

**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA
PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL EN EL CAMPO DE LA
ESTEREOQUÍMICA ORGÁNICA CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

Lic. Martin Ernesto Martínez Blanco

Director

Dr. Pedro Nel Zapata C.

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Programa de Maestría en Docencia de la Química

Bogotá 2017

**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA
PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL EN EL CAMPO DE LA
ESTEREOQUÍMICA ORGÁNICA CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

Lic. Martín Ernesto Martínez Blanco

**Trabajo de Grado presentado para optar el título
de Magíster en Docencia de la Química
Director Dr. Pedro Nel Zapata C**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Programa de Maestría en Docencia de la Química
Bogotá 2017**

Dedicatoria

A mis hijas, mi esposa, mi madre y mi hermana, quienes han estado atentas y apoyando mi trabajo.


A la memoria de mi Padre...quien partió esperando este momento . . .

Agradecimientos

1. A las instituciones educativas, Integración Moderna por el aporte en espacio y el talento humano de sus estudiantes y al Instituto Técnico Laureano Gómez, por el apoyo.
2. Al Dr. Pedro Nel Zapata, por su ánimo, acompañamiento y orientación.
3. A mi esposa, por ser mi compañera, asesorarme y colaborar con discusiones académicas, enriqueciendo el presente trabajo.
4. Al grupo de estudiantes, del Colegio Integración Moderna, grado 11, por trabajar con esmero, honestidad y alegría, propiciando los resultados para este trabajo.

**En cumplimiento con el Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42,
parágrafo 2,**

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	<i>FORMATO</i>	
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 6	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado de Maestría
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL EN EL CAMPO DE LA ESTEREOQUÍMICA ORGÁNICA CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA
Autor(es)	Lic. Martínez Blanco, Martin Ernesto
Director	Dr. Pedro Nel Zapata Castañeda
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 115 p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	PENSAMIENTO ESPACIAL, ESTEREOQUÍMICA, DESARROLLO DE HABILIDADES

2. Descripción
<p>Específicamente, para la enseñanza de las Ciencias Naturales o Ciencias Físicas y en particular en la enseñanza de la química, se pretende vincular el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento espacial con tópicos propios de esta ciencia de manera que se determine el desarrollo de la habilidad a tratar y la importancia de ella en el desarrollo de un tema específico como es la ubicación espacial de los átomos en una molécula y por consiguiente las condiciones que permiten la formación de una estructura molecular. Se parte de la idea que el estudiante desconoce los conceptos propios de la geometría molecular, hecho que le conduce a carecer de la interpretación de las estructuras moleculares y por consiguiente de poco desarrollo de su pensamiento espacial.</p>

Lo anterior determina que la estereoquímica sea una disciplina de la química poco atendida en el aula por los docentes. Se pretende mejorar la comprensión de estos conceptos e incrementar el pensamiento espacial.

El estudio se aplicó a estudiantes de grado undécimo, (con edades entre 15-18 años). Dado que el estudio se enmarcó bajo una metodología de tipo cuantitativo el proceso fue secuencial y probatorio, la idea generadora condujo a plantear una hipótesis que fue validada con la aplicación del post-test.

3. Fuentes

- Adúriz-Bravo, A. (2010). Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos. Aguirre Lopera, L. M., Ávila Mejía, P. E., Echeverri, P. A., Quintero Zuluaga, L. V., & Triana Muñoz, M. M. (2008). Desarrollo del pensamiento espacial y la formulación de problemas geométricos.
- Arroyo-Carmona, R. E.; Fuentes López, H.; Méndez-Rojas. Á. y Pérez-Benítez, A.(2005) La geometría: ¡Un pie que cojea en la enseñanza de la estereoquímica; Educ. quím., 16 (Núm. Extraord.), 184-190.
- Betancur Bustamante, J., Londoño Ochoa, Y. A., Martínez Restrepo, L. B., Posada Restrepo, F. B., & Rua García, T. P. (2008). Pensamiento espacial: el proceso de representación de figuras tridimensionales en el plano bidimensional.
- Binet, A. (1905). New Methods for the Diagnosis of the Intellectual Level of Subnormals. *L'Année Psychologique*, 12, 191-244.
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities. A Survey of Factor-analytic Studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1961). *Fluid and Crystallized Intelligence*.
- Chamizo, J. (1992). Modelos del Enlace Químico. *Elementos, Ciencia y Cultura*, 28-32.
- Danhke, G.L. (1989). Investigación y comunicación. En C. Fernández—Collado y G.L. Danhke (comps.). *La comunicación humana: ciencia social*. México, D.F.: McGraw—Hill de México, 38
- Dziekonski, M. (2012). La inteligencia espacial: Una mirada a Howard Gardner. *Revista ArteOficio*, 2(2).
- De Jong, O.(1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las Ciencias*. (17), 279-288.
- Egan, D. (1988). Individual Differences in Human-Computer-Interaction. En M. Helander (Ed.), *Handbook of human-computer-interaction* (págs. 543-568). Amsterdam: Elsevier.
- Franco, M., & Nelly, D. (2014). Elementos estructurales de los videojuegos potencialmente educativos para el desarrollo de temáticas escolares relacionadas con el pensamiento espacial en niños y niñas entre ocho y diez años.
- Badillo, R. G. (2005). *La formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: memorias de investigación*. U. Pedagógica Nacional.
- Gardner, H. (1985). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*.
- Gardner, H. (2005). *Inteligencias Múltiples-La teoría en la Práctica*. Editorial Paidós, Barcelona.
- Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. New York: Basic Books.
- Gonzato, M., Fernández, M., & Díaz, J. J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 99-117.

- Gottfredson, L. (1994). Mainstream Science on Intelligence. Wall Street Journal - 13 December- [Reprinted INTELLIGENCE U(I) 13-23, 1997], p A18.
- Grajales, Z., & Nelson, F. (2014). La geometría de las plantas: una experiencia de modelación matemática en el pensamiento espacial y sistemas geométricos.
- Guilford, J. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J., & Zimmerman, W. (1947). Some A.A.F. findings concerning aptitude factors. *Occupations*, 26, 154-159.
- Keller, B., Wasburn-Moses, J., & Hart, E. (2002). Improving Students' Spatial Visualization Skills and Teachers' Pedagogical Content Knowledge by using on-line Curriculum-embedded Applets: Overview of a Research and Development Project. <http://illuminations.nctm.org/downloads/IsoPaperV4.pdf> (Disponible 14 October 2009).
- Linn, M., & Petersen, A. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*, Tech. Rep. No. 9, Stanford, CA, Stanford University, School of Education.
- Lowrie, T. (1994). Developing Talented Children's Mathematical Ability through Visual and Spatial Learning Tasks. Australian Association for Research in Education, <http://www.aare.edu.au/92pap/lowrt92487.txt> (Disponible 14 Octubre 2009).
- Maier, P. (1998). Spatial Geometry and Spatial Ability: How to Make Solid Geometry Solid? En E. Cohors-Fresenborg, K. Reiss, G. Toener, & H. Weigand (Edits.), *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (págs. 63-75). Osnabrück.
- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86 (5), 889-918.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). Matemáticas. Lineamientos curriculares. MEN. Bogotá. (Hay una edición del mismo año en la Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá).
- Morales, C. A., & Majé, R. (2010). Pensamiento espacial y desarrollo de competencias matemáticas la enseñanza de un caso particular: los cuadriláteros.
- Moreira, M. Greca, I. Y Rodríguez, M. (2002). Modelos mentales y Modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Investigación en Educación en Ciencias*. (2),36-56.
- Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. Paris
- Newcombe N & Huttenlocher J. (2000). *Making Space: The Development of Spatial Representation and Reasoning*. Cambridge, MA: The MIT Press. (Consulted 14 Octubre 2009).
- Pellegrino, J., Alderton, D., & Shute, V. (1984). Understanding Spatial Ability. *Educational Psychologist*, 19 (3), 239-253.
- Pérez, M. R., & López, E. D. (1989). Entrenamiento cognitivo y mejora de la inteligencia. *Revista de educación*, (289), 391-408.
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Romero, C. (2003). *Psicología del aprendizaje y la educación superior*. Santa Patricia: Visión Universitaria.
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 4, (1).
- Saorín, J. (2006). Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Sjölander, M. (1998). Spatial cognition and environmental descriptions. Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces.

- <http://www.sics.se/humle/projects/persona/web/persona.html> (disponible 14 Octubre 2009).
- Sorby, S., Wysocki, A., & Baartmans, B. (2003). Introduction to 3D Spatial Visualization: an active approach. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning. Revista EAN No.58 septiembre-diciembre p.27-40
- Tamara, Y. (2015). Recurso Educativo Digital Abierto Para el Desarrollo del Pensamiento Espacial en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de las Cónicas en Estudiantes de Décimo Grado. *Revista de Matemática MATUA*, 2(1).
- Tobón, S., & Rojas, A. C. N. (2013). La gestión del conocimiento desde el pensamiento complejo: un compromiso ético con el desarrollo humano. *Revista EAN*, (58), 27-40.
- Torres Hernández, S. C., & Gaitán Medina, C. A. (2016). Desarrollo del pensamiento espacial por medio de un material educativo digital en estudiantes de grado quinto del colegio Ofelia Uribe de Acosta (IED).
- Villegas, A. <http://es-puraquimica.weebly.com/enlaces-quimicos.html>
<http://quimica.laguia2000.com/enlaces-quimicos/enlaces-del-carbono#ixzz4A4NVpx9g>
<http://maryoriquimicaorganica.blogspot.com.co/>
<http://www.monografias.com/trabajos16/espacio-tiempo/espacio-tiempo.shtml#NOCION#ixzz46yU6zpAB>
- O., Zapata, L., Cabrera, D., Arboleda, V., Fernández, J. A., García, L.,... & García, E. (2008). Pensamiento espacial a través del doblado del papel. *CIDD-II Congreso Internacional de Didáctica*, 248-253.
- Wade, L. G., Pedrero, Á. M., & García, C. B. (2004). *Química orgánica* (pp. 492-495). España: Pearson prentice hall.
- Whitten, K. (1999). *Química General*. Madrid: Mc Graw Hill.
<http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.html>

4. Contenidos

Inteligencias múltiples: Howard Gardner (2005)

(siete) espacial-Pensamiento científico

Resolución de Problemas: ubicación, orientación y distribución de espacios es propio a esas personas que tienen desarrollada su inteligencia espacial

Habilidades Espaciales: Relaciones espaciales - Percepción espacial -Visualización espacial - Rotación mental -Orientación espacial

Importancia de la Geometría: La geometría es uno de los saberes que se debe utilizar en química, Los conceptos geométricos serán utilizados para construir, modelar y dar algunas explicaciones de comportamiento molecular.

Estereoquímica: parte de la química que toma como base el estudio de la distribución espacial de los átomos que componen las moléculas

5. Metodología

Se enmarca en una metodología de tipo cuantitativo-experimental, sin embargo, la organización en el desarrollo de las diferentes etapas lo ubica dentro de un diseño cuasi experimental. Los diseños de investigación cuasi experimentales se basan en la distribución de los grupos participantes, la principal característica es la NO aleatoriedad de los participantes. Los jóvenes participantes fueron seleccionados a partir del trabajo cotidiano en el aula en clase de química. La siguiente condición, está relacionada con la aplicación de las pruebas: pre y post- donde se mide la validez y efectividad del programa de intervención. Los estudiantes designados corresponden a jóvenes (hombres y mujeres) entre los 15 y 18 años, cursando el grado undécimo, en el colegio Integración Moderna (de carácter privado), ubicado en el barrio Américas Occidental en la localidad 8 (Kennedy).

Etapa 1. Se hace medición inicial que da una valoración que marca los procesos de intervención; pre-test, da una cuantificación que sirve como punto de partida según el concepto a desarrollar y el nivel en que se encuentra cada estudiante. Etapa 2. Recolección de datos y análisis de los resultados bajo un enfoque cuantitativo: se mide el avance desde la preprueba hasta la post-prueba, la condición de desarrollar/ampliar el pensamiento espacial; se mide la eficacia del programa de intervención de tal forma que se obtenga un rango pertinencia y eficacia. Siendo una actividad cuasi experimental, por su dimensión temporal, en un momento exacto del tiempo, en el cual se recolecta datos (Hernández, 2006). El diseño, cuasi experimental de tipo longitudinal, ya que se analiza la incidencia del programa de intervención, y dentro de esta propuesta se escoge una estrategia pre prueba – post prueba, teniendo en cuenta que se indaga sobre el nivel de desarrollo de pensamiento, en un grupo de estudiantes. Etapa 3. Aplicación de la post-prueba donde se compara el nivel inicial y la modificación en las habilidades de cada estudiante, dando cuenta del avance o progreso y las modificaciones que el programa de intervención produjo en cada uno de ellos

6. Conclusiones

Las dinámicas de aula o estrategias metodológicas planteadas por el docente sí modifican los comportamientos y proceso de enseñanza- aprendizaje en un grupo de estudiantes. Se favorece el desarrollo del pensamiento espacial a partir de un programa de intervención cognitiva, sin embargo, se determina que el contexto socio cultural del docente propició una verdadera innovación y trasciende en su labor inculcando en sus estudiantes habilidades que además de permitirle el avance conceptual, puede en un momento determinado ser habilidad para su vida profesional, familiar y cotidiana.

Con la aplicación de pruebas sencillas se puede iniciar el estudio del nivel de desarrollo de las habilidades mentales en un grupo de estudiantes de educación media. Con los resultados cuantitativos obtenidos en dichas pruebas se determina un nivel medio en algunas habilidades y bajo en otras, por tanto, es oportuna la intervención del programa de intervención.

Se evalúa la intervención del docente, como parte importante del programa de intervención.

Las actitudes, lenguaje, acompañamiento, preparación y adecuación de los temas por parte del docente orientan el proceso de tal forma que, para efectos del estudio, y el objeto propuesto, estructura molecular y movimiento de los átomos en las moléculas, se desarrolla un nivel conceptual (en química) más que aceptable.

En relación con la participación del estudiante, como parte del programa de intervención se puede indicar que, con ayuda del docente y las unidades didácticas, los ejercicios propuestos, fueron superando brechas entre el ejercicio mecánico y la construcción teórica, hasta el punto de poder expresarse usando un lenguaje propio de la química; situación que conduce a sustentaciones adecuadas de los temas y ejercicios propuestos en la unidad didáctica-refuerzo.

De acuerdo con los resultados y su análisis se percibe la incidencia de los programas o ayudas didácticas en el aula, mostrando un avance o cambio en las habilidades que fueron propuestas para el estudio, el docente para mantiene de manera coherente una actualización de la información, el rigor de la ciencia (disciplina) y constante transformación de las prácticas de aula.

El docente debe tener plena conciencia sobre el material humano con el cual trabaja, aunque para efectos del estudio no se tuvieron en cuenta variables como condiciones ambientales, espacio físico y actitud de los estudiantes, si se enfatizó sobre las aptitudes de cada estudiante, posibilitando una mejor intervención del logro didáctico desarrollado, esto se alcanza partiendo de la caracterización del nivel de pensamiento de cada estudiante participante.

Elaborado por:	Martin Ernesto Martínez Blanco		
Revisado por:	Dr. Pedro Nel Zapata Castañeda		
Fecha de elaboración del Resumen:	28	08	2017

Contenido

1. Introducción.....	15
2. Justificación.....	18
3. Planteamiento del Problema.....	21
4. Objetivos	24
4.1. Objetivo General	24
5. Antecedentes	25
5.1. Antecedentes Internacionales.....	25
5.2. Antecedentes Nacionales.....	30
6. Marco Teórico	33
6.1. Habilidades de Pensamiento.....	34
6.2. Desarrollo del Pensamiento.....	36
6.2.1. Pensamiento Espacial	37
6.2.2. Noción de espacio	38
6.3. Conceptos geométricos básicos para construcción de modelos moleculares.....	39
6.4. Enlace Químico	40
6.5. Estereoquímica	41
6.6. Programa de Intervención	42
7. Metodología.....	43
7.1. Diseño de la investigación.....	43
7.2. Etapas de la investigación	44

	13
7.3. Pre est	45
7.4. Programa de Intervención Cognitiva.....	46
7.5. Post-Test.....	47
8-Técnica Recolección de la Información.....	47
9- Resultados	48
9.2. Plan de intervención	56
9.3. Resultado del Post-test.	62
10. Análisis General de los Resultados	71
11. Conclusiones	80
12- Bibliografía	82
13. Anexos.....	86
13.1. Anexo 1: Pre-Test.....	86
13.2. Anexo 2: Programa de Intervención Cognitiva- Secuencia Didáctica	92
13.3. Anexo 3: Refuerzo de Conceptos de Estereoquímica	100

Índice Tablas y Figuras

Tabla 1 Desarrollo de la Noción de Espacio	38
Tabla 2 Resultados del <i>Pre test por estudiante</i>	49
Tabla 3 Resultados por categoría de pensamiento	54
Tabla 4 Estadística General-Programa de Intervención	58
Tabla 5 Estadística por Categoría de Pensamiento Programa Intervención.....	60
Tabla 6 Estadística de respuestas para el post test.	64
Tabla 7 Estadística categoría pensamiento post-test	66
Tabla 8 Estadística comparativa pre-test/post test-por categoría de pensamiento.	68
Tabla 9 Resumen de aciertos por categoría.....	71
Tabla 10 Clasificación por niveles -resultados pre test.....	72
Tabla 11 Resumen de estadística porcentajes de aciertos-programa de intervención.....	73
Tabla 12 Porcentaje por niveles de categoría.....	73
Tabla 13 Porcentaje estadístico post-test.....	74
Tabla 14 Porcentaje de estudiantes por nivel de categoría-post-test.....	75
Tabla 15 Comparación aciertos pre test vs post test	75
Tabla 16 Cambio en prueba post intervención.....	76
Tabla 17. Rango por nivel de categoría post intervención	77
Figura 1 Programa de Intervención	20
Figura 2 Planteamiento del problema.....	23
Figura 3 Diseño Metodológico -cuasiexperimental	45
Figura 4 Respuesta de estudiante -Algunas dificultades en la rotación	52
Figura 5 Preconceptos de estudiantes-/conceptos geométricos.....	53
Figura 6 Dificultad para Visualizar con modelos.....	56
Figura 7 Dificultad para dibujar : usando visualizar y rotar.....	57
Figura 8 Evidencia de mejoramiento en la capacidad de percepción y orientación.....	62
Figura 9 Evidencia de mejoramiento de las habilidades de visualizar y rotación.....	63

1. Introducción

El desarrollo social y económico ha determinado una gran diversidad de enfoques en la estructura actual de los planes de estudio tanto a nivel de educación media, como a nivel de la educación superior. Los procesos de cambio han hecho que se aumenten las estrategias relacionadas con los procesos de aprendizaje y académicos para alcanzar un nivel competitivo en todos los ámbitos de desempeño de los sujetos. Las transformaciones de nuestra sociedad como son las comunicaciones, la variabilidad y transformación cultural, y las tecnologías, hacen que se despierten nuevos intereses en los estudiantes y por consiguiente nuevos métodos y metodologías en la enseñanza de las diferentes ciencias en las aulas de clase. Los docentes en sus diferentes disciplinas han generado dinámicas en las aulas para enfatizar o recalcar en tal o cual concepto, tema o unidad con el criterio propio de su preparación disciplinar.

Específicamente, para la enseñanza de las Ciencias Naturales, y en particular en la enseñanza de la química, se pretende vincular el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento con tópicos propios de esta ciencia, (para efecto del análisis, asignatura), de manera que se determine el desarrollo de la habilidad a tratar y la importancia de ella en el desarrollo de un tema específico como es la ubicación espacial de los átomos en una molécula y por consiguiente las condiciones tales como el tamaño de los átomos, sus energías, que determinan la formación de una estructura molecular.

El presente estudio se enmarca bajo un enfoque cuantitativo, teniendo en cuenta que, al inicio, en la aplicación de la prueba diagnóstica (pre-test, Anexo 1) los resultados obtenidos demostraron que el estudiante desconoce los conceptos propios de la geometría molecular, hecho que le conduce a carecer de la interpretación de las estructuras moleculares y por

consiguiente a desarrollar poco su pensamiento espacial. Lo anterior determina que la estereoquímica, sea una parte de la química poco atendida en el aula por los docentes. Se pretende mejorar la comprensión de estos conceptos a la vez que se pueda incrementar (o desarrollo) del pensamiento espacial.

Por lo tanto, el programa de intervención planteado en el estudio, complementa la idea general del docente ya que, en la actualidad para la didáctica de las ciencias experimentales, emplear modelos científicos escolares sirve para entender el funcionamiento del mundo natural mediante ideas abstractas y, al mismo tiempo, no se encuentren tan alejados de las concepciones alternativas que traen los niños y niñas, adolescentes y jóvenes a la escuela, permite un análisis pertinente de los conceptos (Adúriz-Bravo, 2010). En relación con este estudio, propicia una mejor interpretación de la ubicación de los átomos, en las moléculas formadas. Entonces, es preciso iniciar el estudio con un conocimiento por parte del docente del nivel de pensamiento ya sea concreto o espacial a la par de un dominio de conceptos o preconceptos para abordar el tema propuesto, estereoquímica.

El presente trabajo consta de 8 capítulos donde se encuentra, en el capítulo 2 una justificación donde se plasma la importancia de realizar la investigación, capítulo 3 planteamiento del problema donde se analiza el comportamiento de los estudiantes con dificultades de pensamiento espacial. En el capítulo 4 –objetivos, se traza la meta o situación a cambiar, con base en la aplicación del programa de intervención. En los antecedentes, se describen los trabajos desarrollados o a fines con el tema propuesto para el estudio.

En el capítulo 6, marco teórico, se tratan los conceptos fundamentales necesarios para la investigación propuesta, a raíz de la observación durante una sesión introductoria a estereoquímica, donde se evidencia la carencia o poca comprensión del pensamiento espacial; se

decide entonces, adoptar una metodología de tipo cuasi experimental, que inicia con la aplicación de una prueba que orienta las etapas posteriores; esta metodología se explica en el capítulo 7, donde se encontrará como se desarrollará la investigación, población etc. En el capítulo 8 se explicará la forma como se hizo la recolección de datos.

El estudio se aplicó a 78 estudiantes de grado undécimo, (con edades entre 15-18 años). Dado que el estudio se enmarcó bajo una metodología de tipo cuantitativo, no experimental, permitió la conducción del trabajo en el aula sin más injerencia que la resolución del programa de intervención; con carácter explicativo siendo el interés preponderante explicar las condiciones que se requieren para aumentar y/o desarrollar pensamiento espacial. El proceso se planteó secuencial y probatorio, la idea generadora condujo a plantear una hipótesis que fue validada con la aplicación del post-test.

2. Justificación

Desde un punto de vista didáctico, científico e histórico, se considera una necesidad volver a recuperar el sentido espacial intuitivo en todas las disciplinas. Para efectos del estudio se propone, a partir de los conceptos teóricos que intentan explicar la formación de moléculas (estructuras moleculares) hacer que los estudiantes piensen “espacialmente” la ubicación de los átomos o grupos de átomos en un compuesto orgánico.

Por ello, no basta quedarse en “el hacer”, en lo –operativo. Trascender hasta desarrollar un pensamiento formal, es la misión que los profesores se trazan al iniciar un curso. En un alto porcentaje esto no se logra; es por ello por lo que cobra importancia generar desde el trabajo en aula iniciativas que modifiquen procesos de aprendizaje y enseñanza. Los docentes aluden muchas causas generales, sin embargo, para que la modificación se lleve a cabo se debe tener en cuenta que cada grupo presenta sus particularidades. Para este estudio en particular, se presume como causas que no han permitido el desarrollo del pensamiento espacial, el poco interés que los docentes han dedicado a la enseñanza de la geometría y la poca importancia que los estudiantes le han otorgado no vinculado los conceptos con realidades cotidianas.

La intención es superar estas causas que ocasiona el bajo desarrollo académico y encaminar actividades, a través de implementación de programas de intervención, que finalmente permitan un desarrollo de pensamiento acorde con la edad cronológica y escolar de los estudiantes; lo anterior se explica en los procesos y habilidades ejecutados por los niños, niñas y jóvenes en las aulas.

Howard Gardner (2005) en su teoría de las múltiples inteligencias (siete) considera como una de estas inteligencias, la espacial y plantea que el pensamiento espacial es esencial para el

pensamiento científico, ya que es usado para representar y manipular información en el aprendizaje y en la resolución de problemas. El manejo de información espacial para resolver problemas de ubicación, orientación y distribución de espacios es peculiar a esas personas que tienen desarrollada su inteligencia espacial. Se estima que la mayoría de las profesiones científicas y técnicas, tales como el dibujo técnico, la arquitectura, las ingenierías, la aviación, y muchas disciplinas científicas como química, física, matemáticas, requieren personas que tengan un alto desarrollo de inteligencia espacial. Cobra importancia para el objeto del estudio este planteamiento ya que los sistemas geométricos se requieren en el desarrollo de procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones, y sus diversas traducciones a representaciones materiales, y particularmente en el diseño y la modelación de estructuras moleculares, tal como se explica a continuación,

Los sistemas geométricos se construyen a través de la exploración activa y modelación del espacio tanto para la situación de los objetos en reposo como para el movimiento. Esta construcción se entiende como un proceso cognitivo de interacciones, que avanza desde un espacio intuitivo o sensorio-motor (que se relaciona con la capacidad práctica de actuar en el espacio, manipulando objetos, localizando situaciones en el entorno y efectuando desplazamientos, medidas, cálculos espaciales, etc.), a un espacio conceptual o abstracto relacionado con la capacidad de representar internamente el espacio, reflexionando y razonando sobre propiedades geométricas abstractas, tomando sistemas de referencia y prediciendo los resultados de manipulaciones mentales.

