente tradicional y no han tenido la oportunidad de desarrollar el pensamiento crítico y creativo.

Se piensa que desarrollando habilidades científicas suficientes hacia el aprendizaje de estos contenidos, los estudiantes podrán mejorar en la concepción tridimensional de la materia; ya que para la mayoría de los alumnos es muy difícil conceptualizar sin el apoyo de imágenes junto a modelos físicos tridimensionales, es decir, necesitan activar el pensamiento abstracto para tener una mejor comprensión de los temas de química.

Otro de los problemas detectado en las aulas, durante la experiencia docente de quien pone a consideración del lector este estudio comparativo, es la falta de interés por la asignatura de química de la mayoría de los estudiantes del nivel medio superior. Pareciera que la enseñanza de esta asignatura se haya en crisis; ellos tienen la creencia general de que la química es más difícil que cualquier otra ciencia.

Pozo y Gómez (1998), pág. 151 señalan “¿Por qué es difícil aprender química?. Afirman que: “en general tiene que ver con la interacción entre las características específicas de la disciplina y la forma en que los alumnos aprenden. Con la química en la educación secundaria se intenta que estos comprendan y analicen las propiedades y transformaciones de la materia; enfrentándose a varias leyes, conceptos y teorías, necesitando establecer conexiones entre ellos y los fenómenos estudiados, y, por si fuera poco a la necesidad de utilizar un lenguaje altamente simbólico y formalizado”. Además, mencionan que “En el bachillerato se llega más lejos, el alumno, que se supone que domina y maneja todo lo aprendido en la Escuela Secundaria Obligatoria (ESO), a partir de conceptos como átomo, molécula y modelos, ya de por sí fuertemente abstractos, debe abstraer nuevos conceptos, que son necesarios para comprender las distintas teoría que se introducen. Podemos decir que si la química en la ESO presenta un gran nivel de abstracción, estudiar química en el bachillerato representa la abstracción sobre la abstracción.”

Un factor determinante en el aprendizaje de las ciencias es la actitud del profesor quien es el responsable de la ejecución de los programas educativos. Si éste conoce las dificultades de aprendizaje que tienen sus alumnos, el origen de las mismas y además cómo aprenden, es posible mejorar ese aprendizaje.

Pregunta de Investigación

¿En qué medida se desarrollan habilidades intelectuales y de estructuración espacial en el aprendizaje de la geometría molecular, utilizando una metodología basada en representaciones bidimensionales con uso de pizarrón, marcador y explicación verbal y otra usando modelos físicos tridimensionales en los estudiantes de primer semestre de bachillerato, en la asignatura de química inorgánica 1, del Instituto Angelopolitano, A.C. ciclo escolar 2007/ 2008 ?.

1.5. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar una alternativa metodológica que promueva un mayor aprendizaje de la geometría molecular en los estudiantes de primer semestre del Nivel Medio Superior.

Objetivos Particulares:

- Diseñar una prueba escrita, o pre test que nos permita conocer qué tanto saben los estudiantes sobre la geometría de una molécula.
- Aplicar al grupo control y experimental la prueba pre test
- Conocer mediante la prueba pre test lo que saben los alumnos del grupo control y experimental acerca de la geometría molecular.
- Evaluar los conocimientos previos de los estudiantes del grupo control y experimental.
- Aplicar la metodología correspondiente al grupo control para el aprendizaje de la geometría molecular.

- Aplicar la metodología indicada al grupo experimental para el aprendizaje de la geometría molecular.
- Aplicar al grupo control y experimental una prueba pos test para saber cuál es la mejor alternativa para el aprendizaje de la geometría molecular.
- Analizar los datos obtenidos del pos test en el grupo control y experimental
- Evaluar el grado de desarrollo de las habilidades intelectuales y de estructuración espacial promovidas mediante la aplicación de la metodología aplicada tanto en el grupo control como en el experimental.
- Reportar los resultados obtenidos en el grupo control y experimental.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Epistemológico.

Constructivismo. Carretero (2009), pág. 32 afirma que: “el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano, realizada fundamentalmente con los esquemas que ya pose, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea”.

Coll (1990), afirma que “la postura constructivista en la educación se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas, tales como: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana, así como algunas teorías instruccionales, entre otras”.

Postulados centrales de los enfoque constructivistas

La tabla 1 presenta los postulados centrales de los enfoques constructivistas de acuerdo a Díaz Barriga y Hernández (2002.) p. 31.

Tabla. 1 Postulados centrales de los enfoques constructivistas

Enfoque	Concepciones y principios con implicaciones educativas	Metáfora educativa
<p>Psicogenético (Jean Piaget (1896-1980))</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en la auto- estructuración • Competencia cognitiva determinada por el nivel de desarrollo intelectual. • Modelo de equilibración, generación de conflictos cognitivos y reestructuración conceptual. • Aprendizaje operatorio: solo aprenden los sujetos en transición mediante abstracción reflexiva. • Cualquier aprendizaje depende del nivel cognitivo inicial del sujeto. • Énfasis en el currículo de investigación por ciclos de enseñanza en el aprendizaje por descubrimiento. 	<p>Alumno: Constructor de esquemas y estructuras operatorias.</p> <p>Profesor: Facilitador del aprendizaje y desarrollo.</p> <p>Enseñanza: Indirecta, por descubrimiento</p> <p>Aprendizaje: Determinado por el desarrollo.</p>
<p>Cognitivo David P.Ausubel (1918- 2008)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teoría ausubeliana del aprendizaje verbal significativo. • Modelos de procesamiento de la información y aprendizaje estratégico. • Representación del conocimiento: esquemas cognitivos o teorías implícitas y modelos mentales episódicos. • Enfoque expertos-novatos. • Teorías de la atribución y de la motivación por aprender. • Énfasis en el desarrollo de habilidades 	<p>Alumno: Procesador activo de la información.</p> <p>Profesor: Organizador de la información tendiendo puentes cognitivos, promotor de habilidades del pensamiento y aprendizaje.</p> <p>Enseñanza: Inducción de conocimiento esquemático significativo y de</p>

	del pensamiento, aprendizaje significativo y solución de problemas.	estrategias o habilidades cognitivas: el cómo del aprendizaje. Aprendizaje: Determinado por conocimientos y experiencias previas.
Sociocultural Lev Vigotsky (1896-1934)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje situado o en un contexto dentro de comunidades de práctica. • Aprendizaje de mediadores instrumentales de origen social. • Creación de ZDP(zonas de desarrollo próximo) • Origen social de los procesos psicológicos superiores. • Andamiaje y ajuste de la ayuda pedagógica. • Énfasis en el aprendizaje guiado y cooperativo; enseñanza recíproca. • Evaluación dinámica y en contexto. 	Alumno: Efectúa apropiación o reconstrucción de saberes culturales. Profesor: Labor de mediación por ajuste de la ayuda pedagógica. Enseñanza: Transmisión de funciones psicológicas y saberes culturales mediante interacción en ZDP. Aprendizaje: Interiorización y apropiación de representaciones y procesos.

Díaz-Barriga y Hernández (2004).p.31.

La tabla 2 muestra los principios educativos asociados a una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza

Tabla 2. Principios educativos asociados con una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza.

- El aprendizaje implica un proceso constructivo interno, autoestructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.
- El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.
- El aprendizaje es un proceso de reconstrucción de saberes culturales.
- El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento.
- El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previos que tiene el aprendiz.
- El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas.
- El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.
- El aprendizaje tiene un importante componente afectivo, por lo que juegan un papel crucial los siguientes factores: el autoconocimiento el establecimiento de motivos y metas personales, la disposición por aprender, las atribuciones sobre el éxito y el fracaso, las expectativas y representaciones mutuas.
- El aprendizaje requiere contextualización: los aprendices deben trabajar con tareas auténticas y significativas culturalmente. Y necesitan aprender a resolver problemas con sentido.
- El aprendizaje se facilita con apoyos que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar y con materiales de aprendizaje potencialmente significativos.

Tabla 2. Díaz-Barriga y Hernández (2004). p.36

2.2. Marco Teórico Contextual

La materia de química 1 es la primera de las dos asignaturas que se dan durante el nivel medio superior; ésta se estudia durante el primer semestre y tiene como objetivos: Promover al educando de una cultura general que le permita interactuar en su entorno de manera activa, propositiva y crítica. Prepararlo para su ingreso y permanencia en la educación superior, a partir de sus inquietudes y aspiraciones profesionales. También promueve contacto con algún campo productivo real que le permita incorporarse al ámbito laboral.

La asignatura está organizada en ocho bloques de conocimiento, con el objeto de facilitar la formulación y/o resolución de situaciones o problemas de manera integral garantizando el desarrollo gradual y sucesivo de distintos conocimientos, habilidades, valores y actitudes en el estudiante. Los bloques son:

Bloque I: Reconoce a la química para la vida.

Bloque II: Comprende la interrelación de la materia con la energía.

Bloque III: Explica el modelo atómico actual y sus aplicaciones.

Bloque IV: Interpreta la tabla periódica.

Bloque V: Interpreta enlaces químicos e interacciones intermoleculares.

Bloque VI: Maneja la nomenclatura química inorgánica.

Bloque VII: Representa y opera reacciones químicas.

Bloque VIII: Comprende los procesos asociados con el calor y la velocidad de las reacciones.

Como puede observarse en el primer semestre se dejan todas las bases para química II y otras asignaturas relacionadas con química.

El estudio comparativo se realizó con jóvenes de primer semestre del nivel medio superior, tienen entre 15 y 16 años de edad; son recién egresados del nivel de secundaria y casi todos traen una concepción “plana” de la materia, esto les causa grandes dificultades para imaginar a una molécula en el espacio, interpretar sus características y llegar a la forma que ésta tiene.

La asignatura de química es fundamental en el programa de primer año del nivel medio superior, ya que ésta se relaciona con cursos posteriores como Física I y II, Biología I, II y III, Ecología. Fisicoquímica, Geometría y trigonometría y a la par como Taller de Lectura y Redacción, Orientación Educativa, Ética y Valores, entre otros.

Las metodologías que se trabajan en esta propuesta, buscan a través del tema, promover uno de los objetivos de la educación, que es “la formación del hombre”, esto lo afirma el documento de la Reforma Curricular del Bachillerato General Estatal (2006) pág. 5. Además, de acuerdo con las transformaciones que se buscan en dicha Reforma el docente juega un papel fundamental, ya que éste deja de ser un expositor o conferencista para convertirse en un guía u orientador. Lo que implica otra forma de dirigir y organizar el proceso de aprendizaje en el aula, dando cabida al protagonismo de los estudiantes, cuya actividad individual y colectiva, asegura una mayor interacción entre ellos y el docente. Esto lleva a la formación del joven bachiller, educándolo para ser activo, transformador, participativo, creativo, crítico y dotado de riqueza espiritual y humana. (Plan de Estudios del Bachillerato General Estatal, (2006) pág.25. Se busca que en la clase tomen vida todos los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje. La relación entre objetivo- contenido y método es de suma importancia ya que el

éxito del aprendizaje depende en buena medida de la capacidad creadora del educador. El documento de la Reforma Curricular 2006, pág. 25, del Bachillerato Estatal señala que “El éxito de una clase depende, en buena medida, de las capacidades creadoras del educador”.

En cada una de las metodologías aplicadas, se buscó en todo momento conducir a los estudiantes hacia la auto apropiación del conocimiento, buscando que ellos desarrollaran de manera consciente cada una de las actividades y así de esta forma poder investigar, cuál de estas metodologías promueve en mayor porcentaje las habilidades intelectuales y de estructuración espacial en el tema ya descrito. La educación desempeña un papel fundamental en el desarrollo de todo ser humano. Educar no significa solo una transmisión de contenidos o conceptos, sino, que es un proceso mediante el cual los seres humanos se van autoconstruyendo en comunicación con otros seres humanos. En esta autoconstrucción se desarrollan facultades físicas intelectuales y morales ordenadas con un fin social: conocimientos, habilidades, valores, trabajo en equipo, cuidado de su persona, cuidado del ambiente, etc. Este saber universal no se adquiere por simple acumulación, sino que se requiere de la intencionalidad en el aprender a aprender, el que descansa en los pilares que constituyen las bases de la educación para la vida, éstas son de acuerdo a lo que señala Jaques (1994), pág. 91-100, “aprender a conocer”, “aprender a hacer”, “aprender a convivir” y “aprender a ser”. Este aprendizaje depende en gran medida de una correcta dirección; y para ello es importante el método a usar. Se promueve en el presente trabajo, que corresponde a un horizonte de búsqueda de química I, una forma de aprendizaje en donde los estudiantes interactúan mediante el trabajo en

equipo y además, manipulan manualmente esferas de unicel y palillos que les despiertan la curiosidad y el entusiasmo al ir formando su modelo tridimensional; y al mismo tiempo mediante el reconocimiento y función de cada uno de sus elementos, van concibiendo la forma que tiene la estructura de una molécula. Evitando así caer en métodos rutinarios y en el aprendizaje memorístico y tedio por parte de los estudiantes.

