

USO DE LOS MODELOS MOLECULARES EN LA ENSEÑANZA DE QUIMICA ORGÁNICA EN BACHILLERATO: HIBRIDACION



Universidad de Valladolid

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2013/2014

Alumno: Rocío Fernández Palacios

Tutor: Alfonso Pérez

RESUMEN

Este trabajo trata la dificultad que poseen los adolescentes acerca de la visión espacial de las moléculas en la materia de química orgánica. Para lo cual proponemos el uso de los modelos moleculares como herramienta de ayuda, que proporcione a estos una mejor comprensión de estos conceptos. Para ello nos centraremos en este trabajo en el tema de la hibridación del átomo de carbono a partir de la cual propondremos una serie de actividades prácticas, las cuales puedan ser desarrolladas en los centros de trabajo, siempre y cuando se disponga del material necesario, y en el caso de que los centros no dispongan de estos materiales incluimos un presupuesto aproximado para la adquisición de estos.

PALABRAS CLAVE

Química del carbono o química orgánica, visión espacial, hibridación del átomo de carbono, orbitales híbridos, modelos moleculares

ABSTRACT

This paper discusses the difficulty of teens about the spatial vision of the molecules in the field of organic chemistry. For which we propose the use of molecular models as a tool to help, giving them a better understanding of these concepts. To do this we will focus on this work in the subject of the hybridization of the carbon atom from which propose a series of practical activities, which may be developed in the workplace, always and when available the necessary material, and in the event that the centres do not have these materials include an approximate for the acquisition of these budget.

KEYWORDS

Carbon chemistry or organic chemistry, spatial vision, hybridization of the atom of carbon, orbital hybrids, molecular models

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CURRÍCULO DE BACHILLERATO.....	6
3. OBJETIVOS	21
4. MARCO TEÓRICO	22
4.1 La Química Orgánica: 'Química del Carbono'.....	22
4.2 Origen de los modelos moleculares.....	24
4.3 Modelos moleculares e hibridación del carbono.....	32
Hibridación sp^3 . Estructura del metano.....	36
Hibridación sp^2 . Estructura del etileno/eteno.....	38
Hibridación sp^1 . Estructura del acetileno/etino.....	40
5. PROPUESTA PRÁCTICA. MODELOS MOLECULARES E HIBRIDACIÓN.....	43
Introducción	43
Fundamento teórico.....	43
Objetivos	43
Material necesario.....	44
Procedimiento experimental	46
Actividades	46
Conclusiones	49
6. PRESUPUESTO MODELOS MOLECULARES PARA LAS CLASES DE QUIMICA DE BACHILLERATO.....	50
7. CONCLUSIONES.....	55

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro trabajo *'Uso de los modelos moleculares en la enseñanza de química orgánica en bachillerato'* tiene como objetivo mejorar, a través del uso de esta herramienta *'modelos moleculares'*, la visión espacial de los estudiantes en el ámbito de la química orgánica, haciendo especial hincapié en el tema de la hibridación del átomo de carbono, ya que es la base de la química orgánica, a través de la cual se desarrollaran conceptos fundamentales, como la formación de los diferentes orbitales que participan en los distintos tipos de enlaces.

Este tema es uno de los puntos más débiles de los adolescentes, lo cual afecta de una manera negativa a la comprensión de diversas asignaturas (Biología, Bioquímica), afectando también a otros aspectos y conduciendo a errores relacionados con las características moleculares como por ejemplo la geometría, enlaces e hibridación molecular.

Debido a esto hemos querido mostrar en este trabajo la importancia de la utilización de modelos moleculares en el proceso de enseñanza- aprendizaje de química orgánica en bachillerato, centrándonos especialmente en el tema de la hibridación del carbono, en el cual planteamos una actividad práctica. Esta actividad está pensada para que se pueda llevar a cabo en cualquier Instituto, siempre que dispongan de los materiales necesarios (modelos moleculares) o tengan la posibilidad de adquirirlos.

A través de la manipulación de este material, los estudiantes lograrán una mayor comprensión y mejorarán su visión espacial, consiguiendo visualizar y analizar otros aspectos moleculares como los diferentes tipos de enlaces presentes en ellas, tipos de orbitales que participan en las distintas hibridaciones, y estructura molecular, y a la vez se pretenderá dinamizar las clases teóricas y despertar un mayor interés por parte de los estudiantes acerca de esta materia.

La combinación de estos con la visualización de videos o uso de diferentes programas informáticos de construcción de moléculas les resultará de gran ayuda para la comprensión de ciertos aspectos teóricos de la QUIMICA ORGÁNICA.