Este proceso de construcción del espacio está condicionado e influenciado tanto por las características cognitivas individuales como por la influencia del entorno físico, cultural, social e histórico. Por tanto, el estudio de la geometría en la escuela debe favorecer estas interacciones. Se trata de actuar y argumentar sobre el espacio ayudándose con modelos y figuras, con palabras del lenguaje ordinario, con gestos y movimientos corporales (<http://cristinagalejandrac.blogspot.com.co/2012/11/pensamiento-espacial.html>)

A la par con los conceptos geométricos, el lenguaje químico, las leyes físicas que interactúan en la formación de enlace, son aspectos destacados en la propuesta a desarrollar, a esto se suman otras consideraciones: la unión adecuada de una serie de eventos en el aula de clase es lo que garantiza la consecución de objetivos trazados. Razón por la cual se pretende articular, de acuerdo con la figura 1:

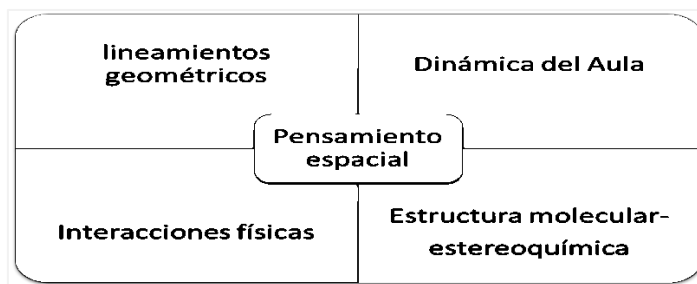


Figura 1 Programa de Intervención

Cada experiencia del aula genera una transformación que debe concluir con una manera de aprender particular para el grupo que fue diseñada. Esto quiere decir, abordar de una forma operativa la clase, pero con una dirección específica: Cada situación debe conducir a la interpretación y aprehensión de un concepto de tal forma que se logre un cambio en el pensamiento, de operativo a espacial.

De igual manera, es preciso conducir el trabajo en el aula de clases de manera secuencial ya que para desarrollar o incrementar las habilidades se requiere una secuencia que indique el avance en cada estudiante.

3. Planteamiento del Problema

De acuerdo con las ideas planteadas en la introducción con relación a los estudiantes de los cuales se presume desconocimiento o poca recordación de los conceptos propios de la geometría, situación que con lleva a una poca interpretación de las relaciones estructurales, por consiguiente el desconocimiento de la geometría de las moléculas, unido al hecho de no conocer las relaciones físicas sirven como causa para que un estudiante presente dificultad para la interpretación de las estructuras moleculares y por consiguiente poco desarrollo de su pensamiento espacial y la idea en los docentes donde el aprehender y comprender la estructura molecular a partir de una experiencia (modelo) bidimensional limita la apropiación de un concepto tan complejo como este y por consiguiente dificulta la interpretación de la ubicación de los átomos, el mínimo manejo de la “perspectiva” en los dibujos o modelos.

No se trata de descalificar las ayudas didácticas usadas por los docentes; sin embargo, se debe enfatizar en la rigurosidad de los libros de texto que se usan a diario en la planeación y desarrollo de las prácticas de aula. Muchos de estos libros de texto, son libros traducidos de otros idiomas en la que “la ciencia que se hace objeto de la enseñanza es la versión de la versión, de la versión” Sin contar con la ubicación temporal: los libros de textos se convierten en anacrónico cuando son usados por los estudiantes (Gallego, 2005, p.68). A estos se puede adicionar la severidad o no del docente en mantener actualizado sus contenidos y mantener los adelantos propios de la disciplina (química) y compartir o no con sus estudiantes estos avances y ubicar en contexto los contenidos a enseñar. Una manera de disminuir la brecha en los libros de texto y la actualización tiene que ver con el aumento de docentes que han propiciado la elaboración de textos más relacionados con el contexto nacional y la situación particular del país, pero siguen siendo conducidos de acuerdo con el contexto socioeconómico y/o cultural del

docente que le elabora. Para el caso específico de este estudio la estereoquímica se explica de manera somera y se presume que es un apartado poco “trabajado” por los docentes.

La palabra “innovación” ha sido empleada en los estudios y gran número de propuestas de docentes inician con ella; pero solo la verdadera práctica de aula con paradigmas diferentes es donde se hace realidad. De acuerdo con algunos estudios sobre la formación de docentes (Gallego, 2005) a pesar de los estudios didácticos y metodológicos, siguen replicando modelos de quienes fueron sus profesores; junto a este sistema se encuentra las políticas públicas que no facilitan un verdadero avance. Otra equivocación en la que cae el sistema es creer que los procesos de enseñanza o el “enseñar” es “tarea fácil”. Entonces, se puede decir que “innovar” sin un proyecto curricular amplio y que albergue los ejes conceptuales de manera integrada el ser, hacer y la actitud no generará ninguna transformación.

Otro autor en este proceso es el estudiante. Las actividades desarrolladas por los estudiantes son aquellas propuestas por sus docentes. Estas actividades están ligadas al interés del docente y la calidad de los resultados está relacionada con los intereses y prioridades de los estudiantes y con sus preconceptos o ideas previas. Cabe resaltar, que en los contextos sociales actuales los intereses de los estudiantes se mantienen lejos de los contenidos conceptuales de las disciplinas científicas, entonces una manera de reducir los distractores es determinar las prácticas dinámicas y atractivas que desvíen la atención de los niños y jóvenes hacia el trabajo académico y lo visualicen como un mejoramiento en sus razonamientos. Analizadas las situaciones anteriores se reconoce la dificultad en el trabajo en el aula para direccionar los estilos de aprendizaje punto de partida del estudio, de acuerdo con la figura 2:

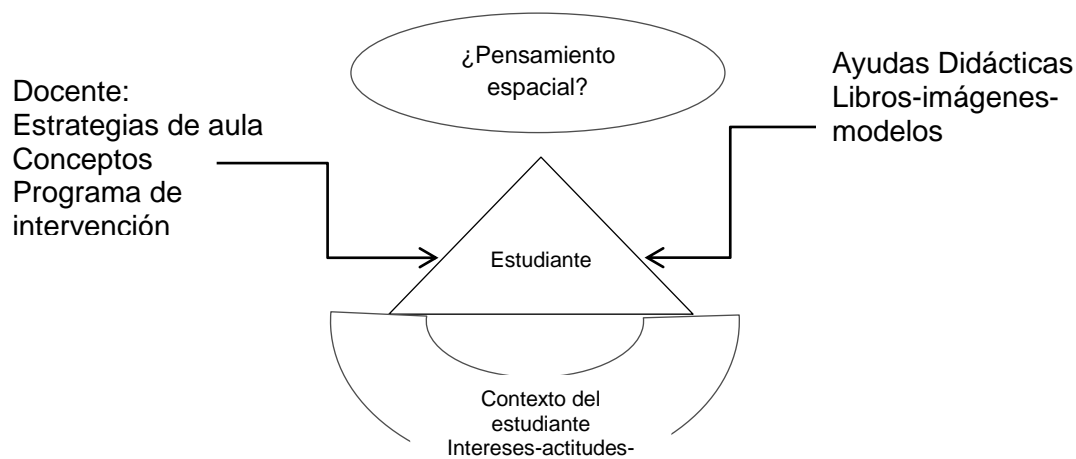


Figura 2 Planteamiento del problema

Entonces, el punto de partida tiene como base la dificultad encontrada durante el trabajo en aula con modelos escolares y la escasa efectividad en la comprensión de las estructuras moleculares por consiguiente se pretende establecer *“qué influencia tiene la aplicación de un programa de intervención cognitivo en el desarrollo del pensamiento espacial en el contexto de la enseñanza de la isomería orgánica en educación media”*

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Favorecer el desarrollo del pensamiento espacial a partir de un programa de intervención cognitiva usando estructuras moleculares en el campo de la estereoquímica de compuestos orgánicos.

4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el nivel de pensamiento espacial en el campo de la estereoquímica de un grupo de estudiantes del colegio Integración Moderna por medio de una prueba pretest.
- Favorecer del desarrollo del pensamiento espacial de los estudiantes de la población por medio del diseño y aplicación de un programa de intervención cognitiva en el campo de la estereoquímica de compuestos orgánicos.
- Evaluar el nivel de pensamiento espacial de los estudiantes en el campo de la estereoquímica de compuestos orgánicos, luego de emplear el programa de intervención cognitiva, por medio de una de una prueba posttest.

5. Antecedentes

Los estudios analizados se caracterizan por incluir en sus propuestas diferentes estrategias que conducen a un mejoramiento en la adquisición de conceptos. Se destacan a continuación aquellos que aportan a este estudio un referente teórico y una aproximación ya que no se pretende hacer una generalización; se puede indicar que los trabajos de investigación en el aula son propios y específicos para el grupo que fueron diseñados y aplicados y pueden convertirse en base para otros estudios, pero los resultados están sujetos al tiempo, el contexto socio-económico y los aprendizajes previos de los niños y/o jóvenes. Por tal razón al documentar el estudio se revisan aquellos trabajos que se relacionan en forma directa o indirecta, estos últimos se tienen en cuenta dado el valor que se evidencia en otras habilidades importantes para un aprendizaje eficaz, y que sin ellas el desarrollo del pensamiento espacial no podría efectuarse (o tan siquiera acercar al estudiante a estrategias que mejoren sus aprendizajes).

5.1. Antecedentes Internacionales.

En la literatura consultada, Alfred Binet, define la inteligencia como la totalidad de los procesos mentales implicados en la adaptación al entorno (Binet, 1905) y Cattell (1961) sostiene que la inteligencia está formada por dos partes fundamentales: inteligencia fluida y cristalizada. La fluida, se considera que es una capacidad innata, es la habilidad de razonamiento básico, mientras que la inteligencia cristalizada es la información y habilidad que se adquiere a través de la experiencia en un entorno cultural.

Según (Guilford, 1967) es “el conjunto de sub-capacidades cuya función es procesar información”.

Howard Gardner considera que la inteligencia es la “capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas” (Gardner, 1985) y no niega el componente genético, pero sostiene que esas potencialidades se van a desarrollar dependiendo del medio ambiente, las experiencias vividas, la educación recibida.

En 1979, la Fundación Bernard Van Leer, con el objeto de apoyar innovaciones útiles en la educación para beneficiar a disminuidos psíquicos, pidió a la Escuela de Educación para Posgraduados de Harvard que evaluará el estado del conocimiento científico referente al potencial humano y su logro. Del trabajo desarrollado y dirigido por Howard Gardner se generó un informe sobre los potenciales humanos vistos desde una perspectiva psicobiológica. Este informe fue editado bajo el título *Frames of Mind. The Theory of Multiple Intelligencies* en 1983.

Señala además que el ser humano posee ocho inteligencias (teoría de las Inteligencias Múltiples-IM), entre ellas, la inteligencia espacial. Sobre la inteligencia espacial, Gardner (1985) afirma que el conocimiento espacial puede servir como un instrumento útil, un auxiliar para el pensamiento, un modo de capturar información, un modo de formular problemas o el propio medio de resolverlos. Hay quienes consideran que habiendo alcanzado un individuo una facilidad verbal mínima, su destreza en la habilidad espacial determinará hasta donde progresará en las ciencias. El lenguaje del espacio o pensar en el medio espacial es pensar en tres dimensiones.

La capacidad de percibir patrones espaciales o para establecer la orientación con respecto a los objetos en el espacio (Egan, 1988).

Carroll (1993), define la habilidad espacial como la capacidad de generar, mantener y manipular imágenes visuales abstractas. En el nivel más básico, el pensamiento espacial es la capacidad de codificar, recordar y transformar combinar los estímulos espaciales. El

"conocimiento espacial" se produce cuando la visualización y el pensamiento relacional se aplican conjuntamente (Lowrie, 1994). Gottfredson (1994) escribe que la inteligencia se puede describir como "Una muy general capacidad mental que, entre otras cosas, implica la habilidad de razonar, planear, resolver problemas, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender rápidamente y aprender de la experiencia.

De Jong (1996), declara las dificultades en los países europeos y en particular en Holanda¹, expone la imagen negativa de la química, dado que los estudiantes le consideran como disciplina "tediosa" y su dificultad para entender los conceptos y reglas básicas. De igual manera en el nivel universitario son pocos los estudiantes que le eligen como electiva, algunos aspectos para alejarse de esta ciencia tienen que ver con el uso de la memoria, al conocer los conceptos, pero no entenderlos; frustración en los docentes ante la repetición y la demostración poco efectivas; en cuanto a las prácticas de laboratorio se tildan de aburridas y semejantes a "recetarios de cocina", luego de citar algunas dificultades encamina las transformaciones hacia el profesor de química como productor de texto, como consultor, como investigador de manera particular para su grupo de estudiantes y usar concepciones previas, modificar estrategias de aula. Finaliza su estudio dando una opinión y se refiere a la colaboración internacional.

Sjölander (1998), está de acuerdo con Cattell en que la inteligencia general puede dividirse en inteligencia fluida (innata), que es la habilidad para razonar y aplicar la información que se conoce a nuevas situaciones y se evalúa con pruebas de capacidad de razonamiento, con pruebas matemáticas y de capacidad espacial y la inteligencia cristalizada (aprendida) que utiliza lo aprendido para emitir juicios y resolver problemas.

Las definiciones propuestas para la capacidad espacial son muy numerosas: La capacidad espacial es la función cognitiva que hace posible que las personas puedan enfrentarse con

¹ Se hace énfasis en este país ya que corresponde al origen del investigador

eficacia a las relaciones espaciales, a las tareas visuales espaciales, y la orientación de los objetos en el espacio (Sjölinder, 1998).

Para Newcombe & Huttenlocher (2000), la habilidad espacial es una capacidad importante de la inteligencia humana separada del comportamiento cognitivo y neurológico.

Moreira, Greca y Rodríguez (2002) presentan una conferencia amplia sobre la teoría de los modelos mentales y la relación con los modelos conceptuales y como modelar en ciencias. Se destaca en él los posibles aportes que esta línea de investigación puede hacer a dos corrientes indispensables para mejorar y actualizar la enseñanza de las ciencias: la vertiente curricular e instruccional y la centrada en la investigación. De igual manera hace una descripción detallada de las características de los modelos mentales y su importancia en la explicación del mundo.

Hace énfasis en Moreira et al (2002):

Un modelo mental representa un estado de cosas, y consecuentemente su estructura no es arbitraria, tal y como lo es la de una representación proposicional (por ejemplo, la frase anterior, “el libro está sobre la mesa”, puede referirse a cualquier libro, abierto, cerrado, nuevo, viejo, sobre cualquier mesa, en la medida en que es abstracta y puede representarse de maneras diversas); el modelo mental desempeña un papel representacional analógico estructural y directo. Su estructura refleja aspectos relevantes del estado de cosas correspondiente en el mundo real o imaginario. El proceso puede ser analizado en cuatro etapas:

1. representar el sistema (su topología, su estructura);
2. “visionar” el sistema (desde la estructura, visualizar cómo podría funcionar el sistema); el resultado de esta etapa es el modelo causal;
3. ejecutar el modelo (imaginar el modelo funcionando; simulación mental);
4. comparar con la realidad los resultados imaginados del modelo. (p.39 y 42)

De igual manera, resaltan la relación entre modelos mentales y la comprensión de los fenómenos naturales. “Entender cualquier fenómeno natural es saber su causa, poder describir sus consecuencias y predecir sus efectos, de forma que el individuo pueda provocarlo, influenciarlo o evitarlo, o, por lo menos, explicarlo. En términos de lo que hemos indicado hasta

aquí, es tener un modelo mental de ese fenómeno, un modelo de trabajo en nuestras mentes que puede ser mentalmente manipulado, permitiéndonos hacer inferencias en a partir de elementos básicos organizados en una cierta estructura” Moreira et al (2002, p.44).

Se reitera la elección de este artículo por la insistencia en que el aprendizaje significativo implica construcción de modelos mentales, pero para facilitar el aprendizaje significativo de modelos conceptuales es muy probable que se deba pasar de la enseñanza hacia el modelaje en ciencias y el alejamiento de materiales didácticos meramente instruccionales y cambios al azar en el currículo, se insiste en entrelazar estos aspectos y acercarlos a la investigación y el desarrollo curricular e instruccional en la enseñanza de las ciencias .

La habilidad espacial (HE) es algo más que la capacidad mental de obtener mentalmente representaciones pictóricas. La HE incluye el análisis estructural de las relaciones operacionales a fin de que pueda tener lugar el pensamiento y La visualización espacial implica la comprensión y la realización de imaginar los movimientos de los objetos en 2 y 3 dimensiones en el espacio (Keller, Wasburn-Moses, & Hart, 2002).

Los aportes de Sánchez Carlessi y Reyes Romero (2003), acotan los términos que componen la capacidad espacial (aptitud, destreza y habilidad).

En cuanto a aptitud espacial se podría definir como el potencial innato que un individuo tiene para visualizar mentalmente un objeto de forma que sea capaz de hacerlo antes de haber realizado cualquier tipo de entrenamiento o tarea que pueda afectarle, de modo que esta aptitud contiene un cierto componente genético o hereditario (Sánchez Carlessi & Reyes Romero, 2003).

Saorín (2006), aporta una completa definición para la capacidad espacial basándose en las definiciones de las componentes de la capacidad espacial propuestas por varios autores (Guilford & Zimmerman, 1947), (Pellegrino, Alderton, & Shute, 1984), (Linn & Petersen,

1985): “La habilidad de manipular mentalmente los objetos y sus partes en un espacio bidimensional y tridimensional. Desde la perspectiva de su medición se puede entender como la habilidad de realizar rotaciones y comparaciones de cubos bidimensionales y tridimensionales (Relaciones Espaciales) y la habilidad de reconocer piezas tridimensionales mediante plegado y desplegados de sus caras (Visualización Espacial).”

5.2. Antecedentes Nacionales.

Para el MEN (1998) en sus estándares curriculares en matemáticas, el pensamiento espacial, entendido como “... el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones, y sus diversas traducciones o representaciones materiales” contempla las actuaciones del sujeto en todas sus dimensiones y relaciones espaciales para interactuar de diversas maneras con los objetos situados en el espacio, desarrollar variadas representaciones y, a través de la coordinación entre ellas, hacer acercamientos conceptuales que favorezcan la creación y manipulación de nuevas representaciones mentales. Esto requiere del estudio de conceptos y propiedades de los objetos en el espacio físico y de los conceptos y propiedades del espacio geométrico en relación con los movimientos del propio cuerpo y las coordinaciones entre ellos y con los distintos órganos de los sentidos.

Por su parte Aguirre y otros (2008) desarrollan una intervención para el desarrollo de pensamiento espacial a partir de la resolución de problemas geométricos, Betancur (2008) desarrolla procesos e identifica actividades que contribuyan al fortalecimiento de habilidades necesarias para que los estudiantes realicen una adecuada representación de figuras tridimensionales en el plano bidimensional.

Villegas (2008) desarrolla el pensamiento espacial a partir del doblado del papel como una estrategia lúdica que podrá permitirle al estudiante comprender con mayor facilidad algunos conceptos matemáticos y en particular geométricos.

Morales (2010) propone estrategias que contribuyen con el desarrollo del pensamiento espacial y las competencias matemáticas en estudiantes de la educación básica secundaria, a partir del estudio de cuadriláteros y el uso de la geometría dinámica.

Tobón (2013) hace referencia del conocimiento a partir del pensamiento complejo. Se incluye esta disertación debido ya que el tema central en como las investigaciones en los últimos años han mirado hacia cómo desarrollar el conocimiento. Es un tema de actualidad en todos los campos, por la construcción de la Sociedad del Conocimiento y por el aumento sin precedentes de la información. El objetivo propuesto fue analizar las contribuciones del pensamiento complejo al proceso de gestión del conocimiento y se proponen como resultados del análisis: 1) La gestión del conocimiento tiene una naturaleza compleja porque se da en el marco de continuos procesos de cambio de la información, tiene factores de incertidumbre relacionados con el cambio e implica procesos multidimensionales debido a la necesidad de ligar y entretrejer los conocimientos; 2) para gestionar el conocimiento, es necesario desarrollar un pensamiento complejo para que este proceso se realice con pertinencia, flexibilidad, multi-dimensionalidad y sentido ecológico; y 3) el pensamiento complejo posibilita gestionar el conocimiento con antro-po-ética, buscando de forma interrelacionada el bienestar personal, social, de la especie y del ambiente. En conclusión, vincular la gestión del conocimiento con el paradigma del pensamiento complejo, para que el conocimiento esté al servicio del desarrollo socio-ambiental sostenible y sustentable a corto, mediano y largo plazo.

Franco (2014), plantea el desarrollo de temáticas relacionadas con el pensamiento espacial, de acuerdo con los lineamientos curriculares del MEN colombiano a partir de los video juegos y Grajales (2014) analiza el proceso de modelación en el estudio de temas asociados al pensamiento espacial y su influencia en el aprendizaje de conceptos matemáticos asociados con el estudio geométrico de algunas plantas en lo que se refiere a la distribución de sus hojas y su crecimiento.

Tamara (2015) Propone una estrategia didáctica para promover el desarrollo del pensamiento espacial en el proceso de enseñanza aprendizaje de estructuras cónicas en estudiantes de décimo grado, a través del uso de herramientas tecnológicas y Torres (2016) potencia el desarrollo del pensamiento espacial mediante el trabajo con un Material Educativo Digital en una Institución Educativa Distrital (IED).

Planteado el objeto del estudio, pensamiento espacial, para el aprendizaje de estereoquímica, se indago sobre posibles trabajos relacionados. Sin embargo, en la revisión de antecedentes no se encontraron trabajos que referenciaran este concepto. Se considera, la investigación como un aporte para el desarrollo de pensamiento espacial a partir de la estereoquímica, incentivando el uso de nuevas estrategias metodológicas en el aula.

6. Marco Teórico

“El conocimiento del conocimiento que conlleva la integración del cognoscente en su conocimiento debe aparecer ante la educación como un principio y una necesidad permanente” Morín (1999, p.12). Con este postulado se pretende dar base al estudio propuesto, partiendo con destacar un nivel inicial de pensamiento espacial e intervenir de tal forma que habilidades básicas se fortalezcan. Para tal fin se hará una descripción de conceptos propuestos, estudiados por diversos autores que dan soporte teórico al presente trabajo.

Pensar es un proceso que se cataloga como “natural”, ya que el ser humano es clasificado como animal pensante, sin embargo, esta habilidad puede truncarse o mejorarse dependiendo del contexto del individuo. Para efecto del estudio, se intenta reestructurar el pensamiento del estudiante de manera que conceptos teóricos propios de la química sean asequibles y los jóvenes puedan expresar de manera adecuada evitando la queja permanente de los docentes en esta disciplina, relacionada con la poca apropiación de conocimientos.

Para dar fundamento teórico, se describe conceptos propuestos que sirven de base y partida para este trabajo.

¿Qué es pensar complejamente? Para responder esta pregunta, hay que comprender que pensar de forma simple es asumir las cosas de forma lineal y unidimensional, dándole poco espacio al cambio y a la incertidumbre.

6.1. Habilidades de Pensamiento

Ubicando a estudiante en el ambiente académico o contexto adecuado se podrá convertir en un “pensador “de primer orden o dicho de otra forma se explorará su capacidad hereditaria y acrecentar sus habilidades innatas. Pero ante la ausencia de las condiciones adecuadas, se presume, nunca se apartará de su condición y sus habilidades le permitirán desenvolverse en suplir sus necesidades básicas, y posiblemente un desarrollo académico esté ausente. Las habilidades de pensamiento (HP) deben permitir al estudiante relacionarse con un mundo globalizado, multicultural y con una mayor capacidad de alcanzar objetivos propuestos, posiblemente mayor madurez intelectual y capacidad de tomar decisiones con un mínimo rango de error, por consiguiente, tendrá mejor alternativas de solución y creatividad respondiendo al complejo mundo. De acuerdo con Sánchez (2002, p.14) “La habilidad es la facultad de aplicar el conocimiento procedimental y puede referirse a la aplicación directa del proceso o a la evaluación y mejora de lo que se piensa y se hace”. Las Habilidades de Pensamiento son un tipo especial de procesos mentales que permiten el manejo y la transformación de la información. Toda habilidad de pensamiento se define como un producto expresado mediante un conjunto de conductas que revelan que la gente piensa. La habilidad de pensamiento entendida como producto es inobservable.