2.3. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Modelos.

Chamizo (2010) afirma que: “La palabra modelo es polisémica. Se ha empleado y se emplea aun con sentidos diversos. Por un lado es ejemplar, es decir, indica aquellas cosas, actitudes o personas que se propone imitar”.

Los modelos (**m**) son *representaciones*, basadas generalmente en *analogías* que se construyen *contextualizando* cierta porción del mundo (**M**), con un *objetivo específico*. Chamizo (2010).

Hay que precisar más aún sobre tres aspectos de los modelos que permiten identificarlos claramente:

(1) De acuerdo con la analogía los modelos (**m**) pueden ser mentales, materiales o matemáticos.

Los modelos mentales para Greca y Moreira (citados en Chamizo 2010), afirman que “son representaciones construidas por nosotros para dar cuenta de una situación (dilucidar, explicar, predecir). Son los precursores de las ideas previas o concepciones alternativas”. Los modelos materiales, que también pueden ser identificados como prototipos, son a los que tenemos acceso empírico

y han sido contruidos para comunicarse con otros individuos. Los modelos materiales son los modelos mentales expresados a través de un lenguaje específico como el de la química. Gilbert Boulter y Elmer (2000), un mapa, maquetas y los llamados modelos moleculares como el ADN. También lo son los modelos experimentales como las ratas que se utilizan en las investigaciones biomédicas.

Los modelos matemáticos Malvern (2000) son, generalmente, aquellas ecuaciones construidas para describir precisamente la porción del mundo que se está modelando. Por ejemplo la ecuación de los gases ideales $PV = nRT$. Un modelo matemático también puede formularse mediante signos, diagramas o gráficas. Los modelos matemáticos no solamente pueden formularse lingüísticamente, sino también mediante signos, diagramas, gráficas u objetos tridimensionales.

Las simulaciones y las animaciones como señalan Talanquer e Irazoque (1990) son modelos materiales que cambian con el tiempo y se podrían considerar como un tipo mixto de los modelos anteriormente caracterizados, una vez que se construyen con una formulación matemática, generalmente resuelta y visualizada en una computadora). Estos modelos materiales matemáticos (es decir, doblemente expresados) Constituyen la conocida "realidad virtual" presente en los videojuegos de computadora. De acuerdo a su contexto pueden ser a su vez didácticos o científicos.

Dependiendo de la comunidad que los justifique y el uso que se les dé. Aquí es muy importante el momento histórico en el que los modelos son contruidos. Puede decirse en general, que los modelos más sencillos son los más antiguos.

Para Chamizo (2010), el conocimiento científico es un conocimiento público sujeto a comprobación por otros científicos. La posibilidad de repetir una y otra vez los experimentos y las observaciones en diferentes condiciones de tiempo y espacio, y validarlos comúnmente es lo que hace que el conocimiento científico sea objetivo y confiable. La principal forma de comunicarlo es a través de artículos en revistas especializadas de las cuales se publican miles de ellas cada mes en todo el mundo. Hoy sabemos que los científicos construyen sobre una determinada porción del mundo y son dichos modelos, sus ventajas y desventajas lo que reportan a sus colegas. Una de las actividades principales de los científicos es evaluar cuál de entre dos o más modelos rivales, encaja con la evidencia disponible y cual representa la explicación más convincente para un determinado fenómeno, en el mundo.

Los modelos didácticos. Para hablar de estos modelos es necesario hacer referencia a la ciencia escolar que es la que corresponde a los conocimientos construidos y elaborados en el entorno escolar (Izquierdo *et al*, 1999; Izquierdo y Aduriz, 2003) No es la ciencia tal cual de los científicos, sino una reconstrucción de ésta, al mismo tiempo que tampoco es un reflejo de los saberes cotidianos de los alumnos. Aquí la idea principal es la de transposición didáctica que indica los procesos por medio de los cuales el conocimiento científico se transforma en un conocimiento posible de ser aprendido por los alumnos, independientemente de su edad y de sus condiciones socioculturales. Por ejemplo los dibujos e ilustraciones de un libro de texto, los dibujos hechos tanto por los alumnos como por los docentes, etc.

Bajo el enfoque anterior se tiene que la representación de una molécula usando esferas de unicel y palillos que corresponde a representaciones de un modelo mental, material, didáctico que corresponde a una porción del mundo que se va a modelar.

(2) La porción del mundo (**M**) que se va a modelar puede ser una idea, un objeto, un fenómeno o un sistema integrantes del mismo.

Características generales de los modelos.

Bungue (en Guevara y Valdez 2004), pág.243, establece que “un modelo es una construcción imaginaria (y por ende arbitraria) de un (unos) objeto (s) o proceso (s) que reemplaza a un aspecto de la realidad a fin de poder efectuar un estudio teórico por medio de las teorías y leyes usuales.

Harrison et al (en Guevara y Valdez 2000), pág. 243, afirman que un modelo “es una representación simplificada de la cual se espera que ayude a entender mejor lo modelado y puede ser un aparato, un prototipo un plan, un diagrama, un dibujo una ecuación o un programa de computadora: proveen los medios para explorar, describir y explicar diversas ideas científicas y matemáticas, además de contribuir a que la ciencia sea más relevante e interesante. Su valor radica en la sugerencia de cómo funcionan o podrían funcionar las cosas.

El modelo debe facilitar la visualización y /o comprensión conceptual del objeto modelado y además permitir un tratamiento cuantitativo, el cual conlleve una adecuada interpretación y, en el peor de los casos, constituya una primera aproximación al comportamiento del objeto que el modelo representa.

Analogía. Significa comparación o relación entre varias razones o conceptos; comparar o relacionar dos o más objetos o experiencias, apreciando y señalando

características generales y particulares, generando razonamientos y conductas basándose en la existencia de las semejanzas entre unos y otros.
<http://www.salonhogar.net/salones/espanol/4-6/analogia.htm>

Geometría molecular. La geometría molecular Chang (2002) pág. 368, es la disposición tridimensional de los átomos que conforman una molécula.

La mejor geometría molecular, es aquella que hace mínima la repulsión de los pares de electrones.

En una molécula con enlaces covalentes hay pares de electrones que participan en los enlaces, llamados **electrones enlazantes**, y pares de electrones desapareados, que no intervienen en los enlaces o **electrones solitarios** La interacción eléctrica que se da entre estos pares de electrones, determina la disposición de los átomos en la molécula.

La geometría de una molécula afecta sus propiedades físicas y químicas como: punto de ebullición, densidad, color, solubilidad, polaridad, actividad biológica y tipo de reacciones en que pueden participar.

Modelo VSEPR

En 1957 el químico canadiense Ron Gillespie basándose en trabajos previos de Nyholm desarrolló una herramienta muy simple y sólida para predecir la geometría (forma) de las moléculas. Esta teoría recibe el nombre de Teoría de Repulsión de los Pares de Electrones de Valencia (VSEPR) y se basa en el simple argumento de que los grupos de electrones se repelerán unos con otros y la forma que adopta la molécula será aquella en la que la repulsión entre los grupos de electrones sea mínima.

Para el modelo VSEPR en los grupos de electrones puede haber un simple enlace, un doble enlace, un triple enlace, un par de electrones solitarios.

Para predecir la geometría de una molécula necesitamos conocer cuántos grupos de electrones están asociados al átomo central para lo cual debemos escribir la fórmula de Lewis de la molécula. Luego analizamos cómo los grupos de electrones se distribuirán espacialmente de modo que la repulsión entre ellos sea mínima. Recuperado el 14 de agosto del 2014 de:

http://dec.fq.edu.uy/catedra_inorganica/general1/geometria/tabla.html.

Uno de los métodos para predecir la geometría molecular aproximada, está basada en la repulsión electrónica de la capa de valencia, es decir, los pares de electrones de valencia alrededor de un átomo central se separan a la mayor distancia posible para minimizar las fuerzas de repulsión. Estas repulsiones determinan el arreglo de los orbitales, y estos, a su vez, determinan la geometría molecular, que puede ser **lineal**, **trigonal**, **tetraédrica**, **angular**, **bipirámide trigonal**. Recuperado el 20 de diciembre del 2013 de: <http://iiquimica.blogspot.mx/2006/04/geometra-molecular.html>.

A partir de estas estructuras básicas es posible obtener una gama de geometrías moleculares por ejemplo.

Pares totales	Pares enlazantes	Pares solitarios	Geometría molecular
4	4	0	Tetraédrica
4	3	1	Pirámide trigonal
4	2	2	Angular
4	1	3	Lineal

La última versión del modelo VSEPR permite, a partir de unos pocos postulados y reglas, predecir y explicar cualitativamente la forma geométrica de muchas moléculas, y con ciertos refinamientos adicionales, los valores de las longitudes y ángulos de enlace.

El modelo VSEPR parte del Principio de Exclusión de Pauli. La consecuencia física de este principio es que: Los electrones con igual número de spin tienen, como máxima probabilidad, que encontrarse tan lejos como sea posible uno de otro. Gillespie, R., Spencer J. y Moog R. (1996) Demystifying Introductory Chemical, Part 2: Bonding and Molecular Geometry Without Orbitals – The Electron Domain Model, Journal of Chemical Education, V. 73, N. 7

Los postulados de esta teoría plantean que: Los pares de electrones de la capa de valencia adoptan una disposición que hace máxima la distancia que los separa.

Si se supone que todos los dominios electrónicos tienen el mismo tamaño, la disposición espacial que hace máxima la distancia entre ellos se corresponde con las direcciones desde el centro hasta los vértices de ciertos poliedros denominados poliedros básicos, que dependen del número de pares de electrones

de valencia. Los dominios de los pares de electrones que enlazan a los átomos más electronegativos ocupan menor volumen. Los electrones de los pares no enlazantes ocupan más espacio que los de los pares enlazantes.

Reglas generales para aplicar el modelo VSEPR

Chang (2002) señala que: Los dobles y triples enlaces se consideran como sencillos. Si existen varias estructuras resonantes el modelo se aplica a una de ellas. El sistema tiende a adoptar la mayor simetría posible.

Habilidades intelectuales. Conjunto de capacidades que optimizan el aprendizaje de nuevos conocimientos. Recuperado el 13 de julio del 2014 de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Habilidades-Intelectuales/140653.html>

Para Maltó (2010) en el aprendizaje de las ciencias se hace uso de un conjunto de habilidades intelectuales. Éstas son: observar, comparar, relacionar, clasificar, identificar, interpreta, explicar, clasificar, describir, conceptualizar, inferir, definir, valorar, caracterizar, formular, enunciar, argumentar, ejemplificar, abstraer, concretar, inducir, deducir, analizar, sintetizar.

El desarrollo de una habilidad implica la participación activa del sujeto.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis de trabajo

Con el fin de alcanzar el objetivo propuesto se parte de las siguientes hipótesis. Considérese a H_1 y H_2 como las hipótesis de trabajo. H_{01} y H_{02} son las hipótesis nulas.

- H_1 : El uso de una metodología basada en explicaciones verbales del tema con uso del pizarrón y marcador para ilustrar el tema promueve el desarrollo de las habilidades intelectuales y de estructuración espacial en la comprensión de la geometría molecular.
- H_2 : La utilización de una metodología basada en el manejo de modelos físicos tridimensionales promueve el desarrollo de las habilidades intelectuales y de estructuración espacial en la comprensión de la geometría molecular.
- H_{01} : El uso de una metodología tradicional basada en explicaciones verbales del tema con uso del pizarrón y marcador para ilustrar la explicación del tema no promueve un mayor desarrollo de las habilidades intelectuales y de estructuración espacial en la comprensión de la geometría molecular.
- H_{02} : El uso de una metodología basada en el manejo de modelos físicos tridimensionales, no promueve un mayor desarrollo de habilidades intelectuales y de estructuración espacial en la comprensión de la geometría molecular.