Para completar esta propuesta incluimos el presupuesto aproximado correspondiente a la adquisición de este material, ya que sería una inversión para los centros bastante eficaz y duradero (este material normalmente podría durar bastantes cursos académicos siempre y cuando contando con la perdida de pequeñas estructuras las cuales se podrían adquirir por separado).

La Química orgánica está presente en todos los aspectos de nuestra vida, debido a esto la gran importancia de su estudio, siendo los cursos de bachillerato donde se empieza a estudiar más de ella, debido a que los estudiantes ya poseen las cualidades y capacidades necesarias para su mejor comprensión.

2. CURRÍCULO DE BACHILLERATO

MATERIAS DE BACHILLERATO

1. Materias Comunes

- Ciencias para el mundo contemporáneo.
- Educación Física.
- Filosofía y Ciudadanía.
- Historia de España.
- Historia de la Filosofía.
- Lengua Castellana y Literatura I y II.
- Lengua Extranjera I y II.

2. Materias de Modalidad. Modalidad de Ciencias y Tecnología.

- Biología.
- Biología y Geología.
- Ciencias de la Tierra y Medioambientales.
- Dibujo Técnico I y II.
- Electrotecnia.
- Física.
- **FÍSICA Y QUÍMICA (1º BACHILLERATO).**¹

La materia de Física y química debe continuar proporcionando al alumnado una visión global del mundo que les rodea desde una perspectiva científica. El conocimiento, tanto de sus elementos teóricos como de los metodológicos y de investigación, le capacitará para comprender los fenómenos naturales y poder intervenir adecuadamente sobre ellos, además de facilitarle las herramientas necesarias para, si lo desea, seguir profundizando en estas disciplinas en cursos anteriores. Las implicaciones de la Física y la

¹ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

Química con la tecnología, la sociedad y el ambiente deben estar presentes al desarrollar cada una de los temas que componen el currículo de este curso, de manera que el alumnado perciba el papel que juegan estas disciplinas en la mejora de las condiciones de vida y en los problemas a los que hoy se enfrenta la humanidad y, como consecuencia, sea capaz de tomar decisiones fundamentadas. La utilización del método científico debe ser un referente obligado en cada uno de los temas que se desarrollan.

Si partimos en el currículo de una concepción de la ciencia como una actividad en permanente construcción y revisión, es imprescindible un planteamiento que realce el papel activo del proceso de adquisición del conocimiento, lo que cambia el papel clásico del profesorado y del alumnado, ya que el primero no es estrictamente un mero transmisor de conocimientos elaborados, sino un agente que plantea interrogantes y sugiere actividades, mientras que el segundo no es un receptor pasivo de información, sino un constructor de conocimientos en un marco interactivo. La realización de experiencias de laboratorio pondrá al alumnado frente al desarrollo real del método científico, le proporcionará métodos de trabajo en equipo, y le ayudará a enfrentarse con la problemática del quehacer científico; por tanto, en la programación didáctica el profesorado incorporará las actividades prácticas más adecuadas al desarrollo de los contenidos.

Los contenidos de la materia se organizan en bloques relacionados entre sí. Se parte de un bloque de contenidos comunes destinados a familiarizar al alumnado con las estrategias básicas de la actividad científica que, por su carácter transversal, deberán ser tenidos en cuenta al desarrollar el resto. En la primera parte, dedicada a la física, los contenidos se estructuran en torno a la mecánica y la electricidad. La mecánica se inicia con una profundización en el estudio del movimiento y las causas que lo modifican, con objeto de mostrar el

surgimiento de la ciencia moderna. Se trata de una profundización del estudio realizado en el último curso de la educación secundaria obligatoria, con una aproximación más detenida que incorpore los conceptos de trabajo y energía para el estudio de los cambios. Ello ha de permitir una mejor comprensión de los principios de la dinámica y de conservación y transformación de la energía y de las repercusiones teóricas y prácticas del cuerpo de conocimientos construidos.

El estudio de la electricidad, que se realiza a continuación, ha de contribuir a un mayor conocimiento de la estructura de la materia y a la profundización del papel de la energía eléctrica en las sociedades actuales, estudiando su generación, consumo y repercusiones de su utilización.

En la segunda parte, dedicada a la química, los contenidos se estructuran alrededor de dos grandes ejes. El primero profundiza en la teoría atómico-molecular de la materia, partiendo de conocimientos abordados en la etapa anterior, así como en la estructura del átomo, que permitirá explicar la semejanza entre las distintas familias de elementos, los enlaces y las transformaciones químicas. El segundo eje profundiza en el estudio de la química del carbono, iniciado en el curso anterior, y ha de permitir que el alumnado comprenda la importancia de las primeras síntesis de sustancias orgánicas, lo que supuso la superación del vitalismo -que negaba la posibilidad de dicha síntesis- contribuyendo a la construcción de una imagen unitaria de la materia y permitiendo la síntesis de nuevas sustancias de gran importancia por sus aplicaciones. Este estudio de las sustancias orgánicas dedicará una atención particular a la problemática del uso de los combustibles fósiles y la necesidad de soluciones para avanzar hacia un futuro sostenible.