En la propuesta de Sánchez (2002, p.27-28) propone como indicadores para evaluar el desarrollo de habilidades de pensamiento en los docentes las siguientes:

- ✓ Perfil de conocimientos y habilidades acordes a los procesos de la metodología.

- ✓ Desempeño en todos los aspectos de la didáctica, uso y transferencia de los procesos.
- ✓ Efectividad en la consecución del aprendizaje exitoso de los estudiantes.
- ✓ Habilidades para generar actitudes en los estudiantes.
- ✓ Grado de satisfacción personal para con la metodología.
- ✓ Disposición para la auto-renovación.
- ✓ Habilidades para trabajar en grupo y funcionar en forma cooperativa.

En cuanto a los indicadores para evaluar habilidades de pensamiento en los estudiantes se citan:

- ✓ Habilidades para pensar en forma lógica, crítica y creativa.
- ✓ Habilidades para realizar lectura literal, inferencial, analógica, crítica y profunda.
- ✓ Habilidades verbales: lógica, fluidez y pertinencia del lenguaje.
- ✓ Habilidades para aplicar los procesos de pensamiento en otras materias de estudio.
- ✓ Habilidades para adquirir y utilizar nuevos conocimientos.
- ✓ Habilidades de autocontrol o autorregulación.
- ✓ Disposición para reflexionar y participar en actividades relacionadas con el pensamiento y sus aplicaciones.

Destaca en su estudio que las habilidades pueden descomponerse en otras particulares o generales de acuerdo a la manera de resolver las situaciones de aula y son también indicadores en el momento de proponer un modelo evaluativo del ejercicio académico, sin embargo, se acentúa en la necesidad de esforzarse por el rescate de habilidades debido a los “distractores socio-culturales que presentan los jóvenes tal como alejarse de la lectura, desuso de la memoria, y pocas prácticas de escritura de textos de calidad.

6.2. Desarrollo del Pensamiento

Pensar es una habilidad que puede desarrollarse. Para ello se requiere diseñar y aplicar procedimientos dirigidos a ampliar y estimular el uso de la mente, desarrollar estructuras que faciliten el procesamiento de la información y propiciar la práctica sistemática, deliberada, consciente y controlada de los procesos hasta lograr una actuación natural, autorregulada y espontánea.

Mediante el desarrollo del pensamiento es posible ampliar, clarificar, organizar o reorganizar la percepción y la experiencia, lograr visiones más claras de los problemas y situaciones, dirigir deliberadamente la atención, regular el uso de la razón y la emoción, desarrollar sistemas y esquemas para procesar información, desarrollar modelos y estilos propios de procesamiento, aprender en forma autónoma, tratar la novedad, supervisar y mejorar la calidad del pensamiento e interactuar satisfactoriamente con el ambiente.

El pensamiento es un proceso propio de cada persona, y está determinado por los ambientes interno y externo que la rodea. Lo anterior lleva a considerar los siguientes aspectos como elementos clave para la formulación de cualquier programa dirigido al desarrollo de las habilidades para pensar

De acuerdo con los postulados Piaget, definir un concepto implica la observación directa o indirecta de distintos elementos que pertenezcan a la misma clase, la cual se desea definir, se debe comparar con elementos previos observados, delimitar o identificar características propias que le ubiquen en tal categoría, elaborar contraejemplos, establecer diferencias. Secuencia que se explica en sus categorías sensorio motora, pre operacional, operaciones concretas, y operaciones formales (objetivo de este estudio)

6.2.1. Pensamiento Espacial

El pensamiento espacial sustenta esta estrategia como una habilidad que le permita al estudiante interpretar de una manera diferente una estructura molecular; de acuerdo con esto, el pensamiento espacial se definirá como un conjunto de procesos cognitivos mediante los cuales se reconstruyen, se interpretan, las representaciones mentales de los objetos, las relaciones entre ellos, sus diversas estructuras, y el concepto que el individuo proyecte de ellos. Proceso que en sus inicios carece de orden y con la edad cronológica/mental. Se presume que esta habilidad se desarrolla después de los 12 años, cuando el individuo es capaz de razonar e interrogar por los hechos; puede establecer discusiones, afirmaciones y contradicciones. En particular, en la enseñanza de la química se requiere de esta habilidad para intentar comprender algunos aspectos, tal como Isomería, objeto del estudio.

La competencia espacial es un aspecto de la capacidad intelectual (Lohman, 1979), que es unitaria en sí misma, pero está compuesta de múltiples sub habilidades que pueden estar más o menos acentuadas en las distintas personas y que influyen en el nivel de logros en diversos campos. Se reconoce que las habilidades espaciales se hallan implicadas en la resolución de problemas geométricos, en el dibujo técnico, la interpretación de mapas, las actividades de manejo de naves, diseño mecánico, educación física y danza, entre otras múltiples actividades tanto académicas como de la vida cotidiana.

No hay un acuerdo total en cuanto a la definición del concepto, pero a partir de los numerosos trabajos que se han ocupado del tema, algunos autores como Maier (1998), propone al igual que McGee cinco componentes principales en las habilidades espaciales y los define de la siguiente forma:

Relaciones espaciales - Spatial Relations (SR) se refiere a la percepción de la posición de un objeto en relación con una posición anterior, considerando tamaño, distancias, volumen o cualquier otro signo distintivo.

Percepción espacial - Spatial perceptions (SP) es la capacidad para determinar las relaciones espaciales entre objetos, a pesar de la existencia de información que no es significativa.

Visualización espacial - Spatial Visualization (SV) es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio.

Rotación mental - Mental Rotation (MR) se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales. Estas imágenes pueden ser bidimensionales o tridimensionales.

Orientación espacial - Spatial orientation (SO) es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio. La posición espacial de una persona es esencial para esta tarea.

6.2.2. Noción de espacio

Las nociones espaciales demuestran sensaciones corporales y estados emocionales. Son manifestaciones que le permiten al individuo “conectarse con los elementos, personas, ambiente (entorno) y su propia corporeidad. De acuerdo con las corrientes psicológicas propuestas, que manifiestan como la primera relación con el “yo” para vincularse luego con el ambiente. Proceso que inicia en forma poco ordenada y al crecer las necesidades hacen que se vaya organizando, estableciendo vínculos espaciales. Teniendo en cuenta la teoría de Piaget la noción de espacio sería de la siguiente manera:

Tabla 1 *Desarrollo de la Noción de Espacio*

ETAPA	PERCEPCIÓN	ACTIVIDAD
5 a 8 años	Objetos de su uso	Carrera de observación
9 a 11 años	Observación y análisis de objetos	Clasificación de objetos
12 a 15 años	Abstracción y manejo de conceptos y símbolos	Razonar, relacionar, organizar y clasificar conceptos

6.3. Conceptos geométricos básicos para construcción de modelos moleculares.

En la enseñanza de la química poco se considera el aporte de la geometría, cuyo conocimiento debe ser prerrequisito para el estudio de las estructuras moleculares y su posterior interpretación a partir de modelos.

La geometría es uno de los saberes que se debe utilizar en química, pero cuando se requiere en los grados de educación media, los estudiantes no recuerdan ciertos conceptos básicos o son confundidos. (Arrollo-Carmona 2005).

Los conceptos geométricos serán utilizados para construir, modelar y dar algunas explicaciones de comportamiento molecular del átomo de carbono.

Tetraedro: Es un poliedro de cuatro caras. Si las cuatro caras del tetraedro son triángulos equiláteros, iguales entre sí, el tetraedro se denomina regular.

Ángulo: Es la parte del plano comprendida entre dos semirrectas que tienen el mismo punto de origen o vértice.

Ángulo agudo: Es el ángulo formado por dos semirrectas con amplitud mayor de 0° y menor de 90° .

Un ángulo recto es de amplitud igual a 90° . Los dos lados de un ángulo recto son perpendiculares entre sí.

Un ángulo obtuso es aquel cuya amplitud es mayor a 90° y menor a 180° .

El ángulo llano tiene una amplitud equivalente a 180° .

Perpendicular: se da entre dos entes geométricos que se cortan formando un ángulo recto.

Ángulos adyacentes son aquellos ángulos que tienen el vértice y un lado en común, al tiempo que sus otros dos lados son semirrectas opuestas. De allí resulta que los ángulos adyacentes son a la vez consecutivos y suplementarios, porque juntos equivalen a un ángulo llano (180°), sin poseer ningún punto interior en común.

Los ángulos complementarios son aquellos ángulos cuyas medidas suman 90° . Si dos ángulos complementarios son consecutivos, los lados no comunes de los dos forman un ángulo recto y son ángulos suplementarios, si suman 180

En la fundamentación geométrica se aplicará el método de Van Hiele en sus 2 primeros niveles. El Nivel 1 (de reconocimiento) en donde se dibujan figuras geométricas, en el que los estudiantes en clase comenzaran a clasificar las diferencias, sus semejanzas y sus diferencias físicas.

En el Nivel 2 (de análisis) los estudiantes deben dar cuenta, que las figuras geométricas están formadas por diferentes partes y elementos, al igual reconocer cada propiedad de ellas. Este nivel ofrece el razonamiento de las matemáticas ya que los estudiantes son capaces de descubrir y generalizar la existencia de algunas características.

6.4. Enlace Químico

Un enlace químico corresponde a la fuerza que une o enlaza a dos átomos, sean estos iguales o distintos. Los estudios sobre el enlace químico a través de la historia han sido descritos por múltiples teorías: desde Newton y la fuerza de gravedad hasta los estudios de orbitales atómicos y su explicación a través de ecuaciones matemáticas (ecuaciones de onda) (Chamizo, 1992), sin embargo, como se indica en el artículo de Chamizo, no existe una explicación favorable para indicar lo que realmente es un enlace entre átomos, si existen modelos para explicar la unión de los átomos para formar moléculas. De acuerdo con lo anterior, los enlaces se producen en

concordancia a las características de las sustancias. Dando como resultado en tres grupos principales: enlaces iónicos, enlaces covalentes y enlaces dativos. Para efectos del estudio es importante destacar que no se trata de explicar en qué consiste o cómo explicar la unión entre átomos, queda abierta la posibilidad que se aplique el modelo que represente un acercamiento al objeto real, en este caso la molécula o estructura.

6.5. Estereoquímica

Los compuestos orgánicos han generado gran número de compuestos debido a las propiedades del carbono y la conformación de estructuras moleculares. Esta propiedad ha permitido la organización de dichos compuestos bajo unas normas establecidas la estereoquímica. “La estereoquímica es el estudio de la estructura tridimensional de las moléculas. Nadie puede entender la química orgánica, bioquímica o biología sin la estereoquímica. El descubrimiento de la estereoquímica fue uno de los avances más importantes de la teoría estructural de la química orgánica. La estereoquímica explicó por qué existen diversos tipos de isómeros, y obligó a los científicos a proponer el átomo de carbono tetraédrico (Wade, Pedrero, Garcia, 2004, p.169).

La estereoquímica es la parte de la química que toma como base el estudio de la distribución espacial de los átomos que componen las moléculas y el cómo afecta esto a las propiedades y reactividad de dichas moléculas. Una forma elemental, de describir a que refiere la estereoquímica es describirla como, el estudio de la química en tres dimensiones; a partir de esta organización (de la materia) en tres dimensiones aparecen conceptos como configuración, conformación, enantiómeros, diasterómeros, carbono quiral, entre otros. La palabra quiral fue introducida por William Thompson (Lord Kelvin) en 1894 para designar objetos que no son superponibles con su imagen especular. Aplicado a la química orgánica, podemos decir que una molécula es quiral cuando ella y su imagen en un espejo no son superponibles.

6.6. Programa de Intervención

Un programa de intervención cognitivo es un entrenamiento para mejorar la inteligencia del estudiante optimizando las estrategias cognitivas en su aprendizaje escolar.

El programa pretende medir la potencialidad del estudiante mediante la ruta Pre test-entrenamiento – pos test. Mediante el pre test se determinan aciertos y errores haciendo un entrenamiento en una serie de procesos cognitivos simples y básicos, para luego aplicar otro test y evaluar las diferencias entre pre test y post test.

El entrenamiento puede realizarse en un programa o curso con mayor tiempo de duración donde se centra más en los procesos que en los contenidos donde se trata de enseñar estrategias, habilidades, destrezas facilitadoras del pensar (Pérez, 1989). Estos programas resultan útiles para los estudiantes con problemas de rendimiento intelectual y consolidar aún más en estudiantes con mejores condiciones intelectuales. Para efecto de este estudio, el entrenamiento está a cargo del docente. Las habilidades del docente orientan los ejercicios, estrategias, ejemplos y su lenguaje científico y el conocimiento de su disciplina aportan al desarrollo del programa de intervención un apoyo para alcanzar el objetivo propuesto en la unidad didáctica

El programa de intervención empleado en el estudio está compuesto por una cartilla que desarrolla la unidad didáctica, diseñada con base en los conceptos de isomería orgánica, enfatizando en los criterios propuestos para medir el desarrollo del pensamiento espacial. Los temas propuestos, inicialmente en la una unidad didáctica², se eligen a partir de los conceptos previos de los estudiantes en química orgánica, tales como hibridación-isomería orgánica; se realizarán actividades donde se evidencie el progreso en su pensamiento espacial y su adquisición del conocimiento en estereoquímica.

² De acuerdo a las evidencias en el desarrollo de las actividades propuestas, se implementarán unidades de acuerdo a los requerimientos.

7. Metodología

7.1. Diseño de la investigación

Con base en los propósitos trazados en los objetivos del estudio, este se enmarco en una metodología experimental, sin embargo, la organización en el desarrollo de las diferentes etapas lo ubico dentro de un diseño *cuasi experimental*. Los diseños de investigación cuasi experimentales se basan en la distribución de los grupos participantes, la principal característica es la NO aleatoriedad de los participantes. Los jóvenes participantes fueron seleccionados a partir del trabajo cotidiano en el aula en clase de química. La siguiente condición, está relacionada con la aplicación de las pruebas: pre y post- donde se midió la validez y efectividad del programa de intervención. Los estudiantes designados correspondieron a jóvenes (hombres y

mujeres) entre los 15 y 18 años, cursando el grado undécimo, en el colegio Integración Moderna (de carácter privado), ubicado en el barrio Américas Occidental en la localidad 8 (Kennedy).

La interpretación de los dibujos o representaciones de las estructuras moleculares en los compuestos orgánicos se han destacado como modelos bidimensionales que en algunos casos son poco comprendidos por los estudiantes. En coherencia con las ideas expuestas en la justificación, sobre las posibles deficiencias, se aplicó una metodología para el desarrollo del estudio, de tipo cuantitativo, dando una valoración de uno (1) por pregunta acertada y cero (0) por no acertada, justificado en el proceso que guía cada una de las etapas en este proceso.

7.2. Etapas de la investigación

Etapa 1. Se hizo una medición inicial que dio una valoración que marcó los procesos de intervención; la pre-prueba o pre-test, dio una cuantificación que sirvió como punto de partida según el concepto a desarrollar y el nivel en que se encontraba cada estudiante. Con la aplicación de la post-prueba o post –test, se dio cuenta del avance y eficacia del programa de intervención.

Etapa 2. Recolección de datos y análisis de los resultados, bajo un enfoque cuantitativo: se midió el avance desde la pre-prueba hasta la post-prueba, la condición de desarrollar/ampliar el pensamiento espacial; se midió la eficacia del programa de intervención de tal forma que se obtuvo un rango de pertinencia y eficacia. Siendo una actividad cuasi experimental, por su dimensión temporal, en un momento exacto del tiempo, en el cual se recolecta datos (Hernández, 2006). El diseño es cuasi experimental de tipo longitudinal, ya que analiza la incidencia del programa de intervención, y dentro de esta propuesta se escoge una estrategia pre prueba – post prueba, teniendo en cuenta que se indaga sobre el nivel de desarrollo de pensamiento, en un grupo de estudiantes. Lo anterior se resume en la figura 2.

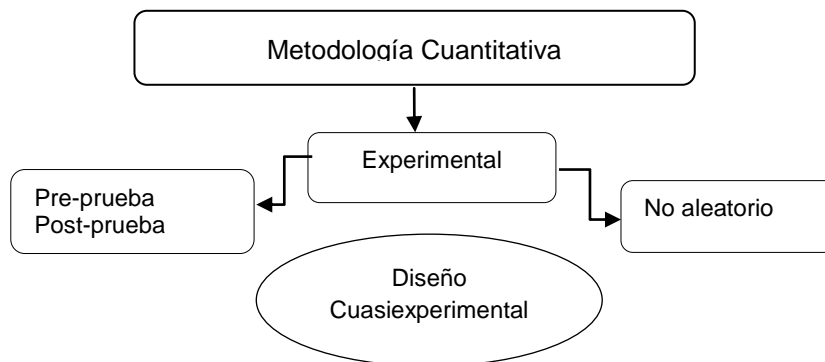


Figura 3 Diseño Metodológico -cuasiexperimental

Etapa 3. Aplicación de la post-prueba donde se comparó el nivel inicial y la modificación en las habilidades de cada estudiante, dando cuenta del avance o progreso y las modificaciones que el programa de intervención produjo en cada uno de ellos.

7.3. Pre test

Se aplicó el *pre-test* de tal manera que cada estudiante contó con una valoración en el nivel de su desarrollo de pensamiento espacial con base en los cinco estados propuestos para tal fin. Con base en esta información, se diseñó e implementó un programa de intervención. Dada las condiciones de pocos trabajos sobre pensamiento espacial en química se adaptaron los niveles de pensamiento espacial propuesto por Van Hiele, explicados en el marco teórico.

El pre-test cuenta con 10 preguntas, 8 de las cuales son de opción múltiple donde el estudiante respondió en una Tabla, rellenando el óvalo y dos preguntas abiertas donde el estudiante respondió y dibujó lo relacionado al pensamiento espacial (Anexo 1).

Para la construcción y evaluación del pre-test se fundamentó en autores como Maier (1998) y McGee (1979) que propone 5 categorías o componentes de pensamiento espacial: percepción espacial, visualización espacial, rotaciones mentales, relaciones espaciales y orientación espacial.

La percepción espacial (PE):

Es la capacidad de determinar las relaciones espaciales de las estructuras aun existiendo información que puede distraer al estudiante.

Visualización espacial (VE):

Es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio.

Rotación mental (RM):

Se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales.

Relaciones espaciales (RE):

Se refiere a la percepción de la posición de un objeto en relación a una posición anterior, considerando tamaño, distancias, volumen o cualquier otro signo distintivo.

Orientación espacial (OE):

Es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio.

7.4. Programa de Intervención Cognitiva

La propuesta permite a los estudiantes el diseño de su Unidad Didáctica. Se espera que con los talleres de iniciación adquieran las habilidades para disponer de manera autónoma la sustentación del tema que se le sugiere. Esta fase, estará organizada así:

Etapa Resolución de Talleres: en este periodo se pretende desarrollar las habilidades cognitivas que conduzcan a fomentar un pensamiento espacial.

Etapa de Preparación del Tema: Los estudiantes indagarán, organizarán y propondrán de manera autónoma el tema propuesto- El docente orientará el proceso-sugerirá dará apoyo de acuerdo con las necesidades especiales.

Etapa de Sustentación: Cada grupo de estudiantes sustentara el tema correspondiente. La evaluación será co-evaluación, de tal forma que sea el grupo quien evalúe teniendo en cuenta: las habilidades que demostraron en la sustentación y la calidad con la trasmisión del concepto asignado.

7.5. Post-Test

En esta fase los estudiantes deben mostrar el desarrollo de sus habilidades mediante la resolución de instrumentos tales como ejercicios sencillos y complejos sobre estereoquímica e/o isomería o temas afines. Podrán demostrar habilidades como argumentar, indagar, proponer, de tal forma que se sienta responsable de su aprendizaje.

8-Técnica Recolección de la Información

Recolección de Datos

La posibilidad de dar transcurso a la idea generadora del estudio se basa en dos inquietudes: fomentar un pensamiento espacial- y mejorar a través de un programa de intervención la aprehensión. Interpretación y aplicación de conceptos en estereoquímica, apartado de poco

atractivo disciplinar para trabajar en el aula. Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolló el estudio con estudiantes descritos en la metodología. Se ratifica que la idea surge, además de la necesidad de levantar el nivel académico en la asignatura de química.

Para efectos de la obtención de la información se establecieron inicialmente, pequeñas pruebas donde se mostraba las falencias en algunos conceptos propios del tema a tratar-estructura molecular- como conceptos previos para intervenir en estereoquímica; con esta información se propone un pre-test (anexo 1).

El pre test, incluye las categorías expuestas en el apartado anterior. Cada categoría recibe una valoración de 0 para el no acierto y 1 para el acierto. Se tuvo en cuenta para la medición el total de los estudiantes participantes. En las Tablas 2 y 3 se expone los resultados por categoría, rango.

El pos test (ANEXO 4), incluye las categorías del pre test, de igual resolución, de tal forma que permitiera medir el avance de cada estudiante.

Tanto el pre test y pos test contienen preguntas abiertas donde el estudiante debe mostrar el desarrollo de la habilidad, para estas categorías se hace una codificación basada en la observación de estructuras dibujadas por el estudiante. Se afirma que toda la información recolectada, así como las orientaciones y acompañamiento de hacen por parte del docente participante.

9- Resultados

El objetivo del pre-test (Anexo 1) es caracterizar las habilidades de pensamiento espacial antes de iniciar un programa de intervención que le permita al estudiante el desarrollo de habilidades

espaciales para la apropiación de conceptos de estereoquímica de una manera más fácil y contundente.

El pre-test fue aplicado a 78 estudiantes entre los 15 y 18 años del grado undécimo del Colegio Mixto Integración Moderna de la ciudad de Bogotá.

Por cada componente se elaboraron preguntas necesarias para la evaluación del pre-test y determinar las acciones del plan de intervención. En la Tabla 2, se muestra la valoración de cada estudiante de acuerdo con la pregunta que corresponde a una categoría de pensamiento espacial:

Tabla 2 Resultados del Pre test por estudiante

ESTUDIANTE	PRE TEST										VALORACION
	NUMERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Categoría	OE	OE	PE	PE	RM	RM	VE	VE	RE	RM	
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8
2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
3	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	6
4	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5
5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
7	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	7
8	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	7
9	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	6
10	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
11	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	7
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9
13	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	5
14	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	7
15	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4
16	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5
17	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	5
18	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4
19	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	5
20	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	6
21	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	7
22	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	6
23	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	5
24	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	7
25	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8
26	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	5

27	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5
28	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	7
29	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
30	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	7
31	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	6
32	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	7
33	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	6
34	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	6
35	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	7
36	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	5
37	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	6
38	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
39	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	6
40	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	6
41	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	6
42	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
43	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3
44	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4
45	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4
46	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6
47	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	7
48	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	6
49	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	7
50	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	6
51	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	8
52	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	4
53	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	4
54	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4
55	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	7
56	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	4
57	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
58	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
59	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	6
60	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9
61	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	5
62	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
63	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	5
64	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8
65	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	6
66	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	6
67	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	4
68	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	7
69	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	4
70	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	5

71	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5
72	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
73	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	6
74	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4
75	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
76	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8
77	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	5
78	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	5
RTA CORRECTA	66	51	30	72	29	53	42	63	7	54	
RTA NO CORRECTA	12	27	48	6	49	25	36	15	71	24	
% RTAS CORRECTAS	84,62	65,38	38,46	92,31	37,18	67,95	53,85	80,77	8,974	69,23	
% RTAS NO CORRECTAS	15,38	34,62	61,54	7,692	62,82	32,05	46,15	19,23	91,03	30,77	
PROMEDIO RESPUESTAS CORRECTAS POR ESTUDIANTE											5,987

Percepción Espacial

La percepción espacial es la capacidad de determinar las relaciones espaciales de las estructuras aun existiendo información que puede distraer al estudiante. En la pregunta 3 a partir de una estructura tridimensional el estudiante debe determinar su nombre y en la pregunta 4 debe determinar su fórmula molecular.

En la pregunta 3 el 38,46 % respondieron correctamente y en la pregunta 4 el 92,30% lo hizo correctamente.

Aunque que los estudiantes tengan la capacidad de determinar el nombre y la fórmula de un compuesto orgánico sencillo, es posible que al observar la estructura en 3D les genere confusión.

Visualización Espacial

Visualización espacial es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio. En las preguntas 7 y 8 se le

propone al estudiante comparar dos estructuras para determinar si es posible superponer una a la otra. En la pregunta 7 el 53,85 % respondió correctamente mientras el 80,76 % lo hizo en la pregunta 8. Es posible que la diferencia en el porcentaje de aciertos ocurra mayor complejidad espacial (imaginar la rotación) para la resolución del ejercicio.

Rotación Mental

Rotación mental se refiere a la capacidad de rotar mentalmente imágenes visuales.

En la pregunta 5 se debe determinar la estructura que es diferente de las opciones que presentar rotación. Como se dijo anteriormente la visualización puede implicar una rotación. En la pregunta 6 se le pide al estudiante que determine la estructura que no corresponda a una secuencia de rotación donde debe hacer también una visualización mental. En la pregunta 10 el estudiante debe dibujar la estructura luego de una rotación de 90° .

El porcentaje de acierto fue del 37,17 % en la pregunta 5. En la pregunta 6 la respuesta correcta fue marcada por un 67,94 %.