3.2. Conceptualización de las variables y definición operativa

Definición conceptual de la variable independiente

- La metodología basada en representaciones bidimensionales con explicación verbal del docente y uso de pizarrón y marcador concibe a los estudiantes como receptores, memorizando los contenidos sin llegar a una adecuada comprensión de los mismos, existiendo en ellos poco desarrollo de habilidades intelectuales de estructuración espacial.
- La metodología basada en la construcción, manipulación y uso de modelos físicos tridimensionales considera el aprendizaje como un acto creativo por parte de los estudiantes, es decir, ellos van construyendo su conocimiento hasta lograr una auto apropiación del mismo y por lo tanto un aprendizaje significativo. Esto es posible debido a que los estudiantes pueden observar las representaciones físicas de los conceptos que requieren para una buena comprensión de la forma que tiene una molécula.

Definición conceptual de variable dependiente

Las habilidades intelectuales y de estructuración espacial en el modelo de “Repulsión de pares electrónicos en la capa de valencia” (VSEPR), son aquellas que permiten a los estudiantes: observar, identificar, interpretar, describir, diferenciar, comparar, relacionar, determinar, manipular, modelar, analizar comunicar y plantear hipótesis sobre la forma que tiene una molécula.

Definición operativa de la variable independiente

- La metodología con enfoque constructivista, está basada en la construcción, manipulación, desarrollo y uso de modelos físicos tridimensionales, utilizando esferas de unicel y palillos para representar a las moléculas, y finalmente determinar la forma que éstas tienen; tomando como modelo para predecirla el de las estructuras de Lewis y el concepto de la “Repulsión de los Pares Electrónicos de la capa de Valencia” (VSEPR). En esta metodología hay muchos espacios de reflexión, ya que el estudiante tiene oportunidad de observar, preguntar, juzgar y valorar cada paso realizado; siendo una oportunidad para desarrollar habilidades intelectuales y de estructuración espacial.
- Una metodología tradicional se manifiesta por el papel de emisor que el docente desempeña; dejando al estudiante el papel de receptor pasivo de la información. Convirtiéndose sólo en una exposición verbal por parte del informante, con ilustraciones en el pizarrón mediante un marcador.

Definición operativa de la variable dependiente

Como resultado de la construcción y manipulación de modelos físicos tridimensionales, con esferas de unicel y palillos los estudiantes deben ser capaces de pensar en tres dimensiones para poder imaginar, visualizar y rotar los átomos en el espacio alrededor de un átomo central, determinar, el número de pares de electrones enlazantes y no enlazantes y el ángulo formado entre los átomos.

3.3. Tipo de estudio

Este estudio comparativo realizado es una investigación explicativa con diseño cuasiexperimental. Es explicativa, porque se va a relacionar una causa (metodología) con su efecto (desarrollo de habilidades intelectuales y de estructuración espacial). Es cuasiexperimental porque la formación de los grupos, uno control y otro experimental fue realizada al azar. Son grupos intactos, es decir no fueron manipulados, fueron formados de manera independiente o fuera del experimento. Esto es, su formación no estuvo directamente relacionada con los objetivos perseguidos en este estudio.

El primero "B" es el grupo experimental con 33 estudiantes y es el que se expone a la variable independiente (metodología); y el primero "A" es el grupo control con 31 estudiantes, el cual no es sometido al tratamiento experimental.

3.4. Universo, muestra y sujetos

Universo

El universo de estudio está representado por dos grupos de estudiantes de primer semestre del nivel medio superior del Instituto Angelopolitano. A.C. Uno llamado control (1ro. A) con 31 estudiantes y otro experimental (1ro. B) con 33 estudiantes.

Muestra

La muestra está conformada únicamente por estudiantes de primer semestre del nivel medio superior, los cuales fueron ubicados desde el inicio del ciclo escolar en dos grupos llamados A y B, y de manera aleatoria. Por lo tanto fueron grupos predeterminados. El estudio comparativo consta de dos grupos, uno

control el cual fue sometido a una enseñanza tradicional, en donde los jóvenes hicieron el papel de receptores y otro experimental, en donde mediante la construcción uso y manipulación de modelos físicos tridimensionales con esferas de unicel de colores y palillos se promovió el conocimiento mediante un aprendizaje centrado en el estudiante, lo que les permitió comprender como es que se determina la forma de una molécula.

Sujetos

El estudio comparativo fue realizado con dos grupos de estudiantes de primer semestre del bachillerato matutino denominado "Instituto Angelopolitano, A.C.;" ubicado en la 5 Sur 1103, Colonia Centro, en la ciudad de Puebla, Pue. En este estudio, intervinieron un grupo denominado grupo A, formado por 31 alumnos, 20 mujeres y 11 hombres, al cual se le llamó grupo control; otro grupo, denominado grupo experimental, grupo B, estuvo conformado por 33 alumnos, 21 mujeres y 12 hombres. La distribución de los sujetos en cada uno de los grupos fue al azar. Son estudiantes con características físicas normales, cuya edad varía entre los 15 y 16 años. Su estado socioeconómico es clase media; para ambos grupos éste era su primer curso de química en el bachillerato y asistían a cinco sesiones teóricas semanales de cincuenta minutos y 1.5 h para realizar una actividad experimental quincenalmente. En el momento de iniciar el aprendizaje del tema de geometría molecular, habían desarrollado idéntica secuencia de los siguientes contenidos: materia, energía, fenómenos físicos y químicos estados de agregación y cambios de estado; sistemas materiales; mezcla heterogénea y homogénea, métodos de separación de mezclas; modelos atómicos, estructura atómica: configuración

electrónica; estructuras de Lewis, iones; tabla periódica; propiedades periódicas: radio atómico e iónico, potencial de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad, enlaces químicos: iónico y covalente, y finalmente llegar a la comprensión de la geometría molecular y fuerzas intermoleculares.

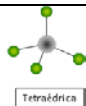
3.5. Material

El material usado en este estudio comparativo fue el siguiente:

En el grupo control se usó libreta, bolígrafo, lápiz, pizarrón, marcadores para pizarrón, copias acerca de los conceptos necesarios para la comprensión de la teoría de la “Repulsión de los Pares Electrónicos de la Capa de Valencia” (VSEPR), la explicación fue verbal por parte de la titular de la asignatura sobre como determinar la geometría de una molécula.

En el grupo experimental se usó libreta, bolígrafo, lápiz, cartulina, pegamento, regla, transportador, pizarrón, esferas de unicel pintadas de acuerdo al código de colores característico de cada átomo, palillos y las mismas copias que el grupo control sobre los conceptos necesarios para la comprensión de la teoría de la Repulsión de los Pares Electrónicos de la Capa de Valencia (VSEPR). Posteriormente se fue explicando mientras los alumnos iban construyendo cada modelo físico tridimensional de algunas moléculas, midiendo los ángulos respectivos hasta predecir y explicar su geometría.

En la siguiente página se muestran las las notas que se dieron a los grupos control y el experimental.



INSTITUTO ANGELOPOLITANO, A.C
NOTAS GEOMETRÍA MOLECULAR. MODELO VSEPR

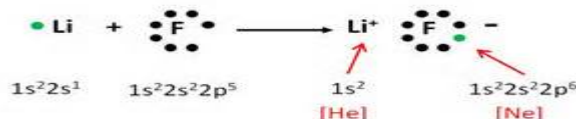
Enlace químico. Es la unión entre los átomos para formar sistemas cristalinos (iónicos, metálicos) o moléculas (compuestos covalentes). <http://www.fullquimica.com/2011/04/enlace-quimico.html>

Regla del octeto. Cuando los átomos se enlazan entre sí, ceden, aceptan o comparten electrones, con la finalidad de tener ocho electrones en su último nivel o capa de valencia, adquiriendo la estructura del gas noble más cercano.

Enlace iónico. Ocurre cuando hay transferencia completa de electrones de un átomo a otro. Villarmet et al (2008) pág.50.

Características del enlace iónico: Está formado por metal y no metal, no forma moléculas verdaderas, existe como un agregado de aniones (iones negativos) y cationes (iones positivos), formando estructuras cristalinas. <http://genesis.uag.mx/edmedia/material/QIno/T6.cfm>

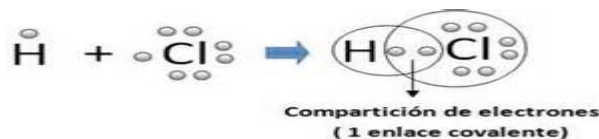
Los metales ceden electrones formando cationes, los no metales aceptan electrones, formando aniones.



Enlace covalente. Se forma cuando los átomos que se combinan comparten electrones. Villarmet (2008) p. 51.

Características del enlace covalente. Los átomos no ganan ni pierden electrones, sino **comparten**.

Los compuestos covalentes están formados por elementos no metálicos que pueden unirse mediante un enlace covalente simple, doble o triple.



Geometría Molecular. Modelo VSEPR

Modelo de Lewis. En el enlace sólo participan los electrones de valencia de los átomos. Zumdahl (1994).

Los electrones de valencia **se transfieren** cuando el metal y el no metal reaccionan para formar un compuesto iónico. Los electrones de valencia **se comparten** entre los no metales en los enlaces covalentes. (p. 358).



Las estructuras de Lewis de puntos permiten explicar cómo se distribuyen los electrones de valencia entre los átomos de una molécula pero no sirven para predecir la forma o geometría que ésta tiene.

Geometría molecular. Se refiere a la disposición tridimensional de los átomos de una molécula. Chang (2002) p. 368.

Las propiedades de las sustancias moleculares están determinadas no solo por sus átomos, sino también por la forma en que éstos átomos se distribuyen en el espacio. El número de átomos que componen una molécula dada y su distribución espacial le otorgan a la misma una geometría molecular determinada.

La geometría de una molécula afecta sus propiedades físicas y químicas como por ejemplo: punto de ebullición, densidad, color, solubilidad, polaridad, actividad biológica y tipo de reacciones en que pueden participar, entre otras.

Existe un procedimiento que permite predecir y explicar la geometría de las moléculas o iones, con bastante éxito, este es un modelo ideado en 1940 por Sidwick y Powell, utilizando las parejas de electrones no enlazantes o solitarios. Dicho modelo fue mejorado sustancialmente a partir de 1957 por **Ronald J Gillespie** conocido como **Teoría de Repulsión de los Pares Electrónicos de la Capa de Valencia (RPECV)** o bien **Valence Shell Electronic Pair Repulsion VSEPR**.

Según el modelo RPECV los pares de electrones de enlace y solitarios se disponen alrededor del átomo central, de tal forma que experimenten la mínima repulsión. Esta repulsión se minimiza por la adopción de un ordenamiento espacial que mantiene a los pares electrónicos tan alejados entre sí como sea posible. La geometría molecular viene determinada por los pares de electrones enlazantes y solitarios. El modelo de Gillespie también explica de forma sencilla las desviaciones del ángulo de enlace teórico de las geometrías básicas al establecer que la repulsión entre pares de electrones no es equivalente, siendo superior la existente entre pares solitarios.

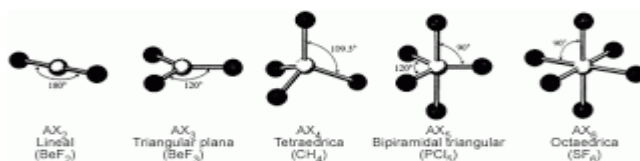
En el modelo RPECV los electrones de valencia se distribuyen como pares de enlace o compartidos y /o pares solitarios o no compartidos.

Par de electrones no enlazantes. Electrones que se encuentran libres.

Par de electrones enlazantes. Electrones que conforman enlaces.

El Modelo de Gillespie establece que la repulsión entre pares de electrones no es equivalente, por lo que señala la siguiente de las repulsiones entre pares solitarios (PS) y pares de enlace (PE):

PS-PS > PS-PE > PE- PE.

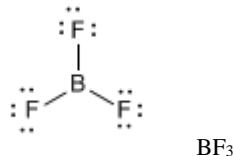
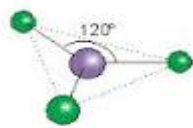


Villarmet et al (2008) señalan que la forma de las moléculas está determinada por la distribución de los pares de electrones no compartidos y de enlace, éstas son similares a las distribuciones que se crean cuando se atan juntos diferentes números de globos del mismo tamaño.p.71.