Objetivos.²

La enseñanza de la Física y la química en el bachillerato tendrá como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades:

- Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos.
- Aplicar los conceptos, leyes, teorías y modelos aprendidos a situaciones cotidianas.
- Utilizar, con autonomía creciente, estrategias de investigación propias de las ciencias (planteamiento de problemas, formulación de hipótesis fundamentadas; búsqueda de información; elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales; realización de experimentos en condiciones controladas y reproducibles, análisis de resultados, etc.) relacionando los conocimientos aprendidos con otros ya conocidos y considerando su contribución a la construcción de cuerpos coherentes de conocimientos y a su progresiva interconexión.
- Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano y relacionar la experiencia diaria con la científica.
- Utilizar de manera habitual las tecnologías de la información y la comunicación, para realizar simulaciones, tratar datos y extraer y utilizar

² <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

información de diferentes fuentes, evaluar su contenido y adoptar decisiones.

- Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos físicos y químicos, utilizando la tecnología adecuada para un funcionamiento correcto, con una atención particular a las normas de seguridad de las instalaciones.
- Reconocer el carácter tentativo y creativo del trabajo científico, como actividad en permanente proceso de construcción, analizando y comparando hipótesis y teorías contrapuestas a fin de desarrollar un pensamiento crítico, así como valorar las aportaciones de los grandes debates científicos al desarrollo del pensamiento humano.
- Apreciar la dimensión cultural de la física y la química para la formación integral de las personas, así como saber valorar sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente y contribuir con criterio científico, dentro de sus posibilidades, a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.

Contenidos.³

Contenidos comunes.

- Utilización de estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad.

³ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

- Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.

Estudio del movimiento

Dinámica

La energía y su transferencia: trabajo y calor

Electricidad

Teoría atómica molecular de la materia

El átomo y sus enlaces:

Estudio de las transformaciones químicas:

Introducción a la química orgánica:

- Orígenes de la química orgánica: superación de la barrera del vitalismo. Importancia y repercusiones de las síntesis orgánicas.
- Posibilidades de combinación del átomo de carbono. Introducción a la formulación de los compuestos de carbono.
- Los hidrocarburos: aplicaciones, propiedades y reacciones químicas. Fuentes naturales de hidrocarburos. El petróleo y sus aplicaciones.
- El desarrollo de los compuestos de síntesis: de la revolución de los nuevos materiales a los contaminantes orgánicos permanentes. Ventajas e impacto sobre la sostenibilidad.

Criterios de evaluación.⁴

- Analizar situaciones y obtener información sobre fenómenos físicos y químicos utilizando las estrategias básicas del trabajo científico.
- Aplicar las estrategias propias de la metodología científica a la resolución de problemas relativos a los movimientos generales estudiados: uniforme, rectilíneo y circular, y rectilíneo uniformemente acelerado. Analizar los resultados obtenidos e interpretar los posibles diagramas. Emplear adecuadamente las unidades y magnitudes apropiadas.
- Describir los principios de la dinámica en función del momento lineal. Representar mediante diagramas las fuerzas que actúan sobre los cuerpos. Reconocer y calcular dichas fuerzas en trayectorias rectilíneas, sobre planos horizontales e inclinados, con y sin rozamiento; así como en casos de movimiento circular uniforme. Aplicar el principio de conservación de la cantidad de movimiento para explicar situaciones dinámicas cotidianas.
- Aplicar la ley de la gravitación universal para la atracción de masas, especialmente en el caso particular del peso de los cuerpos.
- Aplicar los conceptos de trabajo y energía, así como la relación entre ellos. Aplicar el principio de conservación y transformación de la energía en la resolución de problemas (cuerpos en movimiento y/o bajo la acción del campo gravitatorio terrestre...). Diferenciar entre trabajo y potencia.
- Conocer los fenómenos eléctricos de interacción, así como sus principales consecuencias. Aplicar la Ley de Coulomb para el cálculo de

⁴ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

fuerzas entre cargas. Calcular la intensidad de campo y el potencial eléctrico creado por una carga en un punto.