En la pregunta 10, el 67,94 % se acercaron a la respuesta que se pretendía con las fallas normales en la perspectiva del dibujo. El 28,20 % rotaron la estructura a 180° y el 3,86 % no respondieron como lo podemos observar en la siguiente figura 4:

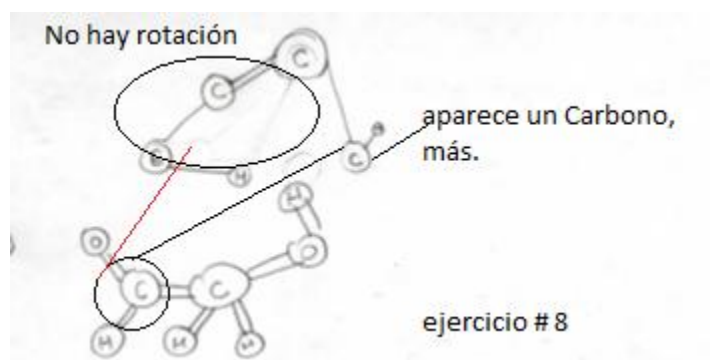


Figura 4 Respuesta de estudiante -Algunas dificultades en la rotación

Relaciones Espacial.

Relaciones espaciales se refiere a la percepción de la posición de un objeto en relación a una posición anterior, considerando tamaño, distancias, volumen o cualquier otro signo distintivo.

En la pregunta 9 se pretende que el estudiante responda la característica básica de un tetraedro que es que tiene cuatro caras o lados. Solo respondió acertadamente el 20,51 %, el 24,35 % responde que es una estructura triangular, el 28,20 % comentan que es una pirámide con base rectangular, el 23,07 % escriben como característica principal que la estructura tiene 5 caras y el 3,87% no respondieron la pregunta.

La geometría es uno de los saberes que se debe utilizar en química, pero cuando se requiere en los grados de educación media los estudiantes no recuerdan ciertos conceptos básicos o son confundidos. (Arrollo-Carmona 2005), como se puede evidenciar en la siguiente figura 5:

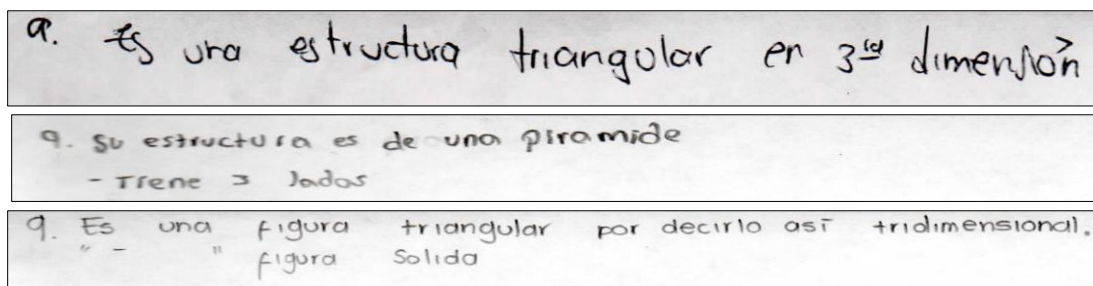


Figura 5 Preconceptos de estudiantes-/conceptos geométricos

Orientación Espacial

Orientación espacial es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio.

La pregunta 1 el estudiante debe hacer la transferencia de una formula bidimensional a tridimensional. El 87,61 % respondieron correctamente.

En la pregunta 2 a partir de una fórmula de cuñas y líneas se debe determinar su estructura en formula de esferas y varillas Fue marcada acertadamente por el 65,38 %. De acuerdo a las Tablas 3 y 4.

Para los estudiantes fue difícil hacer la transferencia espacial entre la estructura 2D (dibujo o texto del libro) a 3D utilizando convenciones.

Los resultados por categoría, en relación a la habilidad a analizar en cada pregunta se muestran en la Tabla 3:

Tabla 3 Resultados por categoría de pensamiento

PRE TEST				
Percepción Espacial	Visualización Espacial	Rotación Mental	Relaciones Espaciales	Orientación Espacial
2	2	2	0	2
2	0	1	0	1
1	2	1	0	2
1	2	1	0	1
2	2	2	0	2
2	2	2	0	2
1	1	3	0	2
2	0	3	0	2
0	2	3	0	1
2	0	1	0	2
2	2	1	0	2
2	2	2	1	2
1	0	2	0	2
1	2	2	0	2
1	1	1	0	1
1	1	2	0	1
1	0	3	0	1
1	1	0	0	2
1	2	1	0	1
1	2	2	0	1
2	1	2	0	2
1	2	2	0	1
1	1	1	0	2
2	1	3	0	1
1	2	2	1	2
1	2	2	0	0
0	1	2	0	2
1	2	3	0	1
2	2	2	0	2
1	2	2	0	2
1	2	2	0	1
2	2	1	0	2

1	2	2	0	1
1	2	2	0	1
2	2	2	0	1
1	0	2	0	2
1	2	2	0	1
2	2	3	1	1
1	1	3	0	1
2	1	1	0	2
1	2	2	0	1
2	0	1	0	2
1	1	0	0	1
1	1	1	0	1
1	0	2	0	1
1	1	2	0	2
2	1	2	0	2
1	1	2	0	2
2	2	2	0	1
1	1	2	0	2
2	1	3	0	2
1	2	1	0	0
0	1	2	0	1
1	1	1	0	1
2	1	3	0	1
1	1	0	1	1
1	2	1	1	1
2	2	2	0	2
1	1	2	0	2
2	2	2	1	2
1	1	1	0	2
2	2	2	0	2
1	2	0	0	2
2	2	2	0	2
1	2	1	0	2
2	1	1	0	2
1	1	2	0	0
1	1	3	0	2
1	1	0	0	2
1	0	3	0	1
1	1	2	0	1
2	0	0	0	2
1	2	1	0	2
1	1	2	0	0
2	2	2	0	2
1	2	2	1	2

1	0	3	0	1
1	2	0	0	2
%	%	%	%	%
57,95	59,66	77,27	3,98	66,48

9.2. Plan de intervención

Luego de analizar las estadísticas del Pre-Test y de escuchar los comentarios de los estudiantes acerca de la complejidad de la prueba, se procedió a elaborar un plan de intervención (Anexo 2) a partir de una secuencia didáctica, donde el estudiante desarrolla cada unidad didáctica con explicación, ejercicios resueltos y propuestos y de esta manera ampliar sus habilidades de pensamiento espacial (categorías) y así mejorar las deficiencias mostradas en el pre-test.

Luego del desarrollo de las primeras unidades didácticas se evidenció que persistían los inconvenientes en los ejercicios propuestos encontrando los mismos contratiempos que en el Pre-Test, en especial en categorías como rotación espacial y visualización espacial (como lo evidencian las siguientes figuras (6 y 7)); siendo necesario la implementación de otra estrategia de aprendizaje como la utilización de modelos moleculares de esferas perforadas, en el ejercicio se solicitó, a partir del uso de dichos modelos, representar la figura en el plano.

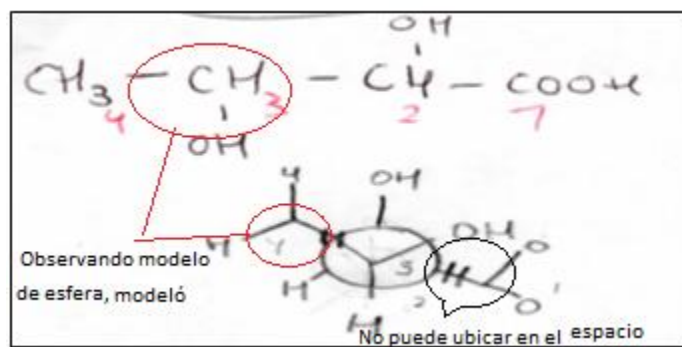


Figura 6 Dificultad para Visualizar con modelos

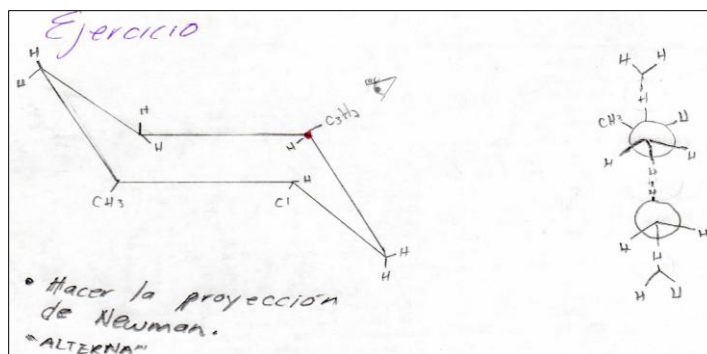


Figura 7 Dificultad para dibujar: usando visualizar y rotar

En un inicio se utilizaron los modelos moleculares en forma expositiva para el desarrollo de ciertos ejercicios, pero identificando nuevamente deficiencias en estudiantes en las mismas categorías mencionadas anteriormente (Anexo 4 y 5), fue necesaria la manipulación de los modelos moleculares por parte de los estudiantes obteniendo mejores resultados.

Al relacionar el pensamiento espacial con temas de la química orgánica como la estereoquímica (isómeros *r* y *s*, proyecciones de Newman, representaciones en cuña, enantiómeros etc.) y analizar los resultados de los ejercicios propuestos de las unidades didácticas se determina que es necesario implementar algunas otras estrategias para que el porcentaje de estudiantes que no han alcanzado los resultados lo logren (Tablas 4 y 5).

Se desarrolló una unidad didáctica especial que los estudiantes desarrollan en casa con explicación, ejercicios resueltos y propuestos. Luego de su resolución en la clase se resolverán dudas con la participación de todos los estudiantes.

Como última estrategia se emplean programas tecnológicos de acceso gratis en el internet como Moléculas 3D-Educaplus y J Smol donde el estudiante pueda visualizar, modelar y hacer rotar una molécula en 3D.

En el plan de intervención se incluye el tema de hibridación del carbono para que el estudiante determine las características del átomo de carbono de acuerdo con cada tipo de hibridación, identificando primero su forma y luego algunas características importantes y necesarias para las

relaciones espaciales. En la Tabla 4 se muestra el desempeño de cada estudiante en la categoría específica, teniendo en cuenta el programa de intervención:

Tabla 4 Estadística General-Programa de Intervención

ESTUDIANTE	PROGRAMA DE INTERVENCIÓN I										VALORACIÓN
	NÚMERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Categoría	OE	OE	PE	PE	RM	RM	VE	VE	RE	RM	
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	6
3	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	7
4	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5
5	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
7	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7
8	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	8
9	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	8
10	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
11	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	6
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
13	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8
14	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8
15	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	6
16	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8
17	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	7
18	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	6
19	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	8
20	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
21	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	6
22	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8
23	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	6
24	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
25	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8
26	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	7
27	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	6
28	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	6
29	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8
30	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	6
31	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
32	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8
33	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	8
34	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	6
35	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8

36								0	0		8
37		0					0				8
38			0		0					0	7
39	0						0				8
40				0			0				8
41									0	0	8
42			0		0		0				7
43	0		0		0		0				6
44			0	0							8
45	0					0			0	0	6
46					0	0					8
47			0				0	0			7
48				0	0						8
49									0	0	8
50	0		0		0						7
51					0						9
52					0					0	8
53			0			0					8
54				0				0			8
55					0					0	8
56			0	0	0						7
57						0			0		8
58	0	0									8
59				0	0						8
60										0	9
61		0	0								8
62				0	0				0		7
63	0							0			8
64					0	0					8
65			0							0	8
66	0					0			0		7
67					0		0				8
68				0		0		0			7
69	0									0	8
70		0	0								8
71	0								0		8
72						0				0	8
73	0			0							8
74			0		0	0					7
75						0			0		8
76					0		0				8
77							0			0	8
78			0	0							8
RTA CORRECTA	65	61	50	60	49	62	59	62	61	55	

RTA NO CORRECTA	13	17	28	18	29	16	19	16	17	23
% RTAS CORRECTAS	83,33	78,21	64,10	76,92	62,82	79,49	75,64	79,49	78,21	70,51
% RTAS NO CORRECTAS	16,67	21,79	35,90	23,08	37,18	20,51	24,36	20,51	21,79	29,49
PROMEDIO RESPUESTAS CORRECTAS POR ESTUDIANTE										7,487

Los resultados anteriores se muestran referenciados por categoría de pensamiento en la Tabla 5:

Tabla 5 Estadística por Categoría de Pensamiento Programa Intervención

PROGRAMA DE INTERVENCIÓN I				
Percepción	Visualización	Rotación	Relaciones	Orientación
Espacial	Espacial	Mental	Espaciales	Espacial
2	2	2	1	1
1	1	2	1	1
2	2	1	1	1
2	0	2	1	0
1	2	3	0	2
2	2	1	1	2
2	2	2	0	1
2	2	3	0	1
1	2	2	1	2
2	1	1	1	1
2	1	3	0	0
2	2	3	1	1
2	2	1	1	2
1	2	3	1	1
2	1	0	1	2
2	2	2	0	2
1	1	2	1	2
1	1	2	1	1
2	2	2	1	1
2	2	2	1	1
1	1	2	1	1
1	2	2	1	2
1	2	0	1	2
2	1	3	0	2
2	2	3	0	1

1	1	3	1	1
2	1	1	1	1
2	1	2	0	1
1	2	3	1	1
2	1	1	1	1
1	1	2	1	2
1	2	3	1	1
0	2	3	1	2
2	1	0	1	2
1	2	3	1	1
2	2	3	0	1
1	2	3	1	1
2	1	1	1	2
1	1	3	1	2
1	2	2	1	2
2	2	2	0	2
1	1	2	1	2
1	0	2	1	2
2	2	1	1	2
1	1	2	0	2
1	1	3	1	2
1	2	2	1	1
2	1	2	1	2
2	2	2	0	2
2	0	2	1	2
2	1	3	1	2
2	1	2	1	2
1	2	2	1	2
2	2	2	1	1
2	1	2	1	2
2	1	1	1	2
1	2	3	0	2
2	1	3	1	1
2	1	2	1	2
2	2	2	1	2
2	2	2	1	1
2	1	2	0	2
2	1	3	1	1

1	1	3	1	2
2	2	1	1	2
1	1	3	0	2
1	1	3	1	2
1	2	2	1	1
2	1	2	1	2
2	2	2	1	1
2	1	3	0	2
1	2	2	1	2
2	1	2	1	2
1	1	2	1	2
1	2	3	0	2
1	1	3	1	2
1	2	2	1	2
2	2	1	1	2
%	%	%	%	%
77,56	73,08	70,51	78,21	78,85

9.3. Resultado del Post-test.

Al final del plan de intervención cognitiva se realizan algunos ejercicios donde se evidencia la mejora en el desarrollo y adquisición del pensamiento espacial como lo demuestran las siguientes figuras (8 y 9):

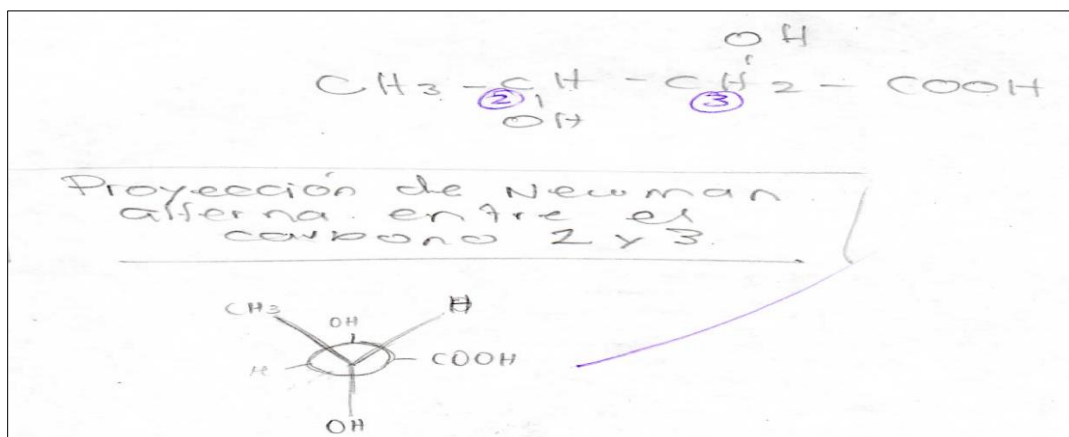


Figura 8 Evidencia de mejoramiento en la capacidad de percepción y orientación

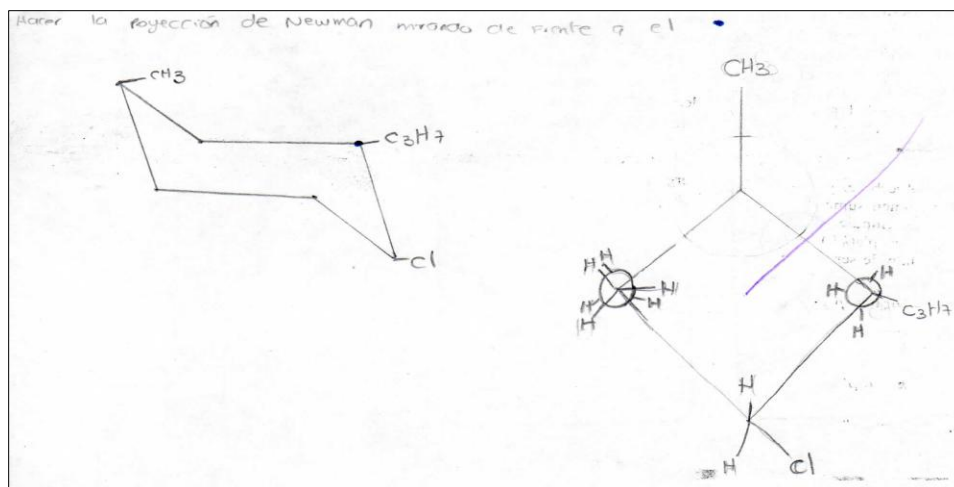


Figura 9 Evidencia de mejoramiento de las habilidades de visualizar y rotación

El objetivo del post-test es determinar la ganancia o mejora en las habilidades de pensamiento espacial y la apropiación de conceptos de estereoquímica comparando los resultados antes y después del plan de intervención.

El post-test fue aplicado al mismo número de estudiantes y cuenta con 10 preguntas de opción múltiple donde el estudiante responderá en la Tabla de respuestas rellenando el ovalo.

Se evalúan las habilidades espaciales en las mismas categorías con preguntas relacionadas con estereoquímica. En la Tablas 6 y 7, se muestran los promedios correspondientes a las categorías propuestas. Estos promedios se obtuvieron de la descripción que se muestra a continuación.

En las preguntas 6 y 7 se evaluó la percepción espacial con la determinación de enantiómeros y diastereómeros. El 97,43 % de los estudiantes obtuvo la respuesta acertada.

Las proyecciones de Fischer y de Newman fueron aplicadas en las preguntas 1 y 5 para determinar los avances en la visualización espacial. El 96,15 % de los estudiantes respondieron correctamente.

37											10
38											10
39											10
40											10
41											10
42											10
43	0		0		0		0				6
44			0								9
45						0					9
46											10
47											10
48											10
49											10
50											10
51											10
52										0	9
53						0					9
54				0	0						8
55											10
56					0						9
57											10
58											10
59											10
60											10
61		0									9
62											10
63	0										9
64											10
65											10
66											10
67							0				9
68						0					9
69										0	9
70		0									9
71	0										9
72						0					9
73											10
74					0						9
75											10
76											10
77											10
78											10
RTA CORRECTA	75	73	75	77	74	73	74	77	77	75	
RTA NO CORRECTA	3	5	3	1	4	5	4	1	1	3	

% RTAS CORRECTAS	96,15	93,59	96,15	98,72	94,87	93,59	94,87	98,72	98,72	96,15
% RTAS NO CORRECTAS	3,85	6,41	3,85	1,28	5,13	6,41	5,13	1,28	1,28	3,85
PROMEDIO RESPUESTAS CORRECTAS POR ESTUDIANTE										9,615

El 94,87 % de los estudiantes marcaron la respuesta correcta en las preguntas 3,4 y 10 que determinaba la rotación espacial en temas estereoquímica como isómeros r y s, proyecciones de Newman.

En las relaciones espaciales se obtuvo una mejora significativa con un 98,71 % en la pregunta 9 cuyo contenido se refería a los tipos de hibridación del carbono y su geometría.

Las preguntas 2 y 8 hace referencia a la orientación espacial de compuestos meso y de proyecciones en caballete. El 93,58 % de los estudiantes registro la respuesta acertada. Según la Tabla 6:

Los resultados por categoría de pensamiento se muestran en la Tabla 7:

Tabla 7 Estadística categoría pensamiento post-test

POST TEST					
Percepción	Visualización	Rotación	Relaciones		
Espacial	Espacial	Mental	Espaciales		
2	2	3	1		2
2	2	2	1		2
2	2	3	1		2
2	2	3	1		1
2	2	3	1		2
2	2	3	1		2
2	2	3	1		2
2	2	3	1		2
2	2	2	1		2
2	2	3	1		2

0	2	3	0	1	2	2	3	1	2
2	0	1	0	2	2	2	2	1	2
2	2	1	0	2	2	2	3	1	2
2	2	2	1	2	2	2	3	1	2
1	0	2	0	2	2	1	3	1	2
1	2	2	0	2	2	2	3	1	2
1	1	1	0	1	1	2	3	1	2
1	1	2	0	1	2	2	3	1	1
1	0	3	0	1	2	2	3	0	2
1	1	0	0	2	2	1	3	1	2
1	2	1	0	1	2	2	3	1	1
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
2	1	2	0	2	2	2	3	1	2
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
1	1	1	0	2	2	1	3	1	2
2	1	3	0	1	2	2	3	1	2
1	2	2	1	2	2	2	3	1	2
1	2	2	0	0	2	2	3	1	1
0	1	2	0	2	2	1	3	1	2
1	2	3	0	1	2	2	3	1	2
2	2	2	0	2	2	2	3	1	2
1	2	2	0	2	2	2	3	1	2
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
2	2	1	0	2	2	2	3	1	2
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
2	2	2	0	1	2	2	3	1	2
1	0	2	0	2	2	2	3	1	1
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
2	2	3	1	1	2	2	3	1	2
1	1	3	0	1	2	2	3	1	2
2	1	1	0	2	2	2	3	1	2
1	2	2	0	1	2	2	3	1	2
2	0	1	0	2	2	2	3	1	2
1	1	0	0	1	1	1	2	1	1
1	1	1	0	1	1	2	3	1	2
1	0	2	0	1	2	2	2	1	2
1	1	2	0	2	2	2	3	1	2
2	1	2	0	2	2	2	3	1	2
1	1	2	0	2	2	2	3	1	2
2	2	2	0	1	2	2	3	1	2
1	1	2	0	2	2	2	3	1	2
2	1	3	0	2	2	2	3	1	2
1	2	1	0	0	2	2	2	1	2

10. Análisis General de los Resultados

El desarrollo de pensamiento espacial a través de la modificación /incremento de las categorías tuvo en cuenta para analizar los datos las variables directamente relacionadas con el trabajo en el aula (programa de intervención) y los resultados en la pre y post prueba (test). Variables como la edad, género del estudiante y actitud no se tiene en cuenta, es decir no causan relevancia en los resultados obtenidos. El estudio tiene como punto de partida, el hecho de la percepción de rigidez de los átomos que forman las moléculas, especialmente para el desarrollo de la estereoquímica orgánica. A partir de los primeros indicios de la dificultad en “pensar espacialmente”, se propuso un cambio en dichas habilidades, cuyos resultados cuantitativos fueron mostrados en el apartado anterior.

Al finalizar el estudio se encontró , la aplicación del programa de intervención, el refuerzo, la utilización de modelos y un trabajo enfocado en modificar la manera como se aborda este capítulo) estereoquímica) es posible obtener información ajustada a los conceptos teóricos (sobre organización estructural); debido a la influencia social en el trabajo del aula no puede determinarse que corresponde a una imagen exacta de la realidad, esto puede evidenciarse con la información obtenida en el pre- test y el porcentaje de estudiantes que fueron clasificados en algunas de las categorías propuestas (Tabla 9):

Tabla 9 Resumen de aciertos por categoría

CATEGORÍAS	PORCENTAJE (%) DE ACIERTOS
Percepción Espacial	65,38
Visualización Espacial	67,31
Rotación Espacial	58,12
Relaciones Espaciales	8,974
Orientación Espacial	75,00

Como se puede observar en la Tabla 8, se evidencia que la categoría RE es una habilidad con el rendimiento más bajo, situación que es observada con el fin de enfatizar en el programa de intervención con actividades que conduzcan a desarrollar esta categoría. La Tabla 10 se ubica a los estudiantes en un rango, evidenciando que el grupo se destaca en el nivel medio:

Tabla 10 *Clasificación por niveles -resultados pre test*

NIVEL DE LA CATEGORIA	RANGO	No-e	PORCENTAJE	
NIVEL SUPERIOR	RANGO 8 - 10	14	17,95	%
NIVEL MEDIA	RANGO 5 - 7	50	64,10	%
NIVEL BAJO	RANGO 1 - 4	14	17,95	%
TOTAL, ESTUDIANTES		78		

Como se ha insistido a lo largo del estudio, el programa de intervención se diseñó teniendo en cuenta los resultados del pre test. En el desarrollo de estas actividades se dejaron de lado condiciones, como el aspecto físico del aula, el estado emocional de los estudiantes; ya que el estudio estuvo enmarcado en una metodología cuantitativa, y el objetivo primordial estaba encaminado a medir la modificabilidad en algunas habilidades de pensamiento espacial, posterior a la aplicación del programa de intervención. Por tal razón, las actividades, se centraron en la resolución del programa de intervención, la construcción de modelos y la recreación de estructuras y ejercicios de aplicación con el fin de aumentar el pensamiento espacial.