Distribución lineal. Si dos globos se atan uno al otro tienden a apuntar en sentido opuesto, de modo que los dos y el nudo que los une forman un ángulo de 180°. Por ejemplo el BeCl₂, el Be átomo central posee dos pares de electrones compartidos. Villarmet et al (2008) p. 72



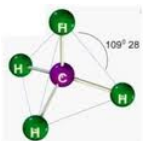
Distribución trigonal Plana. Cuando se atan entre sí tres globos, el nudo del centro y los tres globos tienden a acomodarse en el mismo plano y adoptar posiciones tales que los ángulos entre ellos sean de 120°, en una distribución trigonal plana. Villarmet et al p 72



Las moléculas que forman tres enlaces covalentes, sin pares solitarios sobre el átomo central orientan los enlaces hacia los vértices de un triángulo equilátero, denominándose a esta geometría trigonal plana.

Ing. E. Margarita Vergara Ruíz

Distribución Tetraédrica. Las moléculas con cuatro átomos unidos a un átomo central, forman estructuras cuya forma se asemeja a cuatro globos atados a un centro común, los cuales se distribuyen los más alejados posible unos de otros formando ángulos de 109.5° alrededor del átomo central. Villarmet et al, p. 72. Los cuatro sustituyentes se encuentran en la esquina de un tetraedro (estructura con cuatro caras en forma de triángulo equilátero). Por ejemplo el metano, CH_4 , el tetracloruro de carbono y otras moléculas con cuatro átomos unidos de forma covalente a un átomo central.



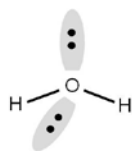
CH_4



Pero ¿Qué pasa con aquellos átomos centrales que sí poseen pares libres?. En tales casos, debemos considerar a los pares libres para saber la orientación que tendrán los orbitales. Sin embargo, cuando determinamos la geometría, **LOS PARES LIBRES NO SE DEBEN CONSIDERAR**, ya que la geometría sólo está determinada por los átomos que conforman una molécula. <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/344-geometria-molecular-teoria-rpecv>

Por ejemplo en el agua tenemos dos átomos unidos y dos pares libres. Por tanto, los orbitales que contienen a los electrones correspondientes deben orientarse hacia los vértices de un tetraedro.

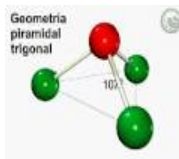
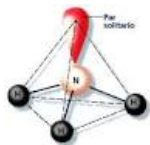
Sin embargo, al momento de determinar la geometría de la molécula, no debemos tomar en cuenta los pares libres. Por tanto, si los eliminamos, observaremos que el agua tiene una **geometría ANGULAR**, donde el ángulo entre H-O-H es 104.5° .



H_2O

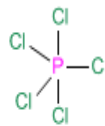
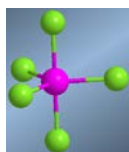
Distribución piramidal trigonal. Describe la posición de seis átomos, cinco de los cuales se ubican en torno al átomo central, formando una bipirámide triangular.

En química una pirámide trigonal es una geometría molecular con un átomo en el vértice superior y tres átomos en las esquinas de una base triangular. Por ejemplo en el amoníaco, NH_3 . El nitrógeno tiene cinco electrones de valencia y se une a tres átomos de hidrógeno para completar ocho electrones en su capa de valencia. Esto daría lugar a la geometría de un tetraedro casi regular con cada ángulo de enlace próximo a 109.5° . Sin embargo, los tres átomos de hidrógeno son repelidos por los electrones del par solitario de manera que la geometría está distorsionada formando una pirámide trigonal (pirámide regular de 3 lados) con ángulos de enlace de 107° . Por el contrario, el trifluoruro de boro es una molécula plana, adoptando una geometría trigonal plana, porque al átomo de boro le falta un par de electrones.



NH_3

Bipirámide trigonal. Cuando un átomo central se une a cinco pares de electrones la disposición espacial que minimiza las repulsiones entre los pares enlazantes es la bipirámide trigonal. Por ejemplo el PCl_5 . Aquí los átomos situados en el plano triangular se llaman ecuatoriales y los por encima y por debajo de dicho plano, axiales. Los cloros ecuatoriales tienen ángulos de enlace de 120° . Entre un cloro axial y otro ecuatorial el ángulo es de 90° .



Ing.E.Margarita Vergara Ruíz

3.6. Procedimiento

Para lograr los objetivos planteados en este estudio comparativo se aplicó en cada grupo la metodología correspondiente. En el grupo control, 1ro. A, se usó la metodología tradicional. En el grupo experimental, 1ro. B, se aplicó la metodología basada en la construcción, manipulación y uso de modelos físicos tridimensionales, hasta determinar la geometría de una molécula. Se dirigió la actividad recogiendo los datos, basados en la observación con registro simultáneo y posterior de los hechos ocurridos en clase y las respuestas a los cuestionarios. En todas las actividades realizadas por los alumnos hubo discusión grupal, pero las producciones escritas de los exámenes fueron siempre individuales.

3.6.1. Exploración de conocimientos previos

En la primera sesión de este estudio comparativo aplicó el mismo test escrito al grupo control y experimental con la intención de conocer qué sabían los jóvenes sobre los conceptos de geometría molecular para determinar la estructura y geometría de una molécula. El test consta de dos núcleos, uno de conceptos fundamentales del tema y el otro sobre la determinación de la geometría molecular de determinados compuestos.

3.6.2. Investigación de conceptos

Después de aplicar la evaluación de conocimientos previos la docente solicitó a los alumnos de ambos grupos realizar una investigación como tarea sobre, los poliedros regulares como: tetraedro, hexaedro o cubo, octaedro, dodecaedro; así como su número de caras, aristas y vértices. También se solicitó investigar los conceptos de: modelo desde el punto de vista de las ciencias, ángulo, átomo central, ángulo de enlace, electrones de valencia, par de electrones enlazantes,

par de electrones solitarios y radio covalente. Además, debían investigar el código internacional de colores para el H, O, N, C, Cl y S y sus radios atómicos. Una vez que se exploró qué conocimientos previos tenían los alumnos del grupo control y experimental sobre el tema, es decir, “el nivel de desarrollo real” de acuerdo a Vygotsky, citado por Pimienta (2012), se determinó lo que necesitaban saber para asimilar significativamente los nuevos conocimientos sobre geometría molecular, es decir, la “zona de desarrollo próximo” que conduce al nivel de desarrollo potencial.

Al grupo experimental (1ro. B), se le pidió traer por equipos para la clase siguiente cuatro grupos de esferas de unicel pintadas de acuerdo al código internacional de colores para los átomos, éstas deberían tener cuatro tamaños diferentes.

3.6.3. Discusión y definición de conceptos

En la sesión dos de este trabajo de investigación por equipos expusieron los conceptos investigados. Se comentaron y discutieron los conceptos antes mencionados hasta que finalmente se obtuvieron conclusiones sobre qué es la geometría de una molécula y los elementos que la componen. También se habló de los poliedros concluyendo que éstos son cuerpos sólidos limitados por caras en forma de polígonos y cuyos elementos fundamentales son vértices, caras, y aristas. Se dijo además, que en un poliedro, sus caras son las porciones de un plano que limitan el cuerpo y tienen forma de polígonos, las aristas son los segmentos en los que se encuentran dos caras y sus vértices son los puntos del poliedro en los que se reúnen tres o más aristas. Además, se llegó a la conclusión de que los poliedros regulares son: Hexaedro o cubo: con 6 caras, 12 aristas y 8

vértices, tetraedro: con 4 caras, 6 aristas y cuatro vértices, octaedro: con 8 caras, 12 aristas y 6 vértices, dodecaedro: con 12 caras, 30 aristas y 20 vértices, icosaedro: con 20 caras, 30 aristas y 12 vértices. También se discutió sobre el concepto de modelo y el código de colores usado para los elementos antes mencionados.

3.6.4. Actividad integradora

En la tercera sesión del **grupo control o primero A**, se les explicó de forma tradicional cómo determinar la geometría de una molécula dando una explicación verbal del tema, con el uso del pizarrón y marcador para ilustrarlo; poniendo atención en desarrollar los contenidos que coexisten en toda situación de aprendizaje. La explicación se realizó mediante el modelo de Lewis y el modelo VSEPR.

En la sesión cuatro se pidió a los alumnos que por equipos resolvieran los ejercicios mostrados en la tabla 3, entre otros, en donde se pedía determinar la geometría de una molécula. Es así como se fueron resolviendo las dudas de cada equipo mediante explicaciones en forma verbal e ilustraciones en el pizarrón hasta desarrollar todos los contenidos que coexisten en toda situación de aprendizaje: es decir, contenidos conceptuales y procedimentales del tema estudiado.

Es de suma importancia poner atención a lo que Pimienta (2012), pág. 3, señala que: “la clave del aprendizaje significativo radica en relacionar el nuevo material con las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del estudiante. Por consiguiente la eficacia de tal aprendizaje está en función de su carácter significativo y no de las técnicas memorísticas”.

Además, Pimienta (2012), pág. 3, afirma que “Existen estrategias para organizar y

estructurar contenidos. Una adecuada utilización de tales estrategias puede facilitar el recuerdo”. Bajo el enfoque anterior se busca mejorar las técnicas de aprendizaje, específicamente en la comprensión de la forma y estructura de una molécula.

En la sesión tres del **grupo experimental o primero B**, se realizó la actividad integradora, también se puso atención en desarrollar los contenidos que coexisten en toda situación de aprendizaje. Se solicitó a los alumnos trabajar en equipos de tres y además de su libreta tomar sus esferas de unicel y palillos para comprender mejor cómo determinar la geometría de una molécula. Las esferas de unicel representan a los átomos, mientras que con los palillos se representan los enlaces entre los átomos. Se fue combinando la explicación verbal y escrita del modelo de Lewis y VSEPR con la construcción y manipulación de modelos físicos tridimensionales.

En la experiencia que se describe a continuación, los estudiantes van insertando palillos (la analogía de dominios de electrones) en una esfera de unicel (átomo central), buscando la posición de máxima distancia entre ellos que originará una mínima repulsión entre los mismos. Se muestra a los estudiantes un palillo insertado en una esfera de unicel, y se les pide que inserten un segundo palillo, lo más alejado posible, del primero, con lo que resulta una **disposición lineal**, con un ángulo de **180°**; lo que dibujan y anotan en su libreta. A continuación se les pide que inserten un tercer palillo, lo más alejado posible de los otros dos y relajen los ángulos de forma que los tres palillos se alejen lo más posible entre sí. Al inicio los colocan perpendicular a los

anteriores; pero se les sigue dando instrucciones hasta que el resultado es una estructura **trigonal plana** con ángulos de **120°**.

Partiendo de los tres palillos, anteriores con disposición trigonal plana, se pide a los estudiantes que retiren uno de ellos, e incrusten un palillo para simular el caso en que uno de los tres dominios de electrones, no es un enlace, sino un par solitario. El resultado es una **disposición angular** de los dos enlaces, llegando a la conclusión de que generalmente el ángulo se cerrará alcanzando valores **menores de 120°**. Tudela (2001) señala que una excepción es el NO_2 en que los dos enlaces son de orden 1.5 y en vez de un par solitario hay un electrón solitario, que causa menos repulsión, por lo que el ángulo se abre hasta un valor de 134.3° . Nuevamente se presta atención a la situación de tres palillos insertados con una disposición trigonal plana, se pide a los estudiantes que inserten un cuarto palillo en la posición más alejada de los otros tres y relajen los ángulos de tal forma que todos estén lo más alejados posible entre sí. El resultado es una **disposición tetraédrica** con ángulos de **109.5°**.

En el caso de que uno de los cuatro dominios de electrones sea un par solitario, se retira uno de los palillos, y se coloca, orientándolo en la dirección del par solitario. Resultando una estructura **pirámide trigonal**, con ángulos de enlace próximos a los **109.5°** que corresponden a los cuatro dominios de electrones (una excepción es el ClO_3 cuya estructura de Lewis que minimiza las cargas formales contiene tres enlaces dobles y un electrón solitario en el átomo de cloro, por lo que el ángulo se abre hasta un valor de 113.5°). Tudela (2001).

Partiendo de la situación anterior, pirámide trigonal, derivada de un tetraedro en que uno de los dominios de electrones es un par solitario, se retira otro palillo

para modelar la situación correspondiente a dos enlaces y dos pares solitarios. El resultado es una **disposición angular** con ángulos próximos a 109.5° , correspondientes a cuatro dominios de electrones. Los estudiantes siguen pasando los resultados a su tabla.

Tudela (2001) indica que: “es importante que los estudiantes noten la diferencia entre una estructura angular resultante de tres dominios de electrones (dos enlaces y un par solitario) con un ángulo próximo a 120° y otra resultante de cuatro dominios de electrones (dos enlaces y dos pares solitarios) con ángulos próximos a 109.5° ”.