Se ratifica que el docente juega papel importante, ya que una acertada orientación en cada estudiante alberga la posibilidad de mejorar los resultados. Se convierte, entonces en una variable no externa, para minimizar un sesgo en la recolección de los datos en las pruebas aplicadas (pre y post) en este caso, su actuación se limita a la verificación de las respuestas, sin

embargo, en el programa de intervención el docente tiene un alto nivel de intervención. Los conceptos disciplinares que son dominio del docente aportan al desarrollo de la unidad didáctica, ya que él es el responsable de conducir a cada estudiante hacia el objetivo propuesto. El trabajo del docente en su coherencia entre ejercicios propuestos y explicaciones le permite al estudiante un proceso de modificación cognitiva a la vez que debe fomentar el desarrollo de las habilidades de pensamiento, objeto del presente estudio. Se puede afirmar, que dentro de los tres aspectos que componen el programa de intervención, el trabajo del docente recobra una cuantía, ya que de su adecuada y eficaz valor. Los resultados obtenidos en los ejercicios aplicados en el programa de intervención se muestran en la Tabla 11:

Tabla 11 *Resumen de estadística porcentajes de aciertos-programa de intervención*

CATEGORÍAS	PORCENTAJE (%) DE ACIERTOS
Percepción Espacial	77.56
Visualización Espacial	73.08
Rotación Espacial	70.51
Relaciones Espaciales	78.21
Orientación Espacial	78.85

Tabla 12 *Porcentaje por niveles de categoría*

NIVEL DE CATEGORÍA	RANGO	No	%
CATEGORÍA SUPERIOR	RANGO 8 - 10	50	64,10 %
CATEGORÍA MEDIA	RANGO 5 - 7	28	35,90 %
CATEGORÍA BAJA	RANGO 1 - 4	0	0,00 %
TOTAL, ESTUDIANTES		78	

Observando la modificación del pre test al pos-test, se puede indicar que la modificabilidad en el razonar y responder los ejercicios, evidencia que la visualización espacial, se ha incrementado y esto produce un resultado paralelo, la manipulación de herramientas que acercan al modelaje de estructuras moleculares, permitiendo pensar de manera tridimensional.

Los porcentajes mostrados en las Tablas 11 y 12, ratifican la intervención del docente y el avance de los estudiantes, en cada categoría: descartando el escenario que correspondería al aula de clase y su ambiente cotidiano, se puede señalar el trabajo individual y en equipo de los participantes, relacionado con la intervención del programa y la orientación del docente. Se evidencia a la favorabilidad del programa.

Aunque no se trata de un ejercicio memorístico, el uso de la memoria no se descarta en su totalidad, es decir, la habilidad de recordar y reproducir situaciones similares apoya la modificación en los resultados estadísticos. Se debe a que el estudiante en el post test debe aplicar de manera acertada los conceptos desarrollados en el programa de intervención sumado a la resolución de actividades tales como la construcción de estructuras con modelos moleculares y el desarrollo de ejercicios de modelos virtuales, como análisis a estos resultados se puede adicionar que la observación y percepción se han ampliado, esta modificación o avance se muestra en la Tabla 13, que señala el porcentaje pos aplicación de la prueba (post test):

Tabla 13 *Porcentaje estadístico post-test*

CATEGORÍAS	PORCENTAJE (%) DE ACIERTOS
Percepción Espacial	97,43
Visualización Espacial	96,15
Rotación Espacial	94,87
Relaciones Espaciales	98,71
Orientación Espacial	93,58

Los resultados mostrados en la Tabla anterior conducen a ubicar los porcentajes de aciertos en un nivel superior, es decir, se muestra la modificación efectiva del programa y el mejoramiento en respuestas acertadas, Tabla 14:

Tabla 14 *Porcentaje de estudiantes por nivel de categoría-post-test*

Niveles por categorías	Rango	No	Porcentaje
CATEGORIA SUPERIOR	RANGO 8 - 10	77	98,72 %
CATEGORIA MEDIA	RANGO 5 - 7	1	1,28 %
CATEGORIA BAJA	RANGO 1 - 4	0	0,00 %
TOTAL, ESTUDIANTES		78	

En la Tabla 15, se muestra de manera comparativa los resultados iniciales (pre test) y los resultados obtenidos post aplicación de la prueba (post test) se observa que la categoría de pensamiento espacial donde hubo la mayor tendencia a mejorar corresponde a las relaciones espaciales, similar a la tendencia presentada en el pre test donde (sin intervención) demostró un nivel destacado. Puede sugerirse que es una habilidad que se desarrolla en la cotidianidad demostrado que los estudiantes participantes referencias los objetos de acuerdo con posición y tamaño, la habilidad desarrollada le permite al estudiante una manera de comunicarse en el lenguaje de la química de una manera más natural, es decir, sus respuestas están razonadas y se perciben poco forzadas, es decir, puede dar explicaciones donde se ha convencido de la rotación de los átomos, respetando sus enlaces.

Tabla 15 *Comparación aciertos pre test vs post test*

CATEGORÍAS	% DE ACIERTOS	
	PRE-TEST	POST-TEST
Percepción Espacial	65,38	97,43
Visualización Espacial	67,31	96,15
Rotación Espacial	58,12	94,87
Relaciones Espaciales	8,974	98,71
Orientación Espacial	75,00	93,58

Al establecer el diseño metodológico del estudio como cuasi experimental se mantuvo cuidado con operaciones correspondiente tales como la elección de la muestra, para tal caso se decidió tener en cuenta a la totalidad de los estudiantes (78); la recolección de la información (elaboración de pruebas y programa de intervención) se decide mediante una observación inicial que arroja la poca efectividad de la clase orientada únicamente por el texto y algunas explicaciones de modelos bidimensionales, en este punto de la etapa se orienta los instrumentos, se establecen las categorías de pensamiento y se escoge la metodología a seguir. Se destaca el hecho de rescatar algunos conceptos de la geometría como disciplina complementaria para afianzar la construcción del pensamiento espacial. Se centra el trabajo en el aula con los jóvenes en determinar la eficacia del programa de intervención, se resalta que en el desarrollo de las actividades hubo que incrementar o modificar variables como el tiempo de trabajo en aula, la rigurosidad de los ejercicios propuestos, el afianzamiento en la manipulación de modelos estructurales, por observación directa, se evidencia la dificultad de respuesta por parte de los estudiantes. Sin embargo, al comparar los aciertos pre-test-post-test, se manifiesta que el estudiante puede reconocer relaciones, hacer lectura de las gráficas. Se obtiene, una modificación en el pensamiento espacial en la totalidad de los estudiantes, Tabla 16:

Tabla 16 *Cambio en prueba post intervención*

PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA		
Comparación Programa intervención	No	%
Aumentaron su Valoración	78	100%
Disminuyeron su Valoración	0	0%
Igual Valoración	0	0%

Con relación a la variable a analizar, el programa de intervención se destaca que al superar las dificultades que se presentaron en el desarrollo de cada actividad se muestra una participación

asertiva por parte de los estudiantes y un cambio d actitud frente a la resolución de los temas y su conectividad con los conceptos propuestos para el estudio (la estereoquímica). En la Tabla 17, se muestra que la modificación en el pensamiento espacial mostro avances en las categorías, en los resultados generales se obtuvo un nivel medio (62,82%), se puede considerar que al no ubicar un rango porcentual en el nivel superior, los estudiantes aun presentan dificultades en el dominio de los conceptos disciplinares, sin embargo, para efecto del estudio la modelación y elaboración de estructuras, así como la percepción de las fórmulas en el plano, mejoro comparado con su nivel inicial.

Tabla 17. Rango por nivel de categoría post intervención

% DE AUMENTO CON PROGRAMA DE INTERVENCIÓN COGNITIVA			
Niveles de Categoría	Rango	No	Porcentaje
Categoría Superior	Rango 70 - 100 %	0	0,00 %
Categoría Media	Rango 40 - 60 %	49	62,82 %
Categoría Baja	Rango 10 - 30 %	29	37,18 %
TOTAL ESTUDIANTES		78	

Una manera de expresar los resultados de manera cuantitativa y su correspondiente razonamiento se muestra a continuación:

Tabla 18. Matriz relación resultados cuantitativos-razonamientos teóricos

Habilidades Espaciales	Resultados aciertos pre test			Justificación
	Pregunta Número	Aciertos 78 estudiantes	Explicación	
Percepción espacial	3 y 4	30 (3) aciertos 72 (4) aciertos	Comparadas las dos preguntas, se destaca que la pregunta 4, tiene como manera de respuesta el hecho de contar el número de carbonos, situación que presenta un grado menor de dificultad comparada con la pregunta tres, que, a pesar de contar con un número de carbonos, se le propone una distribución diferente en el espacio. los aciertos dependen de los conocimientos previos de los estudiantes.	Gardner considera que la operación más elemental es la habilidad para percibir una forma u objeto. Una forma de medir el desarrollo de esta habilidad es copiando un objeto y las dificultades para lograrlo dan cuenta de las carencias existentes. Un paso superior – que implica entrar del todo en el dominio espacial - supone solicitar una vista de cómo se vería el objeto desde un punto que esté fuera de la posibilidad de la experiencia vivencial, lo que supone rotar y manipular el objeto “mentalmente”. Dziekonski (2003)
Visualización espacial	7 y 8	42 (7) aciertos 63(8) aciertos	Juega papel importante los conceptos previos en geometría. La diferencia radica en que la pregunta 8 solo da opción de (si/no) y se presenta dominio en visualizar los movimientos.	McGee 1979 concluyó que la visualización, definida como la aptitud para manipular, rotar, torcer o invertir imágenes de objetos, es la dimensión más importante. Los reactivos de las pruebas empleadas como marcadores de la visualización consisten en tareas como el doblado de papel, hacer rompecabezas, el desplegamiento de superficies, la comparación de cubos y la sección de figuras geométricas tridimensionales como es el caso de las moléculas química
Rotación mental	5,6 y 10	29 (5) aciertos 53 (6) aciertos 54 (10) aciertos		Lohman (1979), lo caracteriza como la habilidad para generar una imagen mental, efectuar transformaciones mentales sobre ésta y retener los cambios producidos. Lo esencial de esta habilidad es el control mental que se ejerce sobre la imagen. Las transformaciones son procesos complejos que pueden darse por síntesis, por movimiento o por desarrollo de superficies, lo que requiere imaginar, ya sea en dos o tres dimensiones, a partir de un estímulo visual, o de reconocer si otros objetos-estímulo corresponden, son los mismos que al dado como referente. En este tipo de tareas se requieren varios pasos de manipulación mental, que pueden incluir la rotación de partes, reconocimiento de figuras o partes ocultas.

Orientación espacial	1 y 2	66 (1) aciertos 51 (2) aciertos	Analizando las figuras propuestas por observación directa el estudiante tiene la capacidad de identificar en el plano las direcciones que toman las esferas que en su momento representa a los átomos en la molécula. Los aciertos son amplios ya que la comparación es una habilidad que ha sido desarrollada con anticipación.	Visualizar y orientar un objeto, un sujeto o un espacio, no incluye únicamente la habilidad de “ver” los objetos y los espacios, sino también la habilidad de reflexionar sobre ellos y sus posibles representaciones, sobre las relaciones entre sus partes, su estructura, y de examinar sus posibles transformaciones Gonzato (2011)
Relaciones espaciales	9	7 aciertos	La pregunta obtuvo el menor número de aciertos. Se identifica bajo dominio de la relación espacial- Esta habilidad es elegida para dar énfasis en las actividades de intervención. como	Lohman (1979) encontró que las Relaciones espaciales requieren la Velocidad de clausura: aptitud para identificar rápidamente un estímulo visual incompleto, Flexibilidad de clausura: aptitud para identificar un estímulo visual enmascarado

11. Conclusiones

Las dinámicas de aula o estrategias metodológicas planteadas por el docente sí modifican los comportamientos y proceso de enseñanza- aprendizaje en un grupo de estudiantes. Se favorece el desarrollo del pensamiento espacial a partir de un programa de intervención cognitiva, sin embargo, se determina que el contexto socio cultural del docente propició una verdadera innovación y trasciende en su labor inculcando en sus estudiantes habilidades que además de permitirle el avance conceptual, puede en un momento determinado ser habilidad para su vida profesional, familiar y cotidiana.

Con la aplicación de pruebas sencillas se diseña el pre test, que a su vez da inicio al estudio y la cuantificación del nivel de desarrollo de las habilidades mentales en un grupo de estudiantes de educación media. Con los resultados cuantitativos obtenidos en dichas pruebas se determina un nivel medio en algunas habilidades y bajo en otras, por tanto, es oportuna la mediación del programa de intervención.

Se evalúa la intervención del docente, como parte importante del programa de intervención. Las actitudes, lenguaje, acompañamiento, preparación y adecuación de los temas por parte del docente orientan el proceso de tal forma que, para efectos del estudio, y el objeto propuesto, estructura molecular y movimiento de los átomos en las moléculas, se desarrolla un nivel conceptual (en química) más que aceptable.

En relación con la participación del estudiante, como parte del programa de intervención se puede indicar que, con ayuda del docente y las unidades didácticas, los ejercicios propuestos, fueron superando brechas entre el ejercicio mecánico y la construcción teórica, hasta el punto de poder expresarse usando un lenguaje propio de la química; situación que conduce a sustentaciones adecuadas de los temas y ejercicios propuestos en la unidad didáctica-refuerzo.

De acuerdo con los resultados y su análisis se percibe la incidencia de los programas o ayudas didácticas en el aula, mostrando un avance o cambio en las habilidades que fueron propuestas para el estudio, el docente mantiene de manera coherente una actualización de la información, el rigor de la ciencia (disciplina) y constante transformación de las prácticas de aula.

El docente debe tener plena conciencia sobre el material humano con el cual trabaja, aunque para efectos del estudio no se tuvieron en cuenta variables como condiciones ambientales, espacio físico y actitud de los estudiantes, si sé enfatizo sobre las aptitudes de cada estudiante, posibilitando una mejor intervención del logro didáctico desarrollado, esto se alcanza partiendo de la caracterización del nivel de pensamiento de cada estudiante participante.

12- Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. (2010). Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos.
- Aguirre Lopera, L. M., Ávila Mejía, P. E., Echeverri, P. A., Quintero Zuluaga, L. V., & Triana Muñoz, M. M. (2008). Desarrollo del pensamiento espacial y la formulación de problemas geométricos.
- Arroyo-Carmona, R. E.; Fuentes López, H.; Méndez-Rojas. Á. y Pérez-Benítez, A.(2005) La geometría: ¿Un pie que cojea en la enseñanza de la estereoquímica; Educ. quím., 16 (Núm. Extraord.), 184-190.
- Betancur Bustamante, J., Londoño Ochoa, Y. A., Martínez Restrepo, L. B., Posada Restrepo, F. B., & Rúa García, T. P. (2008). Pensamiento espacial: el proceso de representación de figuras tridimensionales en el plano bidimensional.
- Binet, A. (1905). New Methods for the Diagnosis of the Intellectual Level of Subnormals. *L'Année Psychologique*, 12, 191-244.
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities. A Survey of Factor-analytic Studies*. New York: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1961). *Fluid and Crystallized Intelligence*.
- Chamizo, J. (1992). Modelos del Enlace Químico. *Elementos, Ciencia y Cultura*, 28-32.
- Danhke, G.L. (1989). Investigación y comunicación. En C. Fernández—Collado y G.L. Danhke (comps.). *La comunicación humana: ciencia social*. México, D.F.: McGraw—Hill de México, 38
- Dziekonski, M. (2012). La inteligencia espacial: Una mirada a Howard Gardner. *Revista ArteOficio*, 2(2).
- De Jong, O.(1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las Ciencias*. (17), 279-288.
- Egan, D. (1988). Individual Differences in Human-Computer-Interaction. En M. Helander (Ed.), *Handbook of human-computer-interaction* (págs. 543-568). Amsterdam: Elsevier.
- Franco, M., & Nelly, D. (2014). Elementos estructurales de los videojuegos potencialmente educativos para el desarrollo de temáticas escolares relacionadas con el pensamiento espacial en niños y niñas entre ocho y diez años.

- Badillo, R. G. (2005). *La formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: memorias de investigación*. U. Pedagógica Nacional.
- Gardner, H. (1985). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*.
- Gardner, H. (2005). *Inteligencias Múltiples-La teoría en la Práctica*. Editorial Paidós, Barcelona.
- Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. New York: Basic Books.
- Gonzato, M., Fernández, M., & Díaz, J. J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 99-117.
- Gottfredson, L. (1994). Mainstream Science on Intelligence. *Wall Street Journal* - 13 December- [Reprinted INTELLIGENCE U(I) 13-23, 1997], p A18.
- Grajales, Z., & Nelson, F. (2014). La geometría de las plantas: una experiencia de modelación matemática en el pensamiento espacial y sistemas geométricos.
- Guilford, J. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J., & Zimmerman, W. (1947). Some A.A.F. findings concerning aptitude factors. *Occupations*, 26, 154-159.
- Keller, B., Wasburn-Moses, J., & Hart, E. (2002). Improving Students' Spatial Visualization Skills and Teachers' Pedagogical Content Knowledge by using on-line Curriculum-embedded Applets: Overview of a Research and Development Project. <http://illuminations.nctm.org/downloads/IsoPaperV4.pdf> (Disponible 14 October 2009).
- Linn, M., & Petersen, A. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979), *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature*, Tech. Rep. No. 9, Stanford, CA, Stanford University, School of Education.
- Lowrie, T. (1994). Developing Talented Children's Mathematical Ability through Visual and Spatial Learning Tasks. Australian Association for Research in Education, <http://www.aare.edu.au/92pap/lowrt92487.txt> (Disponible 14 Octubre 2009).

- Maier, P. (1998). Spatial Geometry and Spatial Ability: How to Make Solid Geometry Solid? En E. Cohors-Fresenborg, K. Reiss, G. Toener, & H. Weigand (Edits.), *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (págs. 63–75). Osnabrück.
- McGee, M. G. (1979). Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86 (5), 889-918.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). Matemáticas. Lineamientos curriculares. MEN. Bogotá. (Hay una edición del mismo año en la Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá).
- Morales, C. A., & Majé, R. (2010). Pensamiento espacial y desarrollo de competencias matemáticas la enseñanza de un caso particular: los cuadriláteros.
- Moreira, M. Greca, I. Y Rodríguez, M. (2002). Modelos mentales y Modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Investigación en Educación en Ciencias*. (2),36-56.
- Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. Paris
- Newcombe N & Huttenlocher J. (2000). Making Space: The Development of Spatial Representation and Reasoning. Cambridge, MA: The MIT Press. (Consulted 14 Octubre 2009).
- Pellegrino, J., Alderton, D., & Shute, V. (1984). Understanding Spatial Ability. *Educational Psychologist*, 19 (3), 239–253.
- Pérez, M. R., & López, E. D. (1989). Entrenamiento cognitivo y mejora de la inteligencia. *Revista de educación*, (289), 391-408.
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Romero, C. (2003). Psicología del aprendizaje y la educación superior. Santa Patricia: Visión Universitaria.
- Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 4, (1).
- Saorín, J. (2006). Estudio del efecto de la aplicación de tecnologías multimedia y del modelado basado en bocetos en el desarrollo de las habilidades espaciales. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Sjölinder, M. (1998). Spatial cognition and environmental descriptions. Towards a Framework for Design and Evaluation of Navigation in Electronic Spaces. <http://www.sics.se/humle/projects/persona/web/persona.html> (disponible 14 Octubre 2009).

Sorby, S., Wysocki, A., & Baartmans, B. (2003). Introduction to 3D Spatial Visualization: an active approach. Clifton Park, NY: Thomson Delmar Learning. *Revista EAN* No.58 septiembre-diciembre p.27-40

Tamara, Y. (2015). Recurso Educativo Digital Abierto Para el Desarrollo del Pensamiento Espacial en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de las Cónicas en Estudiantes de Décimo Grado. *Revista de Matemática MATUA*, 2(1).

Tobón, S., & Rojas, A. C. N. (2013). La gestión del conocimiento desde el pensamiento complejo: un compromiso ético con el desarrollo humano. *Revista EAN*, (58), 27-40.

Torres Hernández, S. C., & Gaitán Medina, C. A. (2016). Desarrollo del pensamiento espacial por medio de un material educativo digital en estudiantes de grado quinto del colegio Ofelia Uribe de Acosta (IED).

Villegas, A. <http://es-puraquimica.weebly.com/enlaces-quimicos.html>
<http://quimica.laguia2000.com/enlaces-quimicos/enlaces-del-carbono#ixzz4A4NVpx9g>
<http://maryoriquimicaorganica.blogspot.com.co/>
<http://www.monografias.com/trabajos16/espacio-tiempo/espacio-tiempo.shtml#NOCION#ixzz46yU6zpAB>

O., Zapata, L., Cabrera, D., Arboleda, V., Fernández, J. A., García, L.,... & García, E. (2008). Pensamiento espacial a través del doblado del papel. *CIDD-II Congreso Internacional de Didáctica*, 248-253.

Wade, L. G., Pedrero, Á. M., & García, C. B. (2004). *Química orgánica* (pp. 492-495). España: Pearson prentice hall.

Whitten, K. (1999). *Química General*. Madrid: Mc Graw Hill.

<http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.html>

13. Anexos

13.1. Anexo 1: Pre-Test



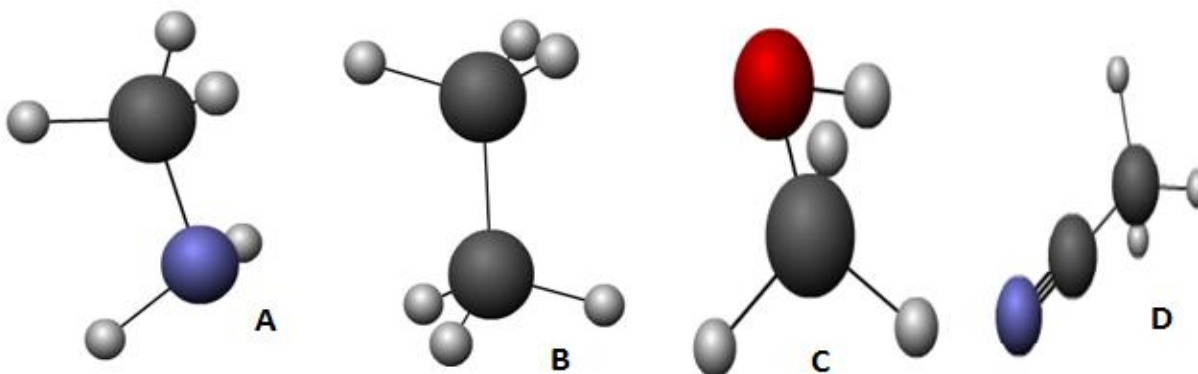
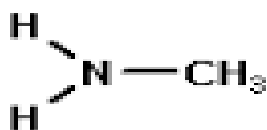
**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA
PRE TEST HABILIDADES DE PENSAMIENTO ESPACIAL**

Esta prueba tiene como objetivo valorar sus habilidades de pensamiento espacial. El resultado de la prueba no afectara las calificaciones del periodo y por lo tanto se le solicita que las respuestas sean lo más conscientes y ajustadas a la relación espacio-plano que usted observa. Los resultados de la prueba permitirán determinar las acciones posteriores para mejorar su desempeño. Gracias por el diligenciamiento de la prueba.

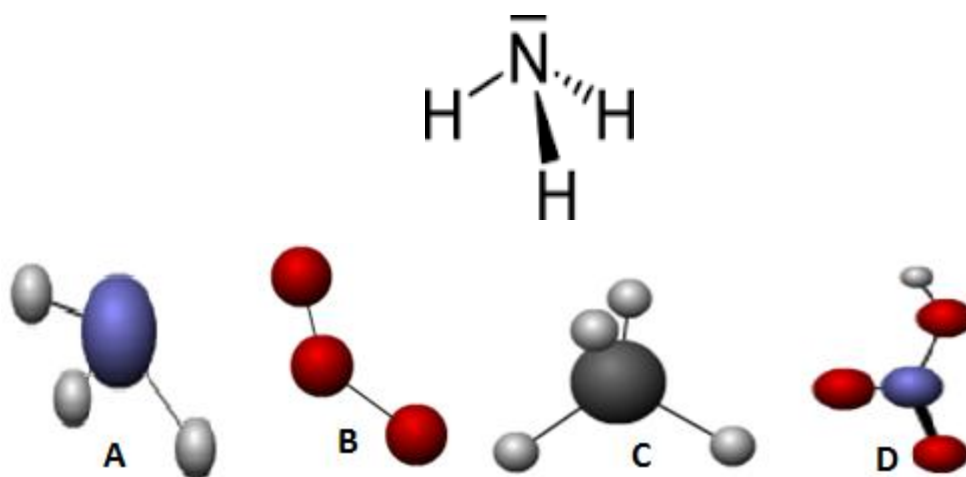
PARA RESPONDER ESTE PRE TEST. CUENTA CON UN TIEMPO DE 10 MINUTOS

Marque su respuesta en la Tabla de respuesta y las preguntas 9 y 10 al respaldo de esta Tabla

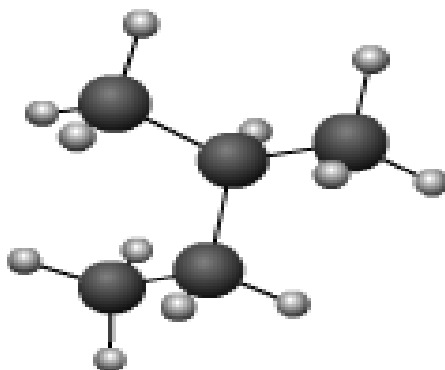
1. ¿Cuál de las estructuras de la parte inferior, corresponde a la fórmula propuesta?



2- ¿CÚAL ES LA FIGURA IGUAL AL MODELO?

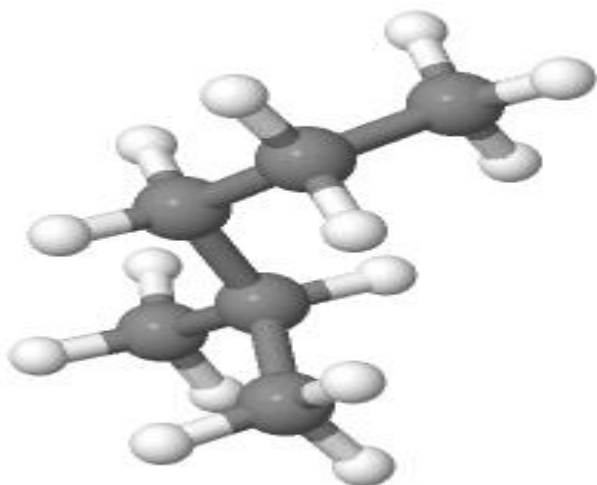


3- LA MOLECULA DE LA GRAFICA CORRESPONDE A:



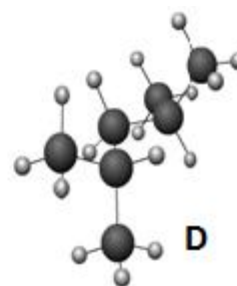
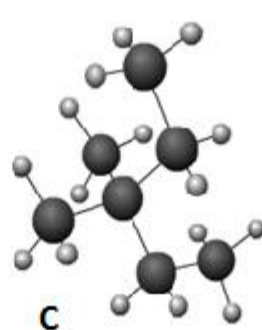
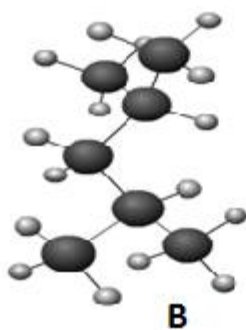
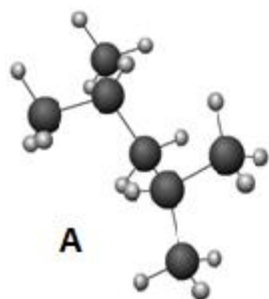
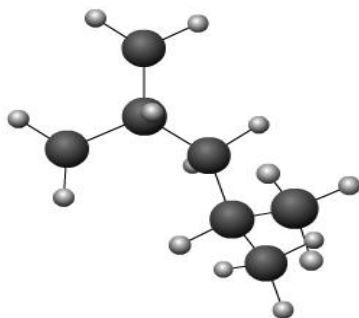
A. Pentano B. 2,2-dimetilpropano C. 2-metilbutano D. butano

4- INDIQUE LA FORMULA MOLECULAR DE LA SIGUIENTE ESTRUCTURA (MOLECULA)



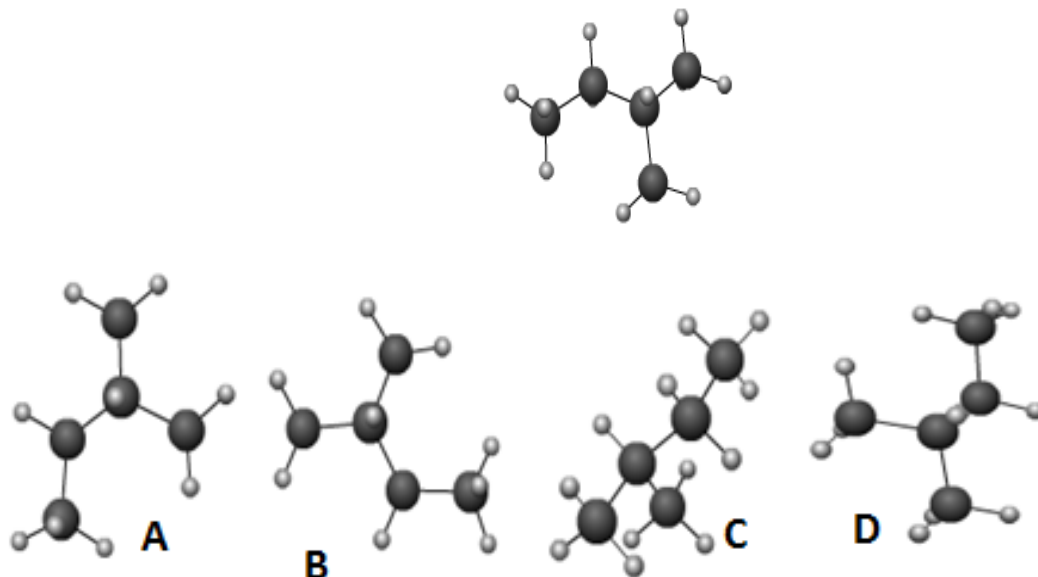
- A. C_6H_{12}
 B. C_5H_{12}
 C. C_5H_{14}
 D. C_6H_{14}

5- ¿CUÁL ES LA ESTRUCTURA QUE NO ES IGUAL AL MODELO?:



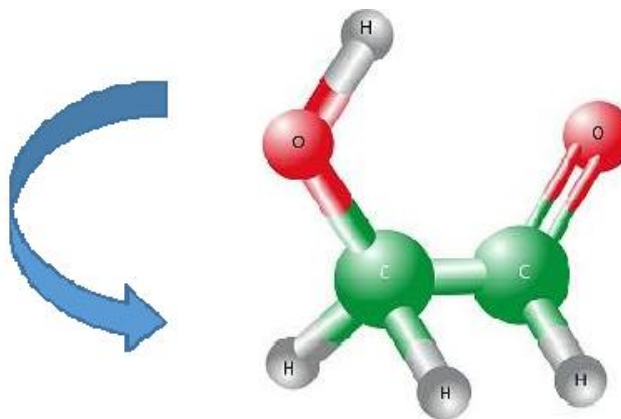
6- ¿CUÁL ESTRUCTURA ES DIFERENTE AL MODELO?

(SI GIRA MENTALMENTE CADA UNO DE ESTAS CUATRO MOLECULAS ENCONTRARÁ UNA QUE ES **DIFERENTE** A LA ESTRUCTURA DE LA IZQUIERDA O MOLECULA -MODELO)

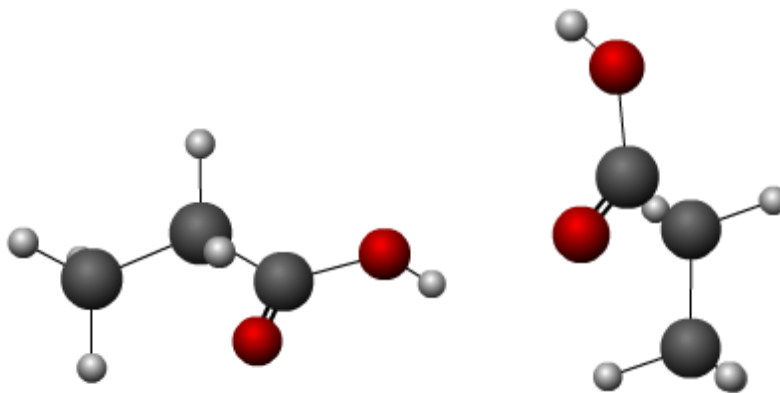


7- DIBUJE LA MOLÉCULA SI LA HACEMOS ROTAR 90° COMO INDICA LA FLECHA

8- AL
(SUPERPONER)
FIGURAS,
EXACTAMENTE



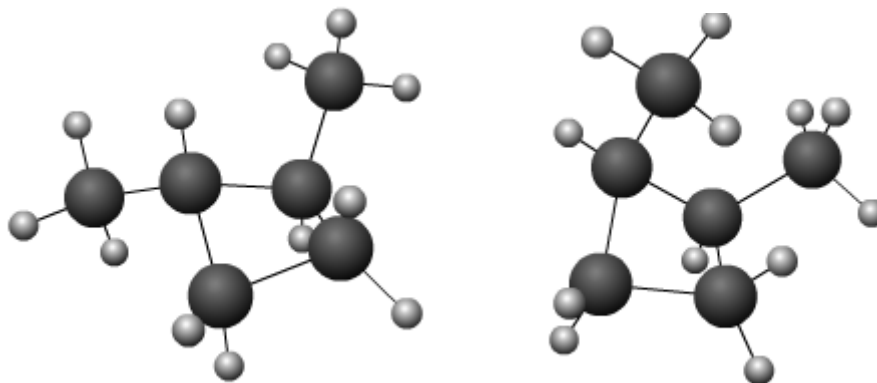
SOBREPONER
LAS DOS
¿QUEDAN
IGUALES?



Responda así:

- A. SI
- B. NO

9- AL SOBREPONER (SUPERPONER) LAS DOS FIGURAS, ¿QUEDAN EXACTAMENTE IGUALES?



Responda así:

- A. SI
- B. NO

10- CUÁL ES LA FORMA (ESTRUCTURAL) DEL EMPAQUE DE ESTE JUGO Y EXPLIQUE SUS CARACTERÍSTICAS

13.2. Anexo 2: Programa de Intervención Cognitiva- Secuencia Didáctica

Volumen 1, nº 1 Septiembre 2016

La materia no es plana!

“Yo pienso en 3D”

Presentación

Puntos de interés especial:

- Molécula de Metano
- Hibridación
- Hidrocarburos Alifáticos
- Hidrocarburos aromáticos
- Tensión angular
- Impedimento estérico
- Isomería
- Tipos de Isomería
- Ejercicios
- Problemas
- Evaluación de la Secuencia

Nosotros vivimos en un mundo tridimensional. En el macromundo y el micromundo (a nivel molecular). En ninguna otra ciencia es tan importante el pensamiento espacial como en el campo de la química orgánica. El estudio de la química en tres dimensiones es llamado “estereoquímica”. Alrededor de 1860, Pasteur descubrió la resolución del dimorfismo del ácido tartárico, dando origen a este campo (isomería óptica).

Cabe resaltar que todas las estructuras moleculares son espaciales, sin embargo, el hecho de usar un plano para modelar, nos ha restringido a “pensar” en dos dimensiones.

Para afianzar nuestro pensamiento espacial, iniciaremos con interpretar de manera adecuada la molécula primaria de la química orgánica, el metano; luego analizaremos la importancia de los enlaces, las estructuras de cadena abierta, cerrada, terminando con isomería.

Se pretende que al finalizar esta secuencia el estudiante podrá interpretar diferentes moléculas, modelar, explicar y comprender algunas propiedades.



La química es una ciencia maravillosa que va más allá de preparar sustancias.

Contenido:

Artículo interior	2
Artículo interior	2
Artículo interior	2
Artículo interior	3
Artículo interior	4
Artículo interior	5
Artículo interior	6

El Metano. CH₄– “Gas de los Pantanos”

La molécula más sencilla en química orgánica es el Metano. Esta molécula contiene un átomo de carbono unido a cuatro átomos de hidrógenos cuyos enlaces son iguales. La molécula de metano es un TETRAEDRO regular, según diferentes métodos espectroscópi-

cos. El carbono está en el centro y en cada vértice un átomo de Hidrógeno.

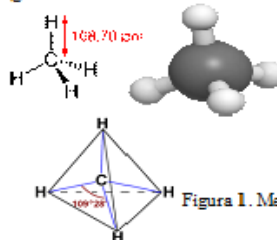



Figura 1. Metano en tres formas de representarse.

Características del Metano:

Nombre IUPAC	
Metano	
General	
Otros nombres	Tetrahidruro de carbono Hidruro de metilo Gas del pantano
Fórmula molecular	CH ₄

Identificadores	
Numero CAS	74-82-8
SMILES[mostrar]	
InChI[mostrar]	
Propiedades físicas	
Densidad	0,717 kg/m ³ ; 0,000717 g/cm ³
Masa molar	16,04 g/mol
Punto de fusión	90,6 K (-183 °C)
Punto de ebullición	111,55 K (-162 °C)
Termodinámica	
$\Delta_f H^\circ_{298}$	-74,87 kJ/mol
$S^\circ_{298,15 \text{ bar}}$	188 J mol ⁻¹ K
Peligrosidad	
Punto de inflamabilidad	85,15 K (-188 °C)
NFPA 704	
Temperatura de autoinflamación	420
Temperatura de autoinflamación	810,15 K (537 °C)
Límites de explosividad	5-15 %
Riesgos	
Inhalación	Asfixia; en algunos casos inconsciencia, ataque cardíaco o lesiones cerebrales.
Piel	El compuesto se transporta como líquido criogénico. Su exposición causará obviamente la congelación.
Más información	NIST WebBook
Valores en el SI y en condiciones estándar (25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.	

Hibridación:

Una manera de combinar la energía y la materia

La explicación de la TETRAVALENCIA" del átomo de Carbono se basa en el concepto de Hibridación- Si los hidrógenos, con sus orbitales 1s, se enlazaran a los orbitales atómicos de la capa externa del Carbono no se podría formar una molécula tetraédrica estable; ya que los ángulos entre los orbitales p es de 90°, no de 109,5°, además los enlaces carbono-hidrógenos no serían equivalentes, pues hay dos tipos de orbitales, s y p, en la capa externa del carbono. Para establecer la geometría te-

traédrica, mas estable, los orbitales de la capa dos (2s, 2p^x, 2p^y, 2p^z) se **hibridan**, o mezclan, para formar cuatro orbitales nuevos que son equivalentes y forman entre si el ángulo ideal, 109,5°. Estos cuatro orbitales llamados sp³, ya que resultan de la mezcla de un orbital S y tres orbitales p- y están dirigidos hacia los vértices de un tetraedro.

La hibridación da origen a las diferentes estructuras orgánicas. La hibridación sp³ o tetraédrica-

La hibridación trigonal, don-

de un átomo de carbono central tiene tres enlaces dirigidos hacia los vértices de un triángulo. Resulta de la combinación de un orbital s y dos orbitales p; forman tres orbitales híbridos sp² que están orientados en forma trigonal. La hibridación sp, resultado de mezclar un orbital s y un orbi-

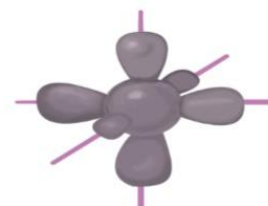
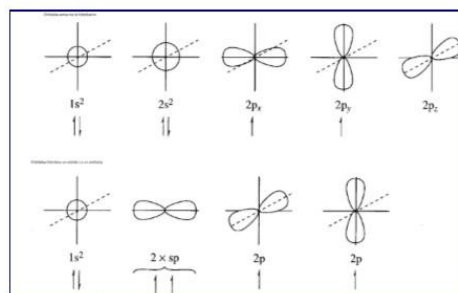
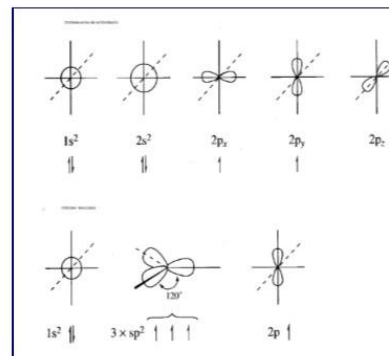
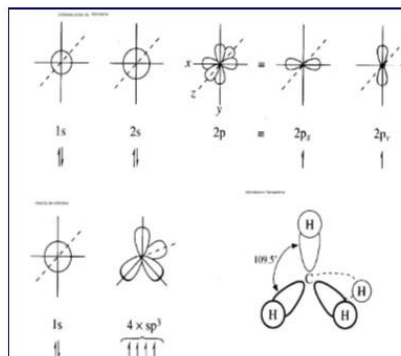


Figura 2: Capa externa del átomo de Carbono- Normal



Figuras 3: hibridación sp³, sp², sp.

" El trabajo del pensamiento se parece a la perforación de un pozo: el agua es turbia al principio, más luego se clarifica
" Proverbio Chino

tal p. Los orbitales híbridos toman una orientación lineal.

¿Cómo representar en un plano la molécula tridimensional?

Una de las dificultades para comprender la estructura molecular es el concepto de espacio y plano. Las moléculas son cuerpos, es decir presenta una ubicación y orientación en el espacio. Sin embargo, para efecto de su enseñanza y estudio se debe hacer una representación en un plano, como la hoja, el tablero (bidimensional) o 2D. Para minimizar esta diferencia en la perspectiva, se ha implementado como convención la forma y trazo de líneas para indicar o señalar la posición del átomo en la estructura molecular.

La proyección de Fischer, ideada por el químico alemán Hermann Emil Fischer en 1891 es una proyección bidimensional utilizada en química orgánica para representar la dispo-

sición espacial de moléculas en las que uno o más átomos de carbono están unidos a 4 sustituyentes diferentes.

Estos átomos pueden existir en dos configuraciones espacialmente diferentes, que son imágenes especulares (simétricas respecto a un plano) entre sí, como lo son la mano derecha de la izquierda, y al igual que éstas no son superponibles en el espacio.

Diagrama de cuñas.

En este método la orientación espacial de un átomo en el espacio se muestra usando líneas en forma de cuñas para denotar las uniones

Una cuña sólida representa una unión que sale del plano

del papel. Una línea punteada representa una unión que va hacia atrás del plano del papel.

Una línea simple representa una unión que está sobre el plano del papel.

En la construcción de estos diagramas normalmente escribimos una cuña sólida, una punteada y dos líneas.

Cuando usamos esta combinación es importante recordar que las dos cuñas debe de estar adyacentes una a otra para que la representación sea correcta y evitar ambigüedades

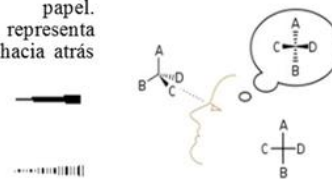


Figura 4. Como vemos y percibimos.



Figura 5. representación de cuñas-líneas

Hidrocarburos Alifáticos: abiertas y cerradas

Los compuestos orgánicos se clasifican de acuerdo con características estructurales comunes que imparten propiedades químicas y físicas similares a los compuestos que pertenecen a cada grupo o familia. El estudio de la química orgánica por familias simplifica la tarea de entender las reacciones que sufren los compuestos.

Hidrocarburo: compuesto formado solo carbono-hidrogeno-

Alcano: compuesto formado solo por carbono-hidrogeno y enlaces sencillos. Compuesto Saturado: compuestos con solo enlace sencillo.

Compuesto NO saturado: compuesto con al menos un doble o triple enlace.

Alqueno: compuesto formado carbono-hidrogeno y al menos un doble enlace.

Alquino: compuesto formado por carbono-hidrogeno y al menos un triple enlace.

Etano: $\text{CH}_3\text{—CH}_3$

Eteno: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

Etino: $\text{CH}\equiv\text{CH}$

Los cicloalcanos son hidrocarburos que tienen dos hidrogeno menos. El ciclo alcano mas sencillo es el ciclopropano. En la medida que aumenta el número de carbonos la tensión en los enlaces disminuye hasta alcanzar

el ciclohexano cuyo estabilidad le dan las estructuras de silla y bote

Apoyado por el texto guía—texto de química o su notas, resuelva los siguientes ejercicios. (figura 7)

1- Observando las estructuras de la siguiente pagina (superior) : determinar la formula molecular completa y condensada.-

2- Ayudado con algún tipo de material o modelo atómico elabore las estructuras, ¿es el mismo compuesto ? si. no justifique-

1. Dibuje cuatro estructuras de cicloalcanos de formula molecular C_5H_{10} .



Figura 6. La longitud del enlace y el ángulo del orbital híbrido se conservan, por ello la tensión

" Sólo hay un bien: el conocimiento, sólo hay un mal: la ignorancia"
Sócrates

"Yo pienso en 3D"

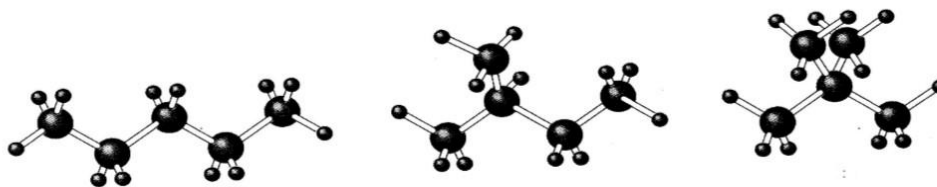


Figura 7 – Ejercicio-

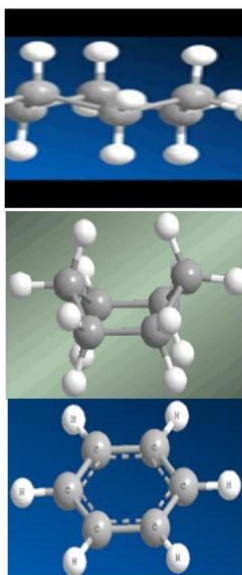


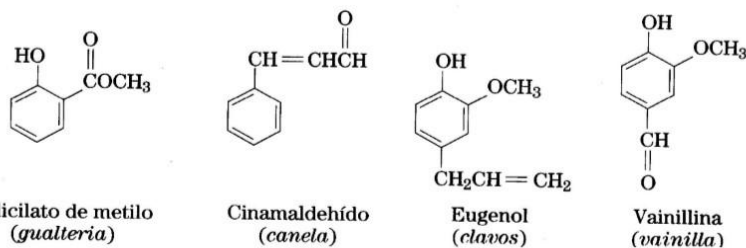
Figura 8. Las imágenes superiores corresponden al ciclo hexano en conformación de silla y bote respectivamente. La estructura inferior corresponde a una molécula a de

Hidrocarburos Aromáticos

El grupo de hidrocarburos aromáticos corresponde a una serie de estructuras cuya base es un anillo de **benceno**. La diferencia del ciclo hexano (seis carbonos) y el benceno (seis carbonos) esta en la amplitud del enlace, el ciclohexano mantiene los 109° de los hidrocarburos de cadena abierta; por el contrario el benceno presenta ángulos de alquenos, 120° circunstancia

que hace la molécula plana, como se ve en las figuras de la izquierda– Fig. 6 Aunque el benceno y otros compuestos aromáticos se extraen del "maloliente-" alquitrán de hulla tienden a tener olores fragante, de ahí el termino de aromáticos. Un buen número de compuestos aromáticos como clavos, canela, vainilla y rosas.

Los compuestos aromáticos sintéticos y naturales tienen amplia aplicación que incluye usos como antisépticos, anestésicos, conservantes de alimentos, componentes de la gasolina, colorantes, detergentes, plásticos y fibras, analgésicos y fármacos.



Ejercicio de aplicación (PE-VE-RM)

1. Tome cada una de las estructuras de arriba y:
 - A. Escriba la fórmula molecular
 - B. Indique que grupos funcionales están presentes.
 - C. Con ayuda de modelos, plastilina o materiales similares modele cada grupo funcional, indicando la amplitud del ángulo..
2. Dibuje usando Fisher o dibujos convencionales dando la apariencia de volumen.
3. Determine, usando la infor-

mación de ESTEREOSOMEROS, el tipo de isomería que es posible aplicar. Para el cinamaldehído (canela).

"Hay dos cosas infinitas,
el universo y la estupidez
humana...y sólo estoy
seguro de la segunda..."
Albert Einstein

Isomería

Es un fenómeno que se da cuando dos o más compuestos tienen fórmulas moleculares idénticas pero diferentes fórmulas estructurales. Los isómeros difieren entre sí en propiedades físicas y químicas, por lo que la caracterización de estas propiedades ayuda a determinar que tipo de molécula se tiene en dado caso. Una técnica usada para determinar con exactitud la

distribución espacial de los átomos, (en una molécula) distancia y ángulos de enlace es la difracción con Rayos X. La isomería se clasifica en:

Isomería de Esqueleto: Se presenta como resultado de las diferentes secuencias posibles para los átomos de carbono para una cadena hidrocarbonada. Se denomina también isomería de cadena.