Volviendo a la situación de cuatro palillos insertados con una disposición tetraédrica, se pide a los estudiantes que inserten un quinto palillo, en la disposición más alejada posible de los demás. Tras probar diferentes posibilidades los estudiantes comprueban que dicha posición es en la dirección opuesta a uno de los palillos y perpendicular a la cara del tetraedro que definen los otros tres palillos. En este momento hay tres palillos más próximos al palillo entrante que al otro. Al relajar los ángulos, para que todos los palillos estén lo más alejados posible entre sí resulta una estructura **bipirámide trigonal**. Debido a que las estructuras que se derivan de una bipirámide trigonal son difíciles de visualizar por parte de los estudiantes, es importante que se tomen el tiempo necesario para comprobar que en una bipirámide trigonal hay dos tipos de posiciones (axiales y ecuatoriales) y que los diferentes ángulos de enlace son de 90° (axial-ecuatorial), 120° (ecuatorial-ecuatorial) y 180° (axial-axial). Es muy importante hacer notar que el menor ángulo de enlace (máxima repulsión entre los correspondientes dominios de electrones) es de 90° , y que las posiciones axiales

tienen tres dominios de electrones a 90° , mientras que las posiciones ecuatoriales sólo tienen dos dominios de electrones a 90° . Por tanto las posiciones axiales sufren una mayor repulsión y los dominios de electrones que ejerzan una mayor repulsión (pares solitarios y enlaces múltiples) ocuparán las posiciones ecuatoriales.

Ahora prestemos atención a la situación de cinco palillos con una disposición de bipirámide trigonal, se solicita a los estudiantes que inserten un sexto palillo en la posición más alejada posible de los demás. Los jóvenes prueban diferentes posibilidades. Y al relajar los ángulos, para que todos los palillos estén lo mas alejados posible entre sí, resulta una **estructura octaédrica** con ángulos de **90°** y **180°** .

Finalmente, en la cuarta sesión los alumnos llenaron una tabla con ejercicios de modelación de diferentes moléculas, para fortalecer sus habilidades intelectuales y desarrollar sus habilidades de estructuración espacial. También trabajaron con el modelo VSEPR obteniendo las geometrías de las moléculas correspondientes, facilitando la construcción gradual de su propio conocimiento en el tema estudiado.

Tabla 3. Actividad realizada por el grupo control y experimental.

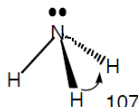
Electrones de valencia	Pares enlazantes	Pareas solitarios	Ángulo	Geometría molecular	Ejemplo
					BeH ₂
					BCl ₃
					SnCl ₂
					CH ₄
					NH ₃
					AsCl ₅
					SeF ₆

5. Indica el valor del ángulo formado en la estructura molecular del átomo de carbono.



- a) 120°
- b) 90°
- c) 109°
- d) 104.5°

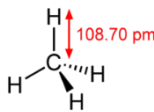
6. El amoníaco se produce en la naturaleza por la acción de bacterias sobre la materia orgánica del suelo, por este motivo se percibe olor a amoníaco en establos y corrales donde esta acción tiene lugar. El esquema siguiente representa la estructura de la molécula del amoníaco. Indica el número de pares de electrones enlazantes y no enlazantes.



- a) 6 pares enlazantes y 2 no enlazantes
- b) 1 par enlazante y 3 no enlazantes
- c) 2 pares enlazantes y 4 no enlazantes
- d) 3 pares enlazantes y 1 no enlazante

7. El metano es el componente de mayor porcentaje del gas natural y es altamente inflamable. Observa el esquema e identifica cuántos electrones no enlazantes tiene esta molécula.

- a) 6
- b) 8
- c) 0
- d) 4



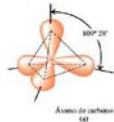
8. Con el modelo VSEPR y la representación de una especie química mediante estructuras de Lewis, la forma correcta de representar a una molécula del agua es:

<p>a) </p>	<p>b) </p>
<p>c) </p>	<p>d) </p>

9. La molécula del agua es:

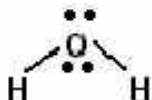
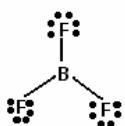
- a) Lineal y polar
- b) Angular y apolar
- c) Angular y polar
- d) Piramidal y apolar

10. Indica la geometría de la molécula implicando al átomo de carbono.



- a) Trigonal
- b) Lineal
- c) Tetraédrica
- d) Octaédrica

11. ¿Qué tipo de geometría corresponde a las siguientes representaciones de cada molécula.



- a) Triangular y angular
- b) Trigonal y angular
- c) Tetraédrica y lineal
- d) Octaédrica y triangular

12. De las siguientes afirmaciones sobre la molécula del dióxido de carbono subraya la que es falsa.

- a). Es una molécula lineal
- b). Tiene dos átomos de oxígeno y uno de carbono
- c). Es una molécula polar
- d). En ella hay dos enlaces covalentes

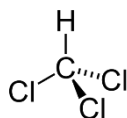
13. Identifica el número de enlaces σ y π en la de mol

2) y π en el átomo de N



- a) 3 σ y 0 π
- b) 3 σ y 1 π
- c) 2 σ y 1 π
- d) 1 σ y 2 π

14. El cloroformo CHCl_3 es muy empleado en tintorerías como disolvente de grasas. Subraya el nombre de su geometría molecular:



- a) Octaédrica
- b) Pirámide trigonal
- c) Geometría en T
- d) Tetraédrica

15. El mejor acomodo de un número dado de pares de electrones alrededor de un átomo central es el que:

- a). Minimiza las longitudes de enlace
- b). Minimiza las repulsiones entre los pares de electrones
- c). Minimiza la velocidad de los electrones
- d). Minimiza el tamaño de los radios atómicos

Pre test aplicado a los grupos control y experimental. Núcleo 2

INSTRUCCIONES: Pre test. Núcleo 2				
Llena la tabla siguiente con lo que se pide. Se considerará como acierto si tiene al menos tres columnas correctamente contestadas.				
Molécula	Estructura de Lewis	Pares de electrones enlazantes	Pares de electrones no enlazantes	Geometría molecular
1.- H ₂ O				
2.- PF ₅				
3.- NH ₃				
4.- CH ₄				
5.- SnCl ₂				
6.- CO ₂				
7.- BF ₃				
8.- SF ₆				

3.7. Escenario

La institución donde fue realizado este estudio comparativo, es el Instituto Angelopolitano, A. C. éste es una institución privada para alumnos de clase media. Ubicada en un edificio antiguo en el centro de la ciudad de Puebla, en las aulas del bachillerato hay un promedio de 30 alumnos por grupo. Tiene cuatro niveles educativos: jardín de niños, primaria, secundaria y bachillerato. El material de laboratorio que apoya la construcción del conocimiento en ciencias experimentales es escaso. Para la realización del trabajo experimental se usan materiales de bajo costo e inclusive algunos reciclados.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diseño de la prueba o instrumento de investigación.

Para entender los resultados obtenidos es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

El instrumento de investigación pre test y post test es el mismo. Consta de dos partes llamadas núcleo1 y núcleo 2. El núcleo 1 tiene 15 ítems de elección múltiple en el que se investiga qué tanto saben los alumnos del grupo control y experimental sobre los conceptos fundamentales necesarios para comprender cómo se distribuyen los átomos en el espacio alrededor de un átomo central, sus electrones de valencia y ángulos formados, para poder determinar la geometría de una molécula.

En el diseño del Núcleo 1 se tomó en cuenta lo siguiente:

- Refleja lo que el estudiante comprende sobre lo que se refiere a la organización tridimensional de los átomos en una molécula.
- También explora qué tanto conoce sobre los pares de electrones de la capa de valencia y se repelen entre sí para alcanzar una geometría de energía mínima.
- Además, indica qué sabe el alumno sobre el recuento de electrones de valencia del átomo central y su clasificación en par enlazante y par solitario.
- Indica que tanto conoce sobre el modelo llamado VSEPR que permite determinar la geometría de una molécula.

El núcleo 2, refleja con mayor precisión las habilidades intelectuales como: observar, comparar, relacionar, identificar, interpretar, explicar, clasificar,

describir, conceptualizar, inferir, definir, valorar, caracterizar, formular, enunciar, argumentar, ejemplificar, abstraer, concretar, inducir, deducir, analizar, sintetizar.

El desarrollo de una habilidad implica la participación activa del sujeto.

Los resultados del pre test mostraron que los jóvenes tenían serias dificultades en la comprensión de los conceptos relacionados con la estructura y geometría de una molécula,

Una vez que se detectó qué tanto sabían los estudiantes sobre el tema se inició con la metodología propuesta en este trabajo.

Material o instrumentos usados en la investigación.

Al iniciar este estudio comparativo se les aplicó a los estudiantes del grupo control y experimental un examen diagnóstico (pre-test) que consta de dos núcleos, el Núcleo 1 tiene 15 ítems en los que se subraya la respuesta correcta. El núcleo 2 consiste en una tabla que los alumnos deben llenar y especificar la estructura de Lewis de un compuesto, los pares de electrones enlazantes y los pares solitarios y la geometría de una molécula. Una vez que se trabajó en los dos grupos con metodologías diferentes, se les aplicó nuevamente la misma prueba que en ese momento hizo la función de pos test y así poder obtener los datos necesarios para evaluar cuál es la mejor alternativa en el aprendizaje y comprensión de la geometría de una molécula.

4.2. Resultados obtenidos

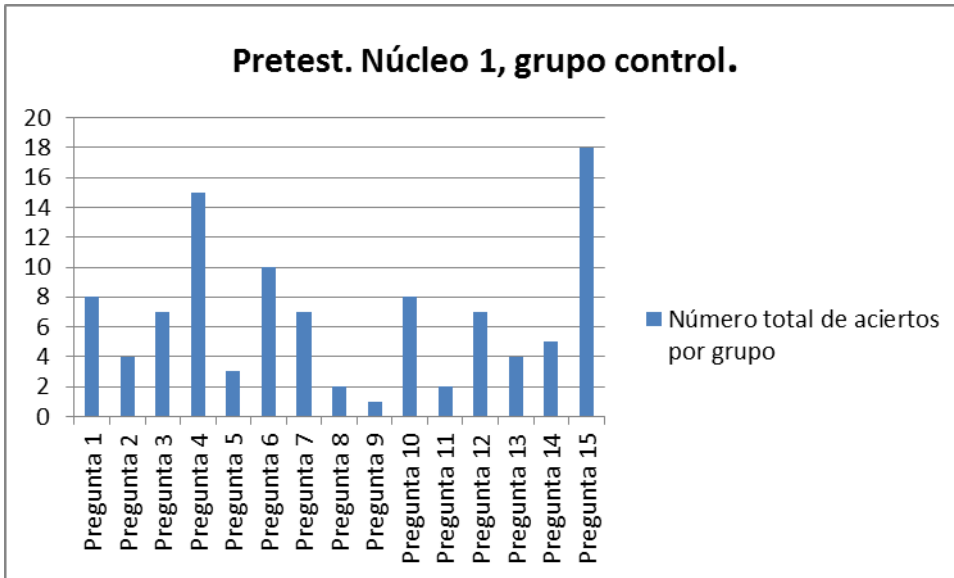
4.2.1 Resultados obtenidos del pre test en el grupo control

Para reportar los resultados obtenidos no se tomaron en cuenta los cánones establecidos para la interpretación estadística rigurosa, sino que éstos se

muestran mediante tablas y sus respectivas gráficas de barras en las cuales puede verse claramente el comportamiento de cada grupo. Se eligió este procedimiento porque se considera que esta forma de reportar los resultados permite observar y comparar cada uno de los datos de forma directa, rápida y sencilla.