Isomería de posición. Resulta de en colocar grupos funcionales en posiciones estructuralmente no equivalentes, sobre un mismo esqueleto carbonado.

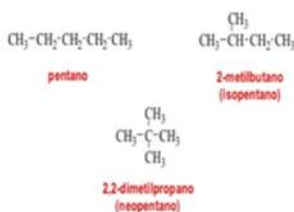
Isomería de grupo funcional: Se presenta cuando dos compuestos poseen diferentes grupos funcionales para una misma fórmula molecular.



Ejemplos de isómeros de esqueleto, posición y función

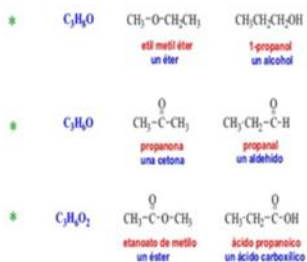
ISÓMEROS DE CADENA

Los compuestos tienen distribuidos los átomos de carbonos de la molécula de forma diferente. Por ejemplo, existen 3 isómeros de fórmula general C_5H_{12} .



ISÓMEROS DE FUNCIÓN

Son compuestos de igual fórmula molecular que presentan funciones químicas diferentes.



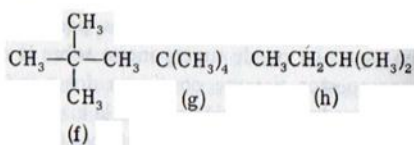
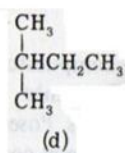
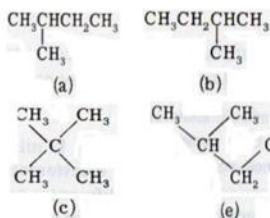
ISÓMEROS DE POSICIÓN

Son compuestos que tienen las mismas funciones químicas, pero sobre átomos de carbono con números localizadores diferentes.



Ejercicios de Aplicación (RM-RE-OE)

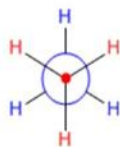
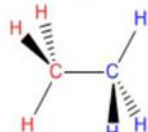
1. ¿cuántos compuestos diferentes se muestran a continuación?



2. ¿que grupos funcionales pueden estar presentes en un compuesto de fórmula C_3H_6O ?

“La ciencia es el gran antidoto contra el veneno del entusiasmo y la superstición”. Adam Smith

Proyecciones de Newman y de Caballete



Proyección de Newman en conformación eclipsada

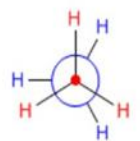
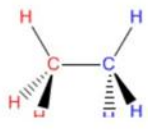
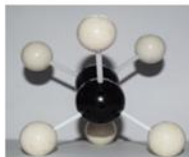


Figura 9. Proyección de Newman en conformación

"La duda es la madre del descubrimiento". Ambrose Bierce

Otras formas de ilustrar la tridimensionalidad en las moléculas orgánicas corresponde a representaciones denominadas de Newman, Caballete, dando origen a un tipo de isomería reconocida como CONFORMACIONAL.

Proyección de Newman: Forma de representar isómeros de conformación usando una proyección frontal de un enlace carbono-carbono.

Isomería de Conformación: Isómeros que difieren como resultado del grado de rotación en torno a un enlace carbono-carbono sencillo se presenta de dos tipos:

Eclipsada: Conformación en torno a un enlace carbono-carbono, sencillo en la cual los átomos unidos están tan cerca unos de otros como es posible.

Esalonada: Conformación en torno a un enlace carbono-carbono sencillo en la cual los átomos unidos están tan alejados como es posible.

Diagrama de Caballete: Una forma de representar isómeros de conformación con dibujos de varillas-

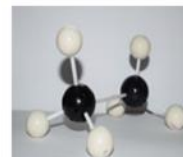


Figura 11. modelo de caballete

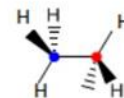
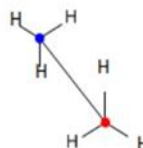
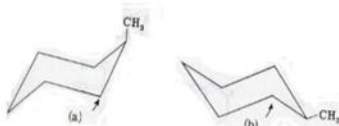


Figura 12. caballete en cuña.

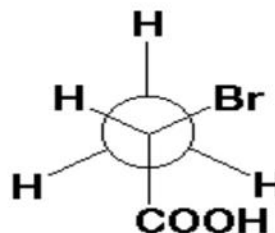
Figura 10. Caballete

Ejercicio de Aplicación (VE-RM-RE-OE)

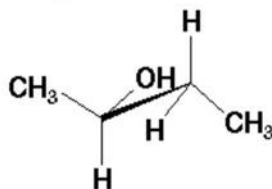
1- Dibuje las proyecciones de Newman para (a) y (b) colocando cerca de usted el átomo de carbono indicado con la flecha



2- Dibuje el diagrama en caballete para la siguiente estructura



3- Dibuje la proyección de Newman para la siguiente estructura



4- Representar en diagrama de cuñas la siguiente molécula



Isomería Óptica

La isomería óptica es una forma de modelar o mostrar compuestos que son idénticos en fórmula molecular, estructural, pero la orientación de átomos (o grupos de átomos) en el espacio es diferente.

Ejemplo ello son las siguientes moléculas, (ácido láctico)

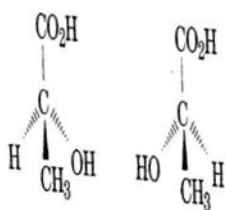


Figura 13— ácido láctico.

Se muestra la geometría tetraédrica y tridimensional del carbono de en medio; a primera vista son similares, idénticas: al intentar superponerlas, se encuentra que no es posible, pues de hecho, son imágenes en el espejo una de la otra y cada forma existe de manera independiente. La estructura de la

izquierda se produce en los músculos durante el ejercicio y es la causa de sentir dolor; la otra esta presente en la leche agria. Esta condición se debe a la presencia de un **carbono quiral**— figura 14

Carbono Quiral: carbono con cuatro grupos enlazados diferentes.

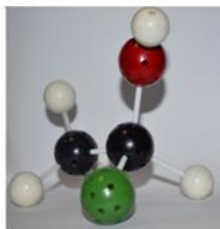


Figura 14. carbono quiral

Estereoisómeros: Isómeros con las mismas uniones de átomos a través de enlaces, pero diferentes orientaciones espaciales.

Isómeros Geométricos: isómeros *cis-trans*; los átomos o grupos exhiben diferencias de orientación entorno a un

doble enlace o anillo. (figura 15)

Enantimerismo: Son isómeros ópticos que son imágenes en el espejo.

Compuesto Quiral: compuesto que no se puede superponer a su imagen en el espejo; estos compuestos hacen girar la luz polarizada en un plano.

Isómeros Ópticos: isómeros que son idénticos en cuanto estructura excepto en lo que difieren por ser imágenes en el espejo “especulares”

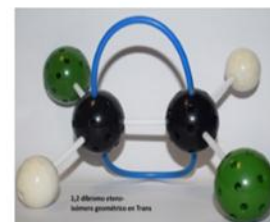
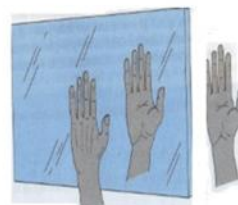
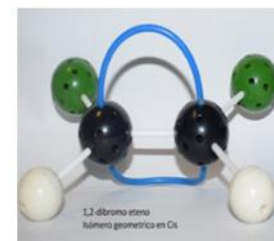


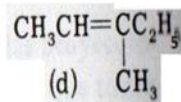
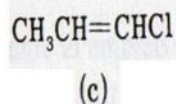
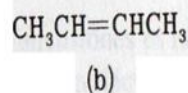
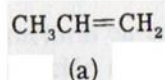
Figura 15 isómeros *cis-trans*.



Ejercicios de Aplicación (PE-VE-RE)

1. Para la fórmula $C_6H_{12}O$, dibuje un par representativo de isómeros que ilustren cada uno de los tipos de isomería siguientes: a.-de esqueleto, b.-de posición, c.-funcional, d.-geométrica, y e.-de conformación.

2. Cual de los siguientes compuestos exhiben isomería *cis-trans*?



*La ciencia no es más que un refinamiento del pensamiento cotidiano “
Albert Einstein



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Educadora de educadores

Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de química
Programa de Maestría en Docencia de la
Química

Estereoquímica, del plano a la estructura: Programa de Intervención para el afianzamiento del Pensamiento Espacial en Educación Media.

Categorías de pensamiento espacial, para compuestos orgánicos.

Para la construcción y evaluación de esta secuencia se fundamentó en autores como Maier (1998) y McGee (1979) que proponen 5 categorías o componentes de pensamiento espacial: percepción espacial, visualización espacial, rotaciones mentales, relaciones espaciales y orientación espacial.

Cada una de las secciones de "ejercicios de aplicación" esta relacionada con una o varias de estas categorías. Señor estudiantes, es posible, que algunos de estos ejercicios puedan desarrollarse con facilidad, sin embargo, se espera que con la información adecuada y su desarrollo de habilidades- pueda cumplir con la actividad, e interpretar la molécula en sus tres dimensiones.

- ⇒ La percepción espacial es la capacidad de determinar las relaciones espaciales de las estructuras aun existiendo información que puede distraer al estudiante.
- ⇒ Visualización espacial es la capacidad de manipular mentalmente, las imágenes visuales. Esto puede implicar imaginar las rotaciones de objetos en el espacio.
- ⇒ Rotación mental se refiere a la capaci-

dad de rotar mentalmente imágenes visuales.

- ⇒ Relaciones espaciales se refiere a la percepción de la posición de un objeto en relación a una posición anterior, considerando tamaño, distancias, volumen o cualquier otro signo distintivo.
- ⇒ Orientación espacial es la capacidad de orientarse física o mentalmente en el espacio.



**La energía no se crea, siempre existe, y no se destruye, solamente se transforma por medio del pensamiento o voluntad de quien la maneja.*

Bibliografía

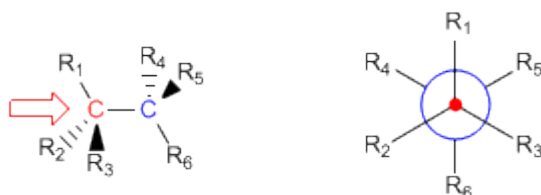
- Bailey, P. Química Orgánica. Pearson Educación
- Buxton, S.R. Organic Stereochemistry. LongMan
- Fessenden, R. y Fessenden, J. Química Orgánica. Editorial Iberoamericano.
- Henderson, R.B. Problemas en Química Orgánica. El Manual Modero

13.3. Anexo 3: Refuerzo de Conceptos de Estereoquímica



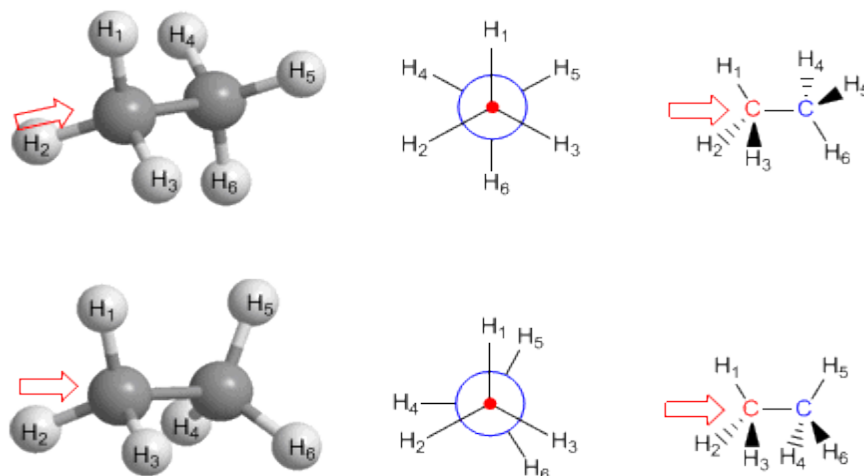
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
 MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA
 REFUERZO DE ESTEREOQUIMICA
 PROYECCIONES DE NEWMAN

La proyección de Newman se obtiene al mirar la molécula a lo largo del eje C-C. El carbono frontal se representa por un punto, del que parten los tres enlaces que lo unen a los sustituyentes. El carbono de atrás se representa por un círculo y los enlaces que salen de este carbono se dibujan a partir de este círculo.

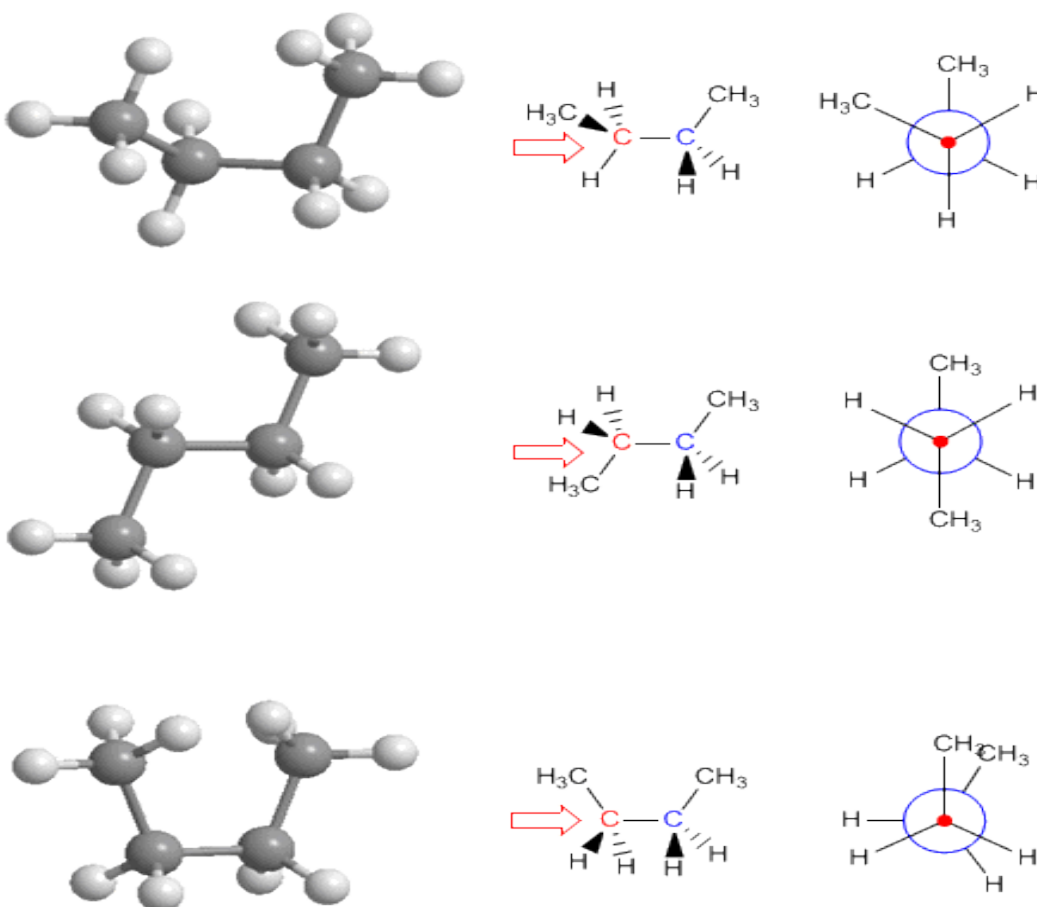


Proyección de Newman del etano alternado y eclipsado

Las conformaciones del etano se pueden representar fácilmente con esta proyección. En el caso de la conformación eclipsada para hacer más visibles los tres hidrógenos posteriores, éstos se dibujan ligeramente girados respecto a la posición totalmente eclipsada.



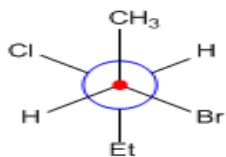
Proyección de Newman para las conformaciones del butano



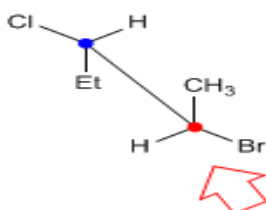
PROYECCION EN CABALLETE

En la proyección de caballete (también llamada en perspectiva) la línea de observación forma un ángulo de 45° con el enlace carbono-carbono. El carbono más próximo al observador se encuentra abajo y a la derecha. Mientras que el más alejado está arriba a la izquierda. Para hacer la proyección de Newman nos situamos frente al carbono señalado con la flecha, este carbono se representa por un punto (rojo), de él parten tres sustituyentes orientados del siguiente modo: metilo arriba; bromo derecha; hidrógeno izquierda. En el carbono del fondo, representado por un círculo (azul), hay otros tres sustituyentes: etilo abajo; cloro izquierda; hidrógeno derecha.

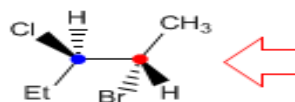
Conformación alternada



Newman

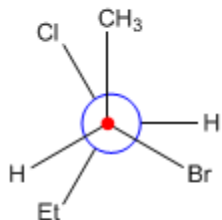


Caballete

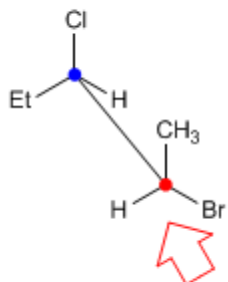


En la proyección de Newman de la conformación eclipsada se gira ligeramente el carbono del fondo (azul) para poder dibujar sus sustituyentes. En la realidad los sustituyentes del carbono rojo tapan los del azul.

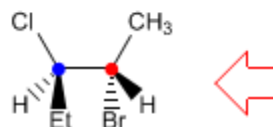
Conformación eclipsada



Newman



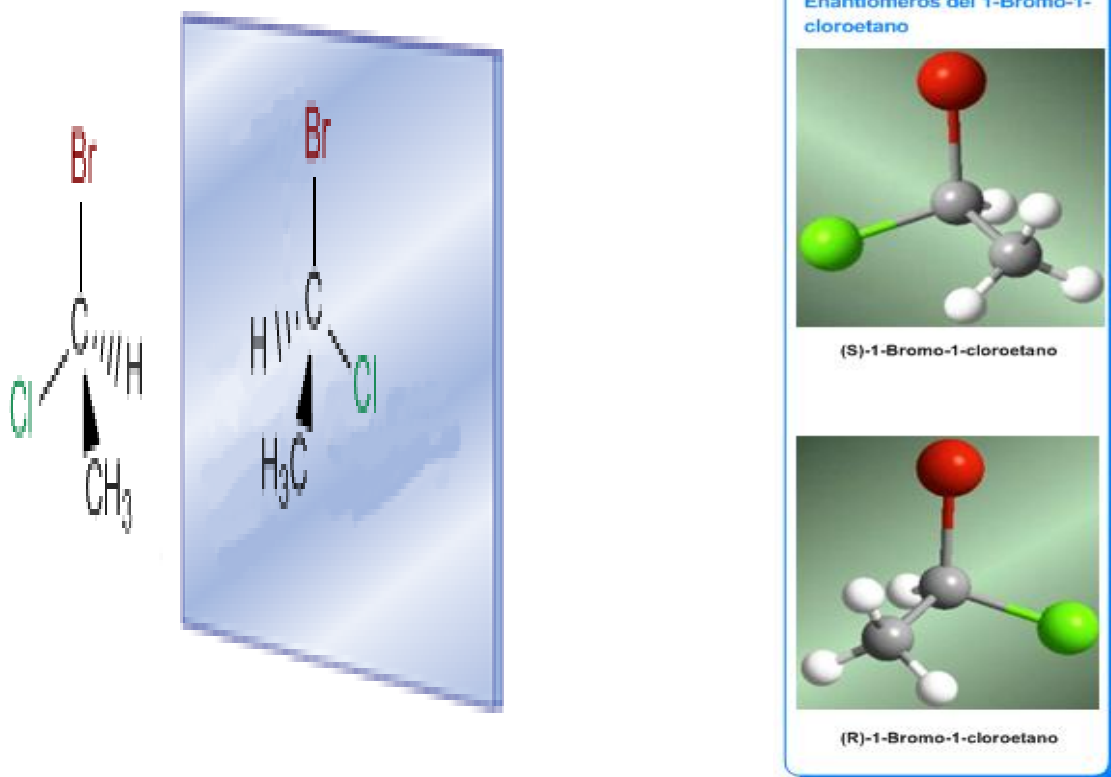
Caballete



ENANTIOMEROS

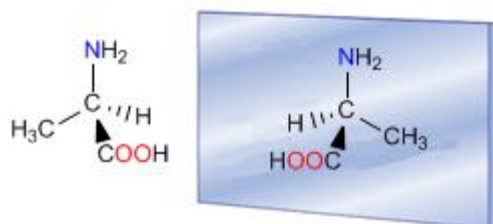
Los enantiómeros son imágenes especulares no superponibles. Se caracterizan por poseer un átomo unido a cuatro grupos distintos llamado asimétrico o quiral.

Ejemplo de enantiómeros: (R) y (S)-1-Bromo-1-cloroetano En los modelos moleculares puede verse que las dos moléculas son distintas, no se superponen.



La presencia de un carbono asimétrico (con sustituyentes distintos: metilo, hidrógeno, cloro y bromo) hace posible que la molécula y su imagen especular sean distintas.

Ejemplo de enantiómeros: (R) y (S)-Alanina La (R) y (S)-Alanina son otro ejemplo de enantiómeros



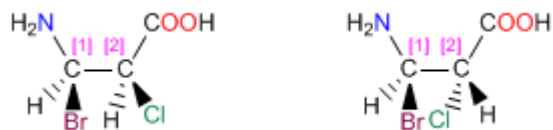
La presencia de un carbono unido a cuatro sustituyentes diferentes ($-\text{CH}_3$, $-\text{H}$, $-\text{NH}_2$ y $-\text{COOH}$) convierte a la alanina en un compuesto quiral y ópticamente activo, con una imagen especular (enantiómero) no superponible.

DIASTEROMEROS

Son moléculas que se diferencian por la disposición espacial de los grupos, pero que no son imágenes

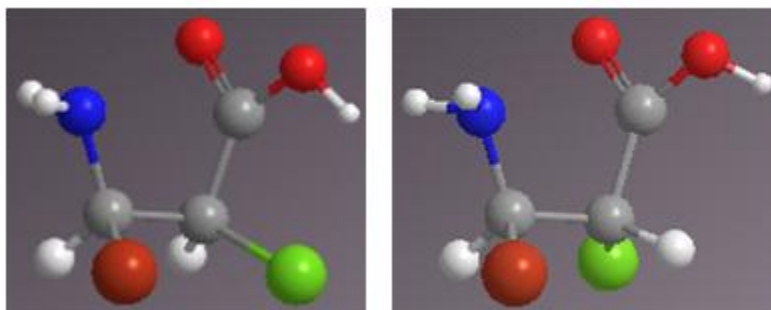
especulares. Un tipo de diastereoisómeros son los isómeros geométricos (alquenos cis y trans). Para que dos moléculas sean diastereoisómeros es necesario que al menos tengan dos centros quirales. En uno de los centros los sustituyentes están dispuestos igual en ambas moléculas y en el otro deben cambiar.

Pareja de diastereoisómeros



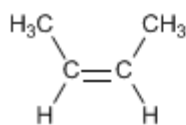
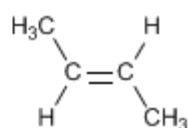
[1] Centro que se mantiene igual en ambas moléculas

[2] Centro que cambia (cloro e hidrógeno cambiados de posición)



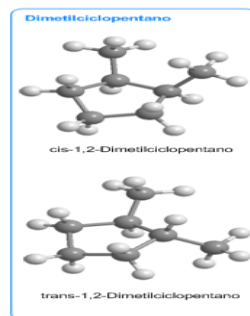
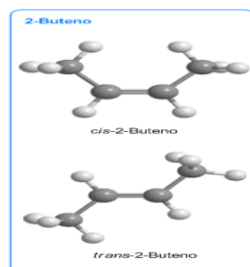
cis y trans-2-Buteno

El 2-buteno puede existir en forma de dos isómeros dependiendo de la orientación espacial de los grupos metilos. Se llama isómero cis el compuesto que tiene los metilos hacia el mismo lado. En el isómero trans los metilos se encuentran orientados a lados opuestos.

*cis*-2-Buteno*trans*-2-Buteno

cis y trans-1,2-Dimetilciclopentano

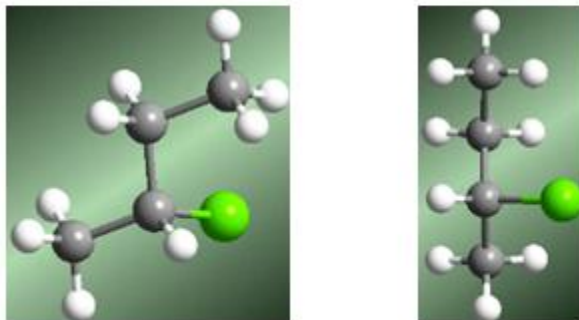
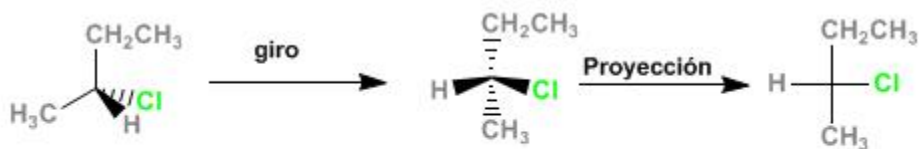
También puede emplearse la notación *cis/trans* en ciclo alcanos. Así, el *cis*-1,2-Dimetilciclopentano presenta los metilos hacia el mismo lado y el *trans* a lados opuestos.