Tabla de resultados del pre test. Núcleo 1, grupo control. 31 estudiantes

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	8
Pregunta 2	4
Pregunta 3	7
Pregunta 4	15
Pregunta 5	3
Pregunta 6	10
Pregunta 7	7
Pregunta 8	2
Pregunta 9	1
Pregunta 10	8
Pregunta 11	2
Pregunta 12	7
Pregunta 13	4
Pregunta 14	5
Pregunta 15	18



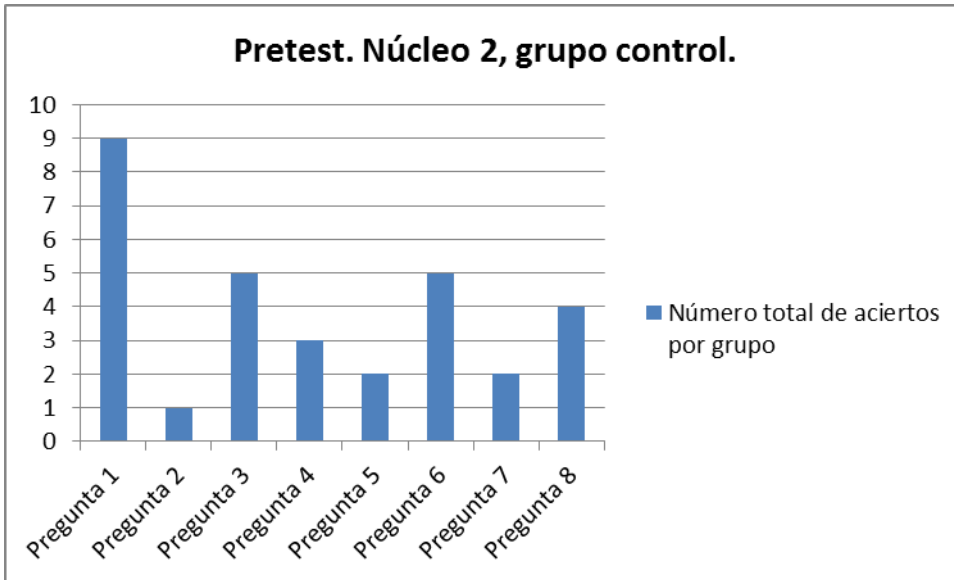
Gráfica de resultados obtenidos en el Pre test, núcleo 1, grupo control.

Como puede observarse en la gráfica anterior es muy bajo el número de alumnos del grupo control que contestan correctamente cada pregunta.

Después de aplicar el pre test núcleo 1 al grupo control, se les aplicó la segunda parte, es decir, el núcleo 2, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla de resultados del pre test, núcleo 2, grupo control. 31 estudiantes

Número de Pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	9
Pregunta 2	1
Pregunta 3	5
Pregunta 4	3
Pregunta 5	2
Pregunta 6	5
Pregunta 7	2
Pregunta 8	4



Gráfica de resultados obtenidos en el Pre test, núcleo 2, grupo control

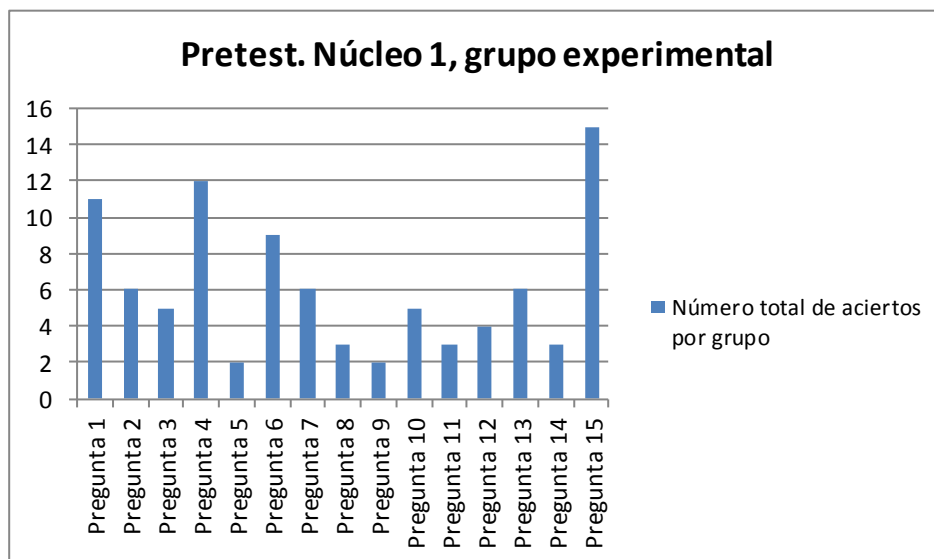
En la gráfica anterior se observa que el número total de aciertos por grupo en cada pregunta es muy bajo.

4.2.2. Resultados obtenidos del pre test en el grupo experimental.

Tabla de resultados del pre test. Núcleo 1, grupo experimental .33 estudiantes

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	11
Pregunta 2	6
Pregunta 3	5
Pregunta 4	12
Pregunta 5	2
Pregunta 6	9
Pregunta 7	6
Pregunta 8	3
Pregunta 9	2
Pregunta 10	5
Pregunta 11	3
Pregunta 12	4
Pregunta 13	6
Pregunta 14	3
Pregunta 15	15

En la gráfica que a continuación se muestra sobre los resultados del pre test, núcleo 1 del grupo experimental, se observa que es muy bajo el número de aciertos por grupo en cada pregunta.

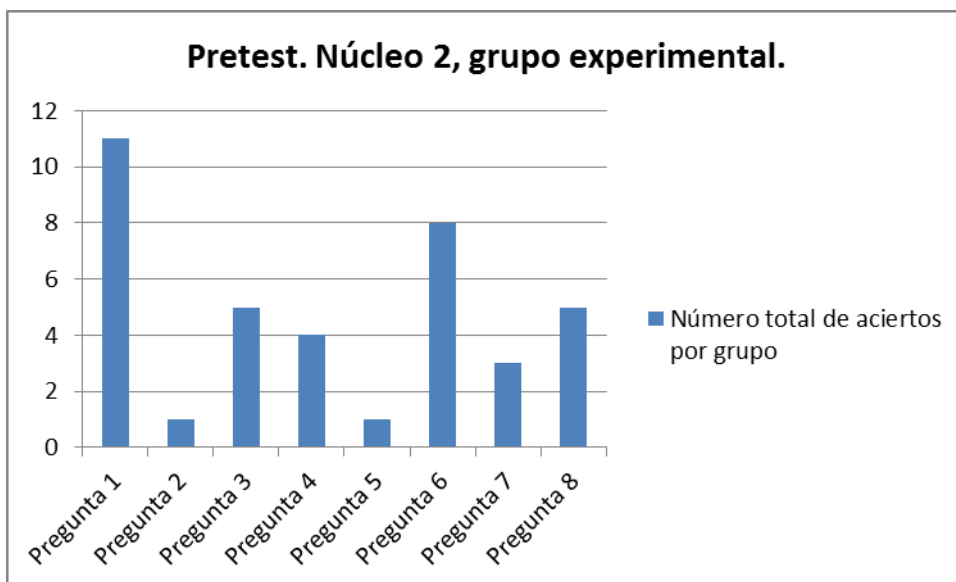


Gráfica de resultados obtenidos en el Pre test, núcleo 1, grupo experimental.

Después de aplicar el pre test núcleo 1 al grupo experimental, se aplicó el núcleo 2 del mismo cuyos resultados se expresan en la siguiente tabla:

Tabla de resultados del pre test. Núcleo 2, grupo experimental (33 estudiantes)

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	11
Pregunta 2	1
Pregunta 3	5
Pregunta 4	4
Pregunta 5	1
Pregunta 6	8
Pregunta 7	3
Pregunta 8	5



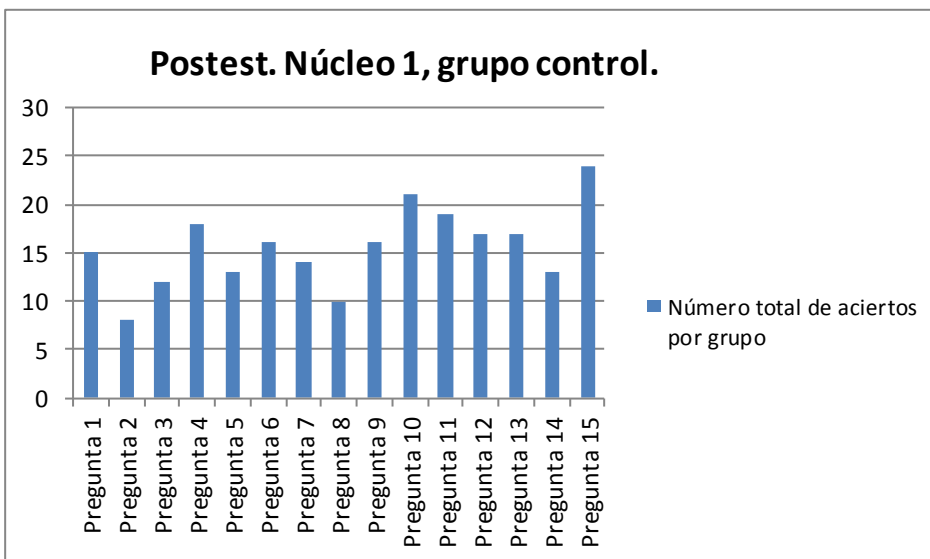
Gráfica de los resultados obtenidos en el pre test, núcleo 2, grupo experimental.

Una vez aplicado el pre test a cada grupo, se aplicó a cada uno la metodología antes expuesta, obteniéndose los resultados que a continuación se indican.

4.2.3. Resultados obtenidos del pos test en el grupo control.

Tabla de resultados obtenidos en el pos test. Núcleo 1, grupo control. 31 estudiantes.

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	15
Pregunta 2	8
Pregunta 3	12
Pregunta 4	18
Pregunta 5	13
Pregunta 6	16
Pregunta 7	14
Pregunta 8	10
Pregunta 9	16
Pregunta 10	21
Pregunta 11	19
Pregunta 12	17
Pregunta 13	17
Pregunta 14	13
Pregunta 15	24

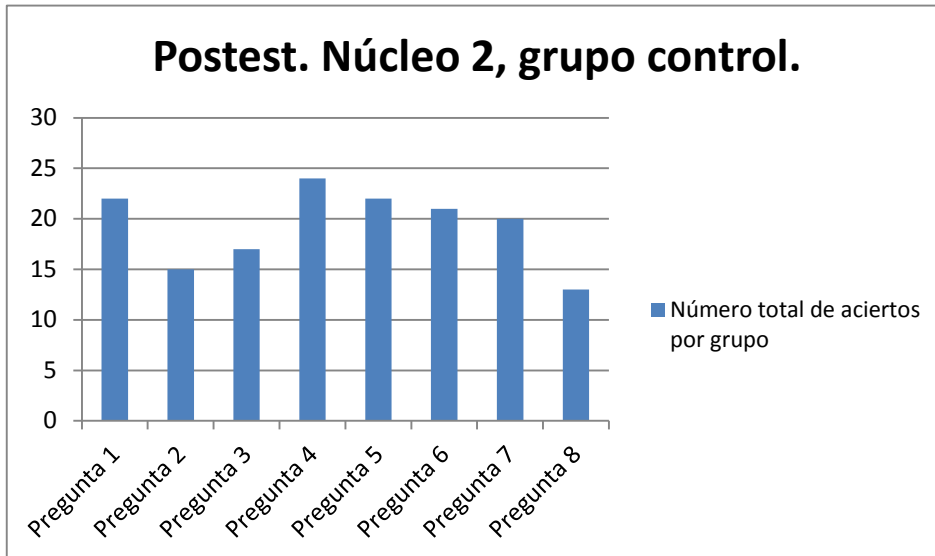


Gráfica de resultados obtenidos en el pos test, núcleo 1, grupo control.

Como puede apreciarse en la tabla anterior, el número de aciertos del núcleo 1 en el grupo control subió un poco después de haber recibido una preparación del tema en forma tradicional.

Tabla de resultados obtenidos en el Pos test. Núcleo 2, grupo control. 31 estudiantes.

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	22
Pregunta 2	15
Pregunta 3	17
Pregunta 4	24
Pregunta 5	22
Pregunta 6	21
Pregunta 7	20
Pregunta 8	13



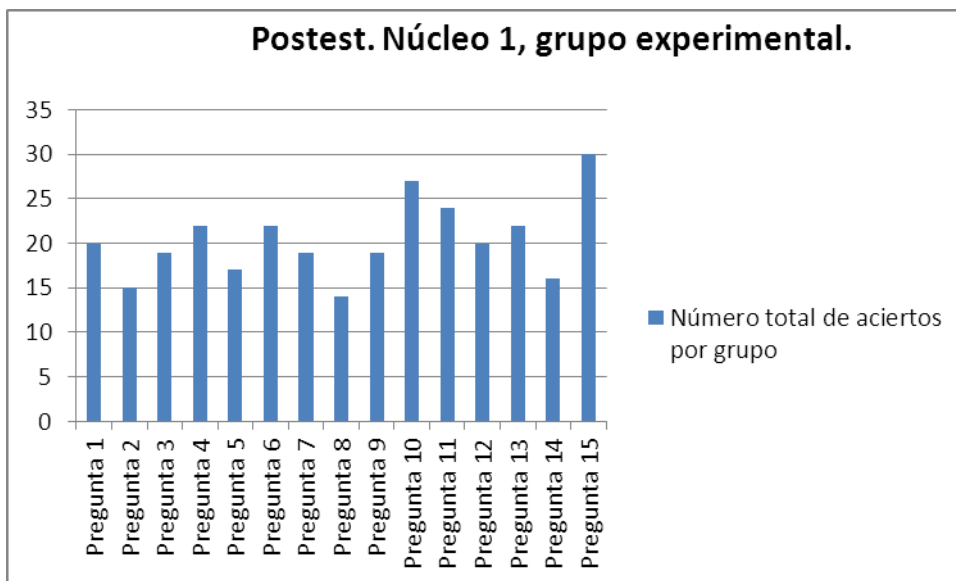
Gráfica de resultados obtenidos en el pos test, núcleo 2, grupo control. 31 estudiantes.

En la gráfica anterior puede verse que los resultados del pos test, núcleo 2 del grupo control también subieron después de haber recibido una instrucción de forma tradicional.

4.2.4. Resultados obtenidos del pos test en el grupo experimental.

Tabla de resultados del pos test. Núcleo 1, grupo experimental (33 estudiantes)

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	20
Pregunta 2	15
Pregunta 3	19
Pregunta 4	22
Pregunta 5	17
Pregunta 6	22
Pregunta 7	19
Pregunta 8	14
Pregunta 9	19
Pregunta 10	27
Pregunta 11	24
Pregunta 12	20
Pregunta 13	22
Pregunta 14	16
Pregunta 15	30

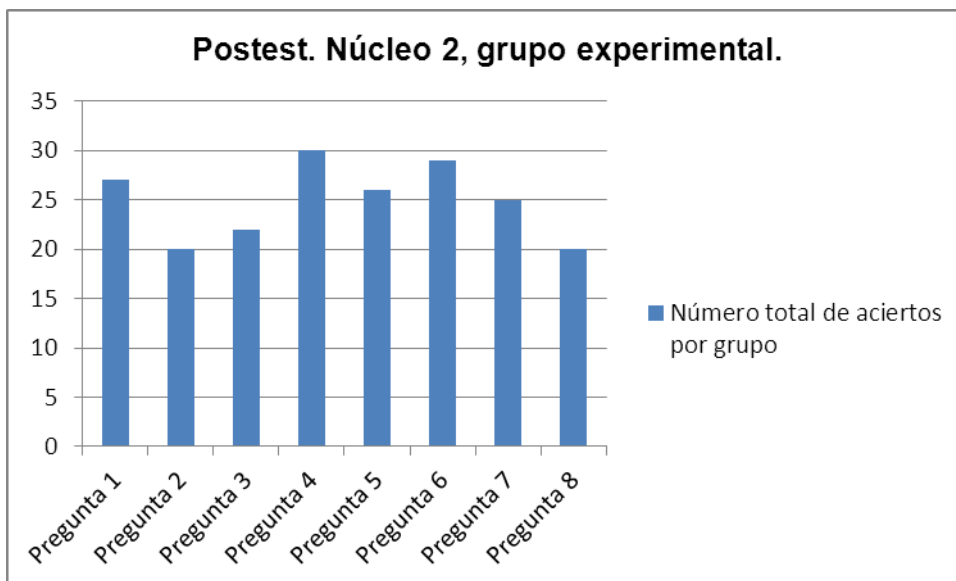


Gráfica de resultados obtenidos en el pos test, núcleo 1, grupo experimental.

En la gráfica anterior es muy notorio que subió el número de aciertos en el núcleo 1 del grupo experimental, lo que demuestra que la metodología mediante la construcción y manipulación de modelos físicos tridimensionales para determinar la geometría de una molécula mediante la teoría VSEPR si es funcional, ya que se obtienen mejores resultados que con la metodología tradicional.

Tabla de resultados del pos test. Núcleo 2, grupo experimental. 33 estudiantes.

Número de pregunta	Número total de aciertos por grupo
Pregunta 1	27
Pregunta 2	20
Pregunta 3	22
Pregunta 4	30
Pregunta 5	26
Pregunta 6	29
Pregunta 7	25
Pregunta 8	20



Resultados obtenidos en el pos test, núcleo 2, grupo experimental. 33 estudiantes.

La gráfica del pos test, núcleo 2 del grupo experimental indica que el número de aciertos por grupo subió de forma considerable. Lo que demuestra nuevamente la efectividad de la metodología basada en el uso de modelos físicos tridimensionales tomando como base el modelo VSEPR.

4.2.5. Grado de dificultad, claridad y confiabilidad de la prueba aplicada.

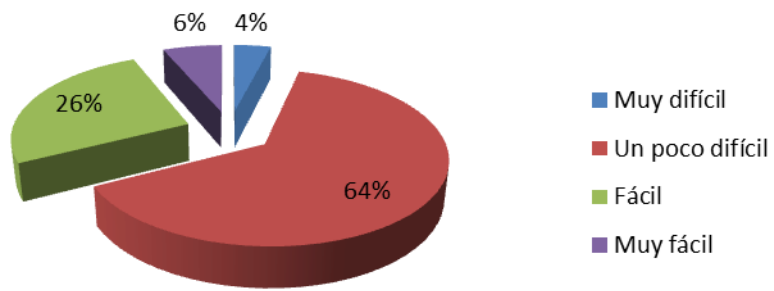
Antes de aplicar la prueba fue validada considerando el grado de dificultad de las preguntas y claridad de las mismas. Esta validación se hizo a través de un formato de observaciones que a continuación se muestra. Este formato fue contestado por un grupo de 35 estudiantes de quinto semestre del mismo bachillerato Instituto Angelopolitano marcando sus observaciones.

Formato de observaciones del Pre test – Pos test										
Marca en cada casilla el grado de dificultad y la claridad de las preguntas según los parámetros indicados. Si tienes alguna observación, anótala.										
Pregunta	Muy difícil	Un poco difícil	Fácil	Muy Fácil		Mal planteada	Poco clara	Entendible	Muy clara	OBSERVACIONES:
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										
11.										
12.										
13.										
14.										
15.										

Grado de dificultad de la prueba aplicada. Pre test – pos test. Núcleo 1

Dificultad de la prueba	Porcentaje de personas. Dificultad
Muy difícil	4.0%
Un poco difícil	64%
Fácil	26%
Muy fácil	6%

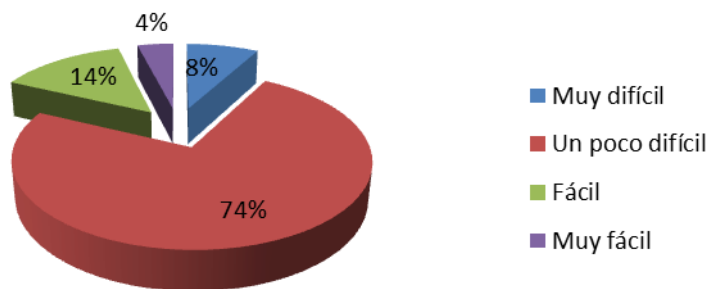
Porcentaje de personas. Dificultad núcleo 1



Grado de dificultad de la prueba aplicada. Pre test – pos test. Núcleo 2

Dificultad de la prueba	Porcentaje de personas. Dificultad
Muy difícil	8.00%
Un poco difícil	74.00%
Fácil	14.00%
Muy fácil	4.00%

Porcentaje de personas. Dificultad núcleo 2

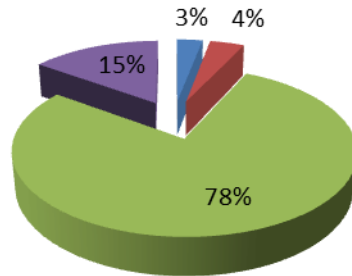


Claridad de la prueba. Pre test-pos test. Núcleo 1

Claridad de la prueba.	Porcentaje de personas. Claridad
Mal planteada	3.00%
Poco clara	4.00%
Entendible	78.00%
Muy clara	15.00%

Porcentaje de personas. Claridad núcleo 1

■ Mal planteada ■ Poco clara ■ Entendible ■ Muy clara

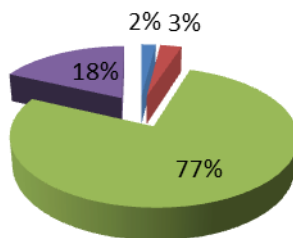


Claridad de la prueba. Pre test-pos test. Núcleo 2

Claridad de la prueba.	Porcentaje de personas. Claridad
Mal planteada	2.00%
Poco clara	3.00%
Entendible	77.00%
Muy clara	18.00%

Porcentaje de personas. Claridad núcleo 2

■ Mal planteada ■ Poco clara ■ Entendible ■ Muy clara



Las diferencias entre el núcleo 1 y el núcleo 2, radican en el tipo de habilidad a desarrollar, ya que para que exista una buena respuesta se requiere que el estudiante desarrolle habilidades más elaboradas que el simple recuerdo de la información

A la luz de lo anterior es posible decir que en general, las habilidades intelectuales y de estructuración espacial que el instrumento mide son:

- Reconocer. La simbología, terminología científica propia del tema, conceptos, clasificaciones categorías y criterios, convenciones, modelos, principios, teorías y leyes.
- Comprender. Todos y cada uno de los conceptos, teorías y leyes del modelo VSEPR y geometría de las moléculas.
- Interpretar. Datos y relaciones existentes entre los elementos de cada molécula.
- Comparar. Magnitudes y formas a la luz de los datos proporcionados.
- Formular. Generalizaciones a partir de la información dada.
- Analizar. Magnitudes, datos, y forma de una molécula.
- Sintetizar. Información obtenida en cada molécula.
- Inferir. Las relaciones que se dan entre los elementos de una molécula.
- Evaluar.- La información relevante en cada tipo de molécula.
- Descubrir patrones y regularidades.

Además, habilidades de estructuración espacial tales como:

- Percepción espacial. Refleja la habilidad para ignorar información irrelevante e identificar relaciones espaciales. Incluye además la habilidad para percibir la posición de un objeto, en este caso átomos y electrones.
- Rotación mental. Capacidad para rotar rápidamente y con precisión objetos en dos o tres dimensiones en nuestra mente. En este caso incluye la determinación de la posición de cada átomo alrededor de un Átomo central, y el valor de los ángulos de enlace en cada molécula, así como la ubicación de los pares de electrones en el espacio alrededor de un átomo central.
- Visualización espacial. Habilidad para manipular información compleja en el espacio.

4.3. Conclusiones

- Los resultados obtenidos en este estudio comparativo muestran que con el uso de las representaciones bidimensionales, acompañadas de una explicación verbal, los estudiantes son menos capaces de crear imágenes tridimensionales de lo que tienen dibujado en una hoja de papel o pizarrón; ya que relacionan menos los dibujos de las moléculas en un plano con su estructura tridimensional.
- La construcción, manipulación y uso de modelos físicos tridimensionales para introducir a los jóvenes de primer semestre de bachillerato en el tema de geometría molecular usando el modelo VSEPR promueve en mayor grado las habilidades intelectuales y de estructuración espacial de los estudiantes mejorando en la comprensión de la forma que tienen las moléculas.

- Los modelos físicos tridimensionales son una herramienta muy útil en la representación de conceptos abstractos. Lo que ayuda a los alumnos a que gradualmente vayan apropiándose de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan y puedan explicarlos o comunicarlos a otros, teniendo mayores posibilidades de salir exitosos en el momento de determinar la geometría de una molécula.
- El empleo de modelos físicos tridimensionales es un recurso didáctico muy importante, puesto que abarca los tres estilos de aprendizaje, es decir, visual, auditivo y kinestésico, lo que ayuda a desarrollar en los estudiantes las habilidades intelectuales y de estructuración espacial, suficientes para poder imaginar en tres dimensiones a una molécula y finalmente determinar su estructura.
- La metodología usada en el grupo experimental, permite una mayor comprensión de la geometría de las moléculas, ya que la secuencia realizada hace que los esquemas mentales de los estudiantes se vayan reacomodando de tal forma que se logre el objetivo: primero el análisis de los electrones de valencia, el recuento de los electrones enlazantes y no enlazantes mediante el uso de los conceptos de la teoría VSEPR y la distribución de los átomos en el espacio, el análisis de los ángulos formados hasta llegar a obtener la geometría de una molécula, hacen que el estudiante adquiera una concepción y visión tridimensional de la materia.
- La metodología más adecuada para promover el desarrollo de habilidades de estructuración espacial y la comprensión de la estructura molecular es

el uso de modelos contruidos por ellos mismos con esferas de unicel de colores, de acuerdo a los átomos de la molécula y palillos.