PROYECCION DE FISCHER

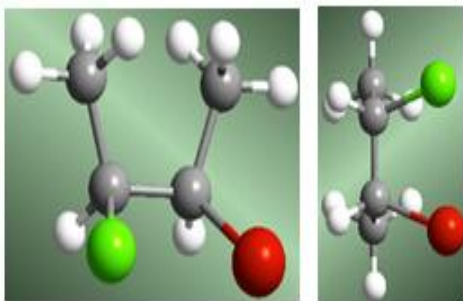
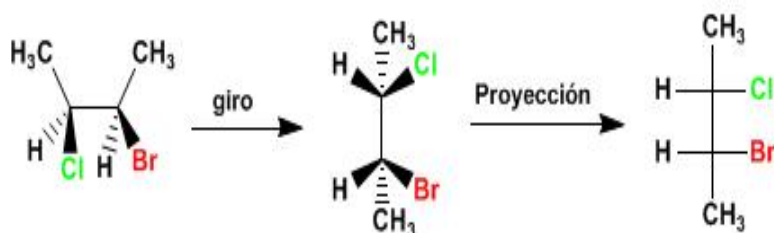
Proyectar consiste en dibujar en dos dimensiones (plano) una molécula. En la proyección de Fischer la molécula se dibuja en forma de cruz con los sustituyentes con los sustituyentes que van al fondo del plano en la vertical y los grupos que salen hacia nosotros en la horizontal, el punto intersección de ambas líneas representa el carbono proyectado.

Proyección de Fischer del 2-Clorobutano

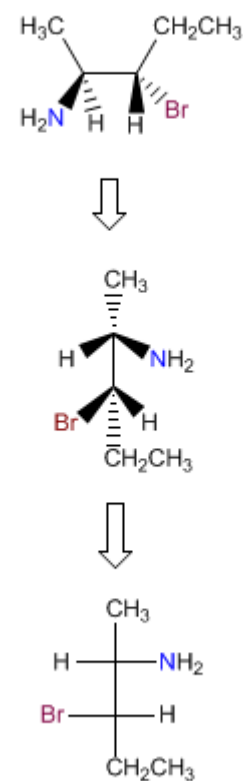


Proyección de Fischer del 2-Bromo-3-clorobutano

La proyección de Fischer puede hacerse para varios carbonos de la molécula. El primer paso consiste en dibujar la molécula eclipsada y en segundo lugar girarla dejando unos grupos hacia nosotros y otros al fondo del papel.



Proyección de Fischer

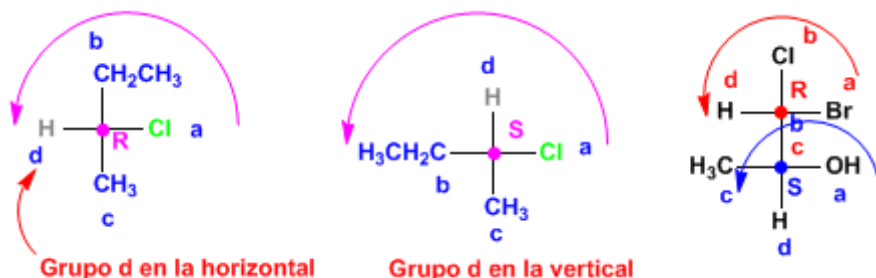


Configuración absoluta en Proyección de Fischer

Podemos dar notación R/S en una proyección de Fischer siguiendo unas sencillas reglas. Primero

asignamos prioridades a los cuatro grupos que se unen al carbono asimétrico. En segundo lugar nos fijamos en la posición del grupo d, si está arriba o abajo en la proyección de Fischer el giro en el sentido de las agujas nos da notación R y el giro en sentido contrario notación S, si está a derecha o izquierda el giro en sentido de las agujas da notación S y el giro en sentido opuesto notación R.

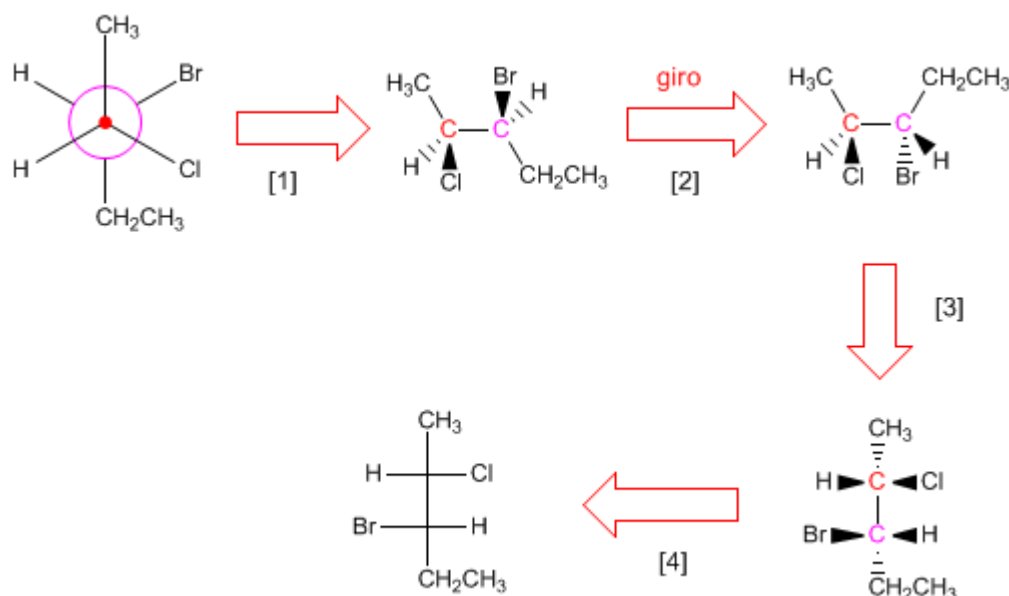
Algunos ejemplos



Puede comprobarse en estas moléculas que cuando se intercambia la posición de dos sustituyentes en una proyección de Fischer la notación R/S del centro quiral cambia.

Para convertir proyecciones de Newman en proyecciones de Fischer se dibuja la forma espacial de la molécula, disponiéndola en conformación eclipsada para hacer la proyección de Fischer.

Etapas a seguir:



[1] Paso de Newman a forma espacial de la molécula.

[2] Giro para disponer la molécula en conformación eclipsada

[3] Giro que dispone los grupos que están en el plano al fondo y los que van con cuñas y líneas a trazos hacia nosotros.

[4] Proyección de la molécula

Ejercicios

1-Represente una proyección de Newman alterna, a lo largo del enlace C1-C6 en la conformación del metil ciclohexano.

2- Represente el diagrama de cada una de las conformaciones en proyecciones de Newman para el 2-metil propano alrededor del enlace C1-C2 y para el 2-metil butano alrededor del enlace C2-C3.

3-Dibuja moléculas quirales que cumplan las siguientes características. Señala con un asterisco cada centro de quiralidad.

a) Cloro alcano de fórmula $C_5H_{11}Cl$

b) Alcohol de fórmula $C_6H_{14}O$

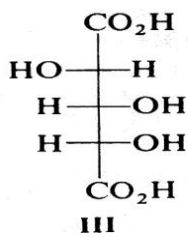
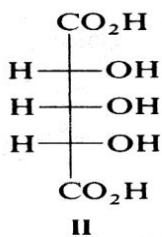
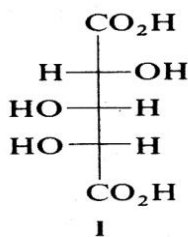
4- Dibuja las proyecciones de Newman de las siguientes moléculas: propanol (C1-C2, eclipsada), 1,1,2,2-tetracloroetano (alterna), 1-cloro-1,2-dinitropropano (C1-C2, alterna), 1-cloro-3-nitro-2-propanol (C1-C2, eclipsada; C2-C3, alterna).

5-

(a) ¿Cuáles de las siguientes proyecciones de Fisher representan enantiómeros?

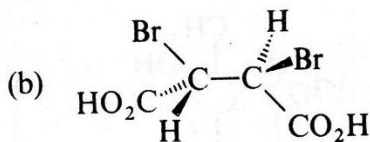
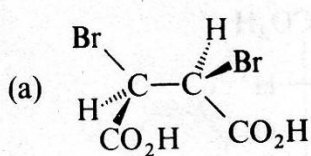
(b) ¿Cuáles son diastereómeros?

(c) ¿Cuál es una forma *meso*?



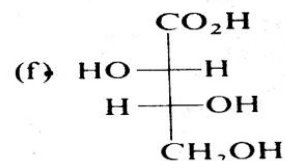
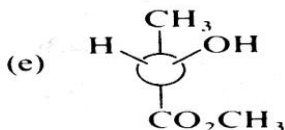
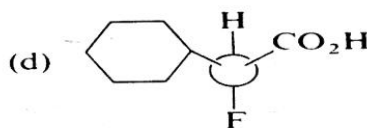
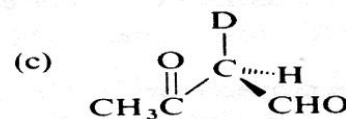
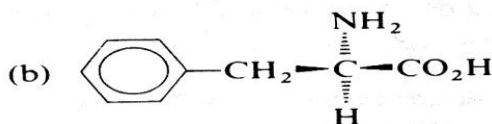
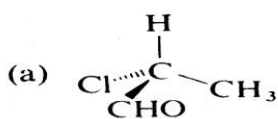
6-

1. Dibuje proyecciones de Newman de los carbonos 2 y 3 en las estructuras siguientes, mostrando todas las posibles conformaciones alternadas.



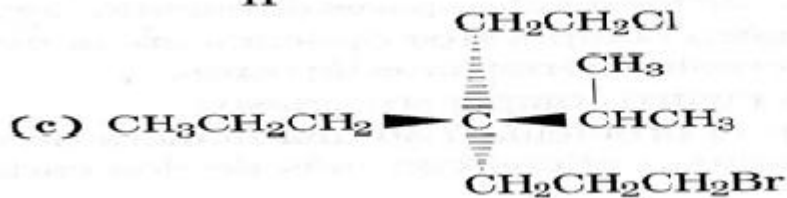
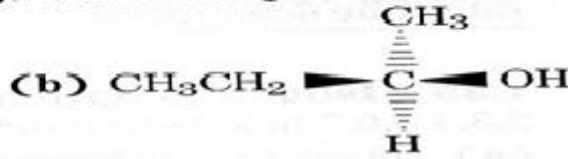
7-

Asigne la configuración (*R*) o (*S*) a cada una de las siguientes estructuras:



8.

Especificación de la configuración: Usando las designaciones *R* o *S*, especifique la configuración de cada uno de los siguientes compuestos:

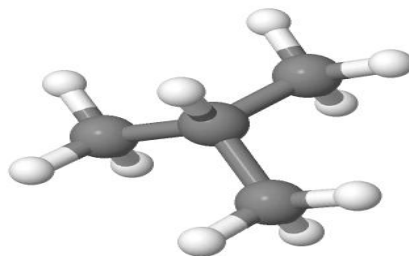


9. Dibuje los isómeros de conformación escalonados y eclipsados del butano, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, mirando a lo largo del enlace C_1-C_2 . Use proyecciones de Newman.

Dibuje los isómeros de conformación escalonados y eclipsados del butano, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, mirando a lo largo del enlace C_1-C_2 . Use proyecciones de Newman.

10- Dibuje con representación de cuña y líneas la siguiente estructura

Isobutano (metilpropano)



13.4. Anexo 4: Post Test



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA
TEST HABILIDADES DE PENSAMIENTO ESPACIAL

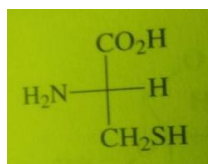
Esta prueba tiene como objetivo valorar sus habilidades de pensamiento espacial.

El resultado de la prueba no afectara las calificaciones del periodo y por lo tanto se le solicita que las respuestas sean lo más conscientes y ajustadas a la relación espacio-plano que usted observa. Los resultados de la prueba permitirán determinar las acciones posteriores para mejorar su desempeño.

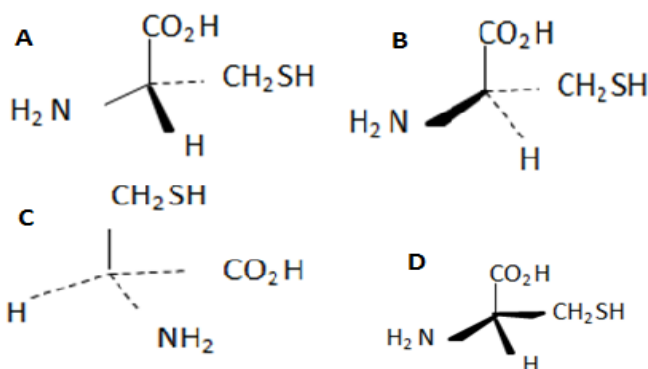
Gracias por el diligenciamiento de la prueba

PARA RESPONDER ESTE TEST CUENTA CON UN TIEMPO DE 30 MINUTOS

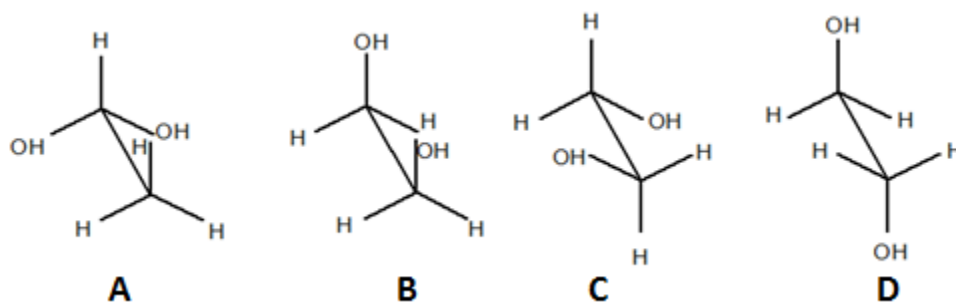
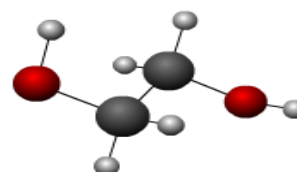
1-La estructura corresponde a (R-cisteína)



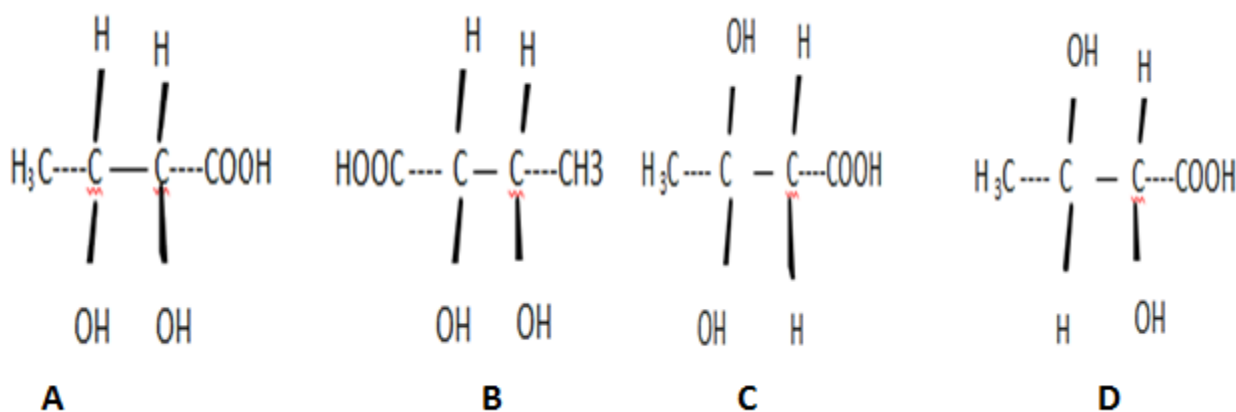
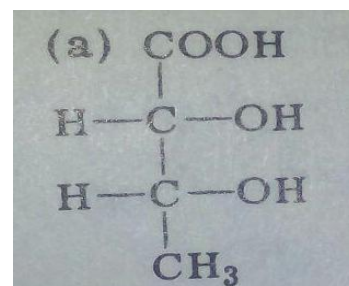
La estructura que representa la proyección de Fischer es:



2- La proyección en caballete de acuerdo con la siguiente estructura es:

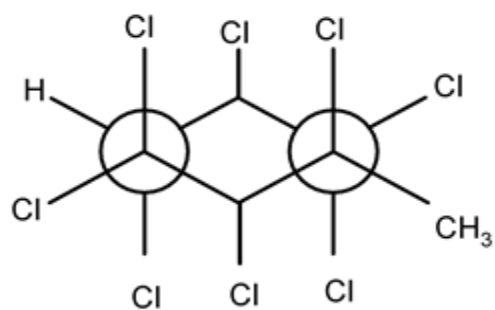
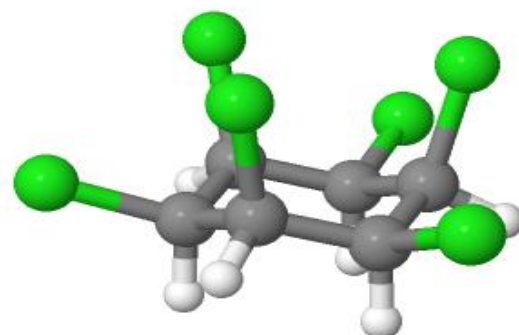


3- Para este ejercicio tenga cuidado con las instrucciones-téngalas en cuenta: Los isómeros del compuesto (a) en estructura de líneas y cuñas colocando a la cadena de carbonos en forma horizontal con el grupo metilo a la izquierda, ES:

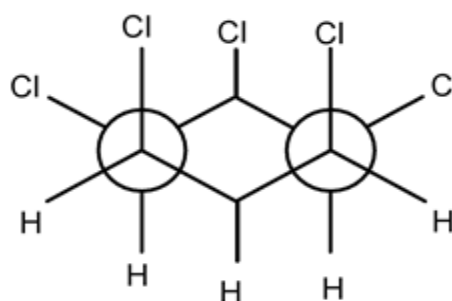


4-La siguiente figura corresponde a la posición silla del hexaclorociclohexano

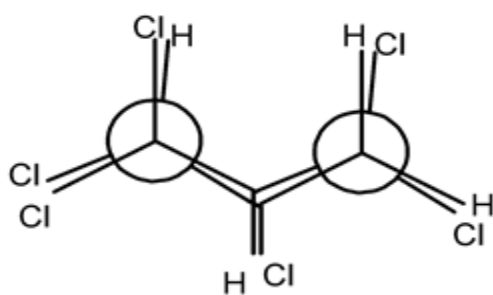
La proyección de Newman de la figura observada es



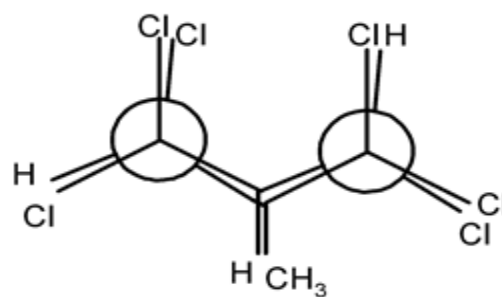
A



B

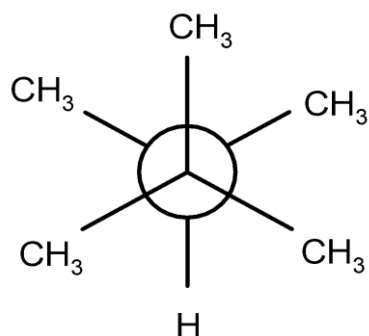


C

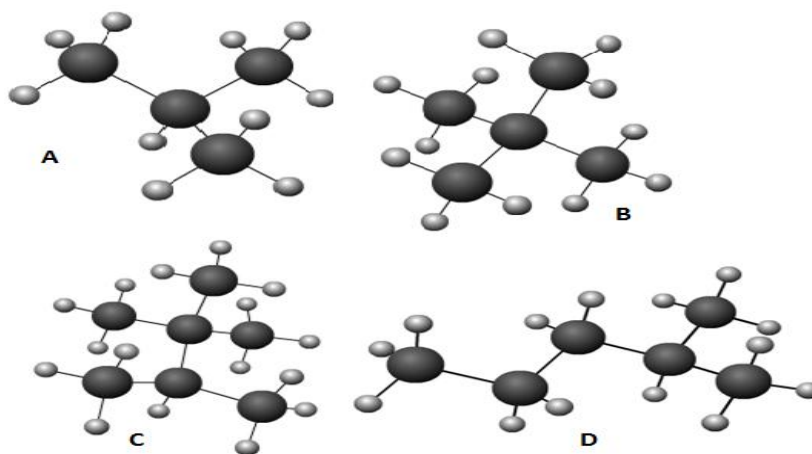


D

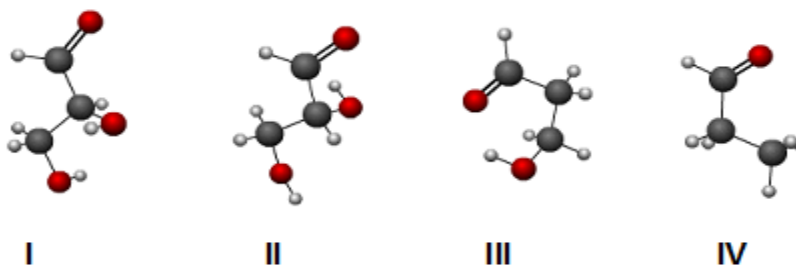
5- La siguiente figura corresponde a la proyección de Newman forma alterna para una estructura entre el carbono 2 y 3



La proyección de Newman corresponde a la molécula E



6- De las siguientes figuras son enantiómeros?:



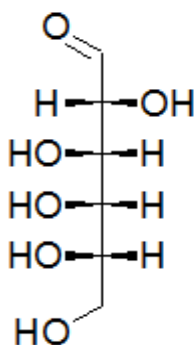
A. III y IV

B. II y III

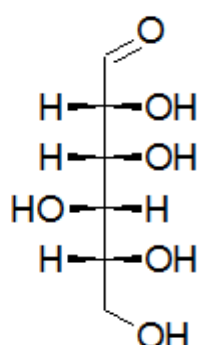
C. I y III

D. I y II

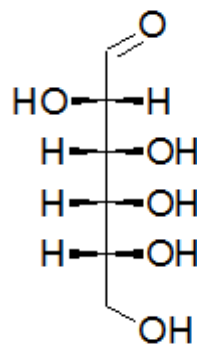
7- De las siguientes figuras **NO** son diastéromeros



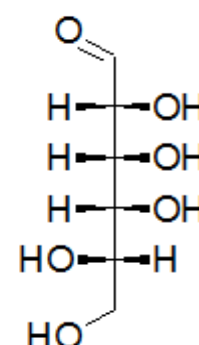
I



II



III



IV

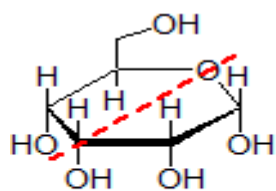
A. III y IV

B. II y III

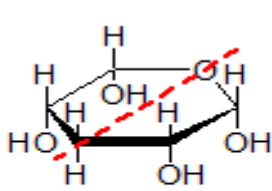
C. I y III

D. I y II

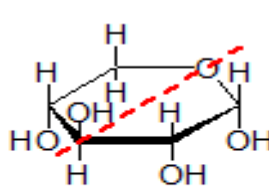
8- ¿Cuál de las siguientes estructuras es un compuesto meso?



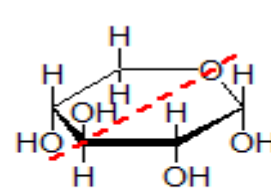
A



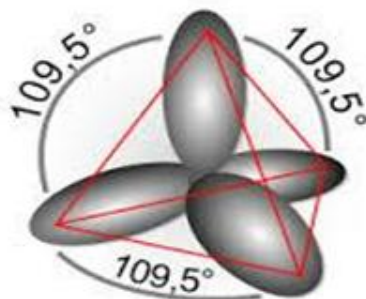
B



C



D



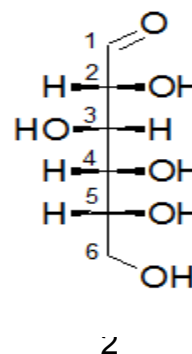
9. El carbono presenta enlaces simples, hidrocarburos saturados o alcanos, se ha

podido comprobar que los cuatro enlaces forman una figura:

A **B** **C** **D**
TETRAGONAL **TRIGONAL** **DIGONAL** **LINEAL**

10- La configuración R y S para los carbonos quirales o centro estereogénico 2 y 3 de la siguiente estructura es:

- A.
S,3S
B.
R,3R
C.
R,3S
D.
S,3R



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

NOMBRE _____ EDAD _____