4.4. Referencias bibliográficas.

- Carretero Mario. (2009). Constructivismo y Educación. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Castorina, J.A. /1993-4).Los problemas de la teoría del aprendizaje. Una discusión crítica de la tradición psicogenética: Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje,2 (1),1-16.Invierno.
- Coll César. (1990).Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza. En G. Coll, J. Palacios y A. Marches./eds.).Desarrollo psicológico y educación II. Madrid, España: Editorial Alianza.
- Chamizo J. Antonio .Una Tipología de los Modelos para la Enseñanza de las Ciencias Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 7, núm. 1, 2010, pp.26-41. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA. España.
- Chang Raymond (2002). Química. Traducción Séptima edición en español. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Delors Jackes “Los cuatro pilares de la educación”, en La educación encierra un tesoro: El Correo de la UNESCO.
- Díaz-Barriga Frida. y Hernández Gerardo. (2002) 2º Edición. México: Mc Graw Hill.
- Dirección General de Bachillerato. Plan de estudios 2006/ 2011.Química 1
- García González Luis Ignacio (2008) .Como introducir la geometría molecular en 3º de la ESO. Departamento de Física y Química, I.E.S. Juan A. Suanzes, C/ Marqués s/n. 33400 Avilés, Asturias .C-e: ignaciogg@educastur.princast.es.Recibido: 04/05/2007. Aceptado: 07/05/2007
- Gilbert J. Boulter C. and Elmer R. (2000) Positioning Models in Science Education and in Design and Tecnology education in Gilbert J.K. and Boulter C.J. (eds) Developing Models in Science Education. Dordrecht :Kluwer.
- Guevara S. Minerva y Valdez G. Ricardo (2004).Los modelos en la enseñanza de la Química: Algunas dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje: Revista Educación Química. De aniversario. Julio.

- Greca I.M. y Moreira Marco Antonio (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. Enseñanza de las Ciencias pp.16,289 -303.
- Izquierdo M., Espinet M., GARCÍA M.P., PUJOL R.M. Y SANMARTÍ N, (1999).Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar, *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, 79-91.
- McClure William Journal Of Molecular Medicine, volumen 16, 2011
- Malvern D. (2000). Mathematical Models in Science, in Gilbert J. K and Boulter C.J. (eds) *Developing Models in Science Education*, Dordrecht: Kluwer.
- Maltó, E, (2010). Estudio de algunas habilidades intelectuales de amplio uso en la enseñanza de las ciencias. Cuba: Universidad Pedagógica E. J. Varona. Recuperado de <http://fisica.usach.cl/~jlay/licfismat/Educacion%20I%202010/Lectura%202.pdf> Turos, J.M & Ervin , A.I., 2000- P. Pichot. 6ª. Edición M Toray- Masson).
- Pozo M. J. I. y Gómez C. M. A. Aprender Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico (1998): Ediciones Morata Madrid, España.
- Recio Francisco (1995). Química Inorgánica (1998). México: Mc Graw Hill.
- Talanquer V. e Irazoque G. (1990). Para saber experimentar y simular. Transiciones de fase y universalidad. Educación Química. 2, pág. 59-66
- Tudela David (2003) Didáctica de la Química y Vida Cotidiana. Síntesis Parte III: Simulaciones y Analogías. Introducción a la geometría molecular.
- Tudela David (2003). Introducción a la Geometría Molecular utilizando plastilina y palillos. Departamento de Química Inorgánica, Universidad Autónoma de Madrid david.tudela@uam.es
- Villarmet, Hernández y López (2008).QUÍMICA I Con enfoque en competencias et al. México. Mart Book.

- <http://www.buenastareas.com/ensayos/GeometriaMolecularQuimica/2334828.html>

ANEXOS

ANEXO 1. Glosario

Átomo. Es la partícula más pequeña en que se puede dividir la materia mediante procedimientos químicos, e interviene en los cambios químicos. Recio (1998) p.14.

Molécula. Es la partícula o estructura más pequeña que conserva las propiedades del compuesto. Recio (1998) p.13.

Electrón. Un electrón es una partícula elemental estable, cargada negativamente que constituye uno de los componentes fundamentales del átomo. <http://energia-nuclear.net/definiciones/electron.html>

Electrones de valencia. Esta terminología hace referencia a los electrones que intervienen en las uniones químicas. Rosi (2011) p.185

Polaridad. La polaridad es una propiedad de las moléculas que se relaciona con la distribución de cargas que presenta. A mayor asimetría en la distribución de cargas, mayor polaridad y viceversa. Rosi (2011) p. 187

Enlace químico. Es la unión entre los átomos para formar sistemas cristalinos (iónicos, metálicos) o moléculas (compuestos covalentes).
<http://www.fullquimica.com/2011/04/enlace-quimico.html>

Enlace covalente. Es un enlace en el que dos electrones son compartidos por dos átomos.

Representación molecular. Es la forma de indicar la estructura tridimensional de una molécula. <http://quimicalibre.com/representacion-de-la-molecula/>.

Geometría lineal: Dos pares de electrones alrededor de un átomo central, localizados en lados opuestos y separados por un ángulo de 180°.

Geometría planar trigonal: Tres pares de electrones en torno a un átomo central, separados por un ángulo de 120° .

Geometría tetraédrica: Cuatro pares de electrones alrededor de un átomo central, ubicados con una separación máxima equivalente a un ángulo de $109,5^\circ$.

Geometría pirámide trigonal: Cuatro pares de electrones en torno a un átomo central, uno de ellos no compartido, que se encuentran separados por un ángulo de 107° .

Geometría angular: Cuatro pares de electrones alrededor de un átomo central, con dos de ellos no compartidos, que se distancian en un ángulo de $104,5^\circ$. Por ejemplo el agua. Esto se debe a la mayor repulsión generada por el mayor volumen de los pares de electrones solitarios.

Ángulo de enlace.- Es la abertura formada por las líneas que unen los núcleos de los átomos de la molécula. La forma de una molécula está determinada por los ángulos de enlace.

Radio covalente. Es la mitad de la distancia entre dos núcleos de átomos iguales que forman un enlace covalente.

<http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/properiodicas/radcovalente.html>

Modelo de Lewis. El modelo de Lewis explica la manera de representar con puntos y líneas los electrones y enlaces.

Ángulo de enlace.- Es la abertura formada por las líneas que unen los núcleos de los átomos de la molécula. La forma de una molécula está determinada por los ángulos de enlace.

Radio covalente. Es la mitad de la distancia entre dos núcleos de átomos iguales que forman un enlace covalente.

<http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/properiodicas/radcovalente.html>

Modelo de Lewis. El modelo de Lewis explica la manera de representar con puntos o líneas a los electrones de valencia.

Habilidades intelectuales. Conjunto de capacidades que optimizan el aprendizaje de nuevos conocimientos.

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Habilidades-Intelectuales/140653.html>

Para Maltó (2010) en el aprendizaje de las ciencias se hace uso de un conjunto de habilidades intelectuales. Éstas son: **observar, comparar, identificar, interpreta, explicar, clasificar, describir, conceptualizar, inferir, definir, valorar, caracterizar, formular, enunciar, argumentar, ejemplificar, abstraer, concretar, inducir, deducir, analizar, sintetizar.** El desarrollo de una habilidad implica la participación activa del sujeto.

Razonamiento espacial. Evalúa la capacidad del individuo para visualizar objetos en su mente, así como la habilidad de imaginar un objeto en diferentes posiciones, sin perder de él sus características. <http://www.mentesenblanco-razonamientoabstracto.com/razonamiento-espacial.html>

Habilidades de estructuración espacial. Capacidad para organizar y disponer los elementos en el espacio, en el tiempo o ambos a la vez.

<http://educacionpsicomotriz3.jimdo.com/actividades-de-psicomotricidad/estructuraci%C3%B3n-espacial/>

Percepción espacial o estructuración espacial.- Es la habilidad para ignorar información irrelevante, e identificar relaciones espaciales; incluye la habilidad para percibir la localización de objetos horizontal y /o verticalmente. (Voyer, Voyer & Bryden, 1995).

Visualización espacial. Es la habilidad de manipular información compleja en el espacio, siendo necesario para ello la realización de una serie de pasos intermedios (Tuross, J.M & Ervin , A.I., 2000).

ANEXO 2

Fotografías de los alumnos durante la aplicación de las estrategias didácticas aplicadas.
















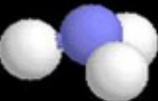





ANEXO 3. Código de colores de algunos elementos químicos

Nombre del elemento	Color	Radio covalente (Å)
Hidrógeno	 Blanco	0.32
Oxígeno	 Azul	0.73
Nitrógeno	 Rojo	0.75
Carbono	 Negro	0.77
Cloro	 Verde	0.99
Azufre	 Amarillo	1.02

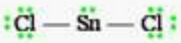
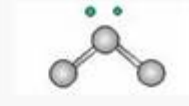
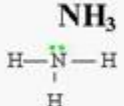
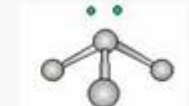
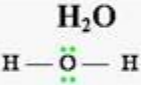
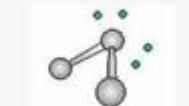

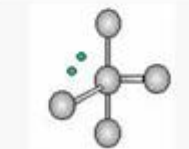
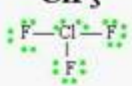
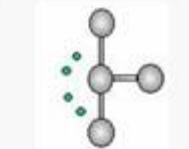
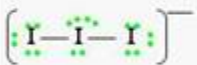
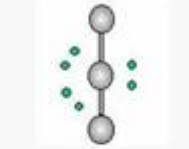
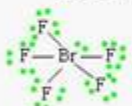
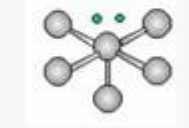
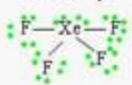
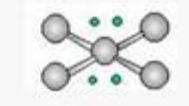
ANEXO 4

Molécula	Estructura de Lewis	Pares enlazantes	Pares no enlazantes	Estructura	Geometría	Modelo molecular
BeCl₂	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \vdots \\ \text{Cl} - \text{Be} - \text{Cl} \\ \vdots \\ \cdot\cdot \end{array}$	2	0	$\text{Cl} - \text{Be} - \text{Cl}$	Lineal	
BF₃	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \vdots \\ \text{F} \\ \vdots \\ \text{F} - \text{B} - \text{F} \\ \vdots \\ \cdot\cdot \end{array}$	3	0	$\begin{array}{c} \text{F} \\ \diagup \\ \text{B} \\ \diagdown \\ \text{F} \end{array}$ 120°	Triangular	
CH₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	4	0	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 109,5°	Tetraédrica	
NH₃	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{N} - \text{H} \\ \\ \cdot\cdot \end{array}$	3	1	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \\ \text{N} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <109,5°	Pirámide trigonal	
H₂O	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \vdots \\ \text{H} - \text{O} - \text{H} \\ \vdots \\ \cdot\cdot \end{array}$	2	2	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \\ \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <109,5°	Angular	

Moléculas en las que el átomo central no tiene pares de electrones libres

BeCl₂	BF₃	CH₄	PCl₅	SF₆
2 pares de e- de enlace	3 pares de e- de enlace	4 pares de e- de enlace	5 pares de e- de enlace	6 pares de e- de enlace
180°	120°	109.5°	120°, 90°	90°
Lineal	Triangular plana	Tetraédrica	Bipirámide trigonal	Octaédrica

Moléculas en las que el átomo central tiene pares de electrones libres (PL) y pares de electrones de enlace (PE)

SnCl_2 	PE = 2 PL = 1	Triangular plana		Angular < 120°
NH_3 	PE = 3 PL = 1	Tetraédrica		Pirámide Trigonal 107°
H_2O 	PE = 2 PL = 2	Tetraédrica		Pirámide Trigonal 105°
SF_4 	PE = 4 PL = 1	Bipirámide trigonal		Balanzín
ClF_3 	PE = 3 PL = 2	Bipirámide trigonal		Forma de T
I_3^- 	PE = 2 PL = 3	Bipirámide trigonal		Lineal
BrF_5 	PE = 5 PL = 1	Octaédrica		Pirámide cuadrada
XeF_4 	PE = 4 PL = 2	Octaédrica		Plana cuadrada