- Reconocer los elementos de un circuito y los aparatos de medida más comunes. Resolver, tanto teórica como experimentalmente, diferentes tipos de circuitos sencillos.
- Interpretar las leyes ponderales y las relaciones volumétricas de Gay-Lussac. Aplicar el concepto de cantidad de sustancia y su medida. Aplicar la ley de los gases ideales para describir su evolución. Determinar fórmulas empíricas y moleculares. Realizar los cálculos necesarios para preparar una disolución de concentración conocida.
- Justificar la existencia y evolución de los modelos atómicos, valorando el carácter tentativo y abierto del trabajo científico. Diferenciar los tipos de enlace y asociarlos con las propiedades de las sustancias.
- Formular y nombrar correctamente sustancias químicas inorgánicas.
- Reconocer la importancia de las transformaciones químicas, en particular reacciones de combustión y ácido base. Analizar ejemplos sencillos llevados a cabo en el laboratorio, así como entender las repercusiones de las transformaciones en la industria química. Interpretar microscópicamente una reacción química como reorganización de átomos. Reconocer, y comprobar experimentalmente, la influencia de la variación de concentración y temperatura sobre la velocidad de reacción. Realizar cálculos estequiométricos en ejemplos de interés práctico.
- Identificar las propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos, así como su importancia social y económica, y saber formularlos y nombrarlos aplicando las reglas de la IUPAC. Valorar la importancia del desarrollo de las síntesis orgánicas y sus repercusiones.

- **QUÍMICA (2º BACHILLERATO).**⁵ (Esta materia requiere conocimientos incluidos en Física y química) Materia de modalidad del bachillerato de Ciencias y Tecnología, la Química amplía la formación científica de los estudiantes y sigue proporcionando una herramienta para la comprensión del mundo en que se desenvuelven. La química repercute directamente en numerosos ámbitos de la sociedad actual, y está relacionada con otros campos del conocimiento. Constituye la base de la farmacología, las tecnologías de nuevos materiales y de la alimentación, las ciencias medioambientales, la bioquímica, etc. Ya en etapas anteriores los estudiantes han tenido ocasión de empezar a comprender su importancia e influencia en las condiciones de vida y en las concepciones de los seres humanos.

El desarrollo de esta materia debe contribuir a que el alumnado profundice y se familiarice con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica y a la adquisición de de las correspondientes competencias en el campo de la química. En esta familiarización, las prácticas de laboratorio juegan un papel relevante como parte de la actividad científica. En este sentido, ha de tenerse en cuenta los problemas planteados, su interés, las respuestas tentativas, los diseños experimentales, el cuidado en su puesta a prueba, el análisis crítico de los resultados, etc...., aspectos fundamentales que dan sentido a la experimentación.

En el desarrollo de esta disciplina han de resaltarse las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Particular atención ha de hacerse a las aplicaciones de la química y a su presencia en la vida cotidiana, de modo que contribuya a una formación crítica del papel que la química desarrolla en la sociedad, tanto como elemento de

⁵ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

progreso como por los posibles efectos negativos del mal uso de alguno de sus desarrollos.

El estudio de la química, pretende, pues una profundización en los aprendizajes realizados en etapas precedentes, poniendo el acento en su carácter orientador y preparatorio de estudios posteriores, así como en el papel de la química y sus repercusiones en el entorno natural y social y su contribución a la solución de los problemas y grandes retos a los que se enfrenta la humanidad.

La química contemplada en la materia de Física y química se centra fundamentalmente en el estudio del papel y desarrollo de la teoría de Dalton, y en particular, se hace énfasis en la introducción de la estequiometría química. En este cursos se trata de profundizar en estos aspectos e introducir nuevos temas que ayuden a comprender mejor la química y sus aplicaciones.

Los contenidos propuestos se agrupan en bloques. Se parte de un bloque de contenidos comunes destinados a familiariza al alumnado con las estrategias básicas de la actividad científica que, por su carácter transversal, deberán ser tenidos en cuenta al desarrollar el resto. En los dos siguientes se trata de profundizar en los modelos atómicos tratados en el curso anterior al introducir las soluciones que la mecánica cuántica aporta a la comprensión de la estructura de los átomos y de sus iones. En el cuarto y quinto se tratan aspectos energéticos de las reacciones químicas y la introducción del equilibrio químico que se aplica a los procesos de precipitación en particular. En el sexto y séptimo se contempla el estudio de dos tipos de procesos de gran trascendencia en la vida cotidiana; las reacciones ácido-base y las de oxidación-reducción, analizando su papel en los procesos vitales y sus implicaciones en la industria y la economía. Finalmente, el último, con contenidos de química orgánica, está destinado al estudio de algunas de las funciones orgánicas oxigenadas y los polímeros. Se aborda el estudio de sus

características, cómo se producen y la gran importancia que tienen en la actualidad debido a las numerosas aplicaciones que presentan.

Objetivos.⁶

La enseñanza de la química en bachillerato tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

- Adquirir y poder utilizar con autonomía los conceptos, leyes, modelos y teorías más importantes, así como las estrategias empleadas en su construcción.
- Familiarizarse con el diseño y realización de experimentos químicos, así como con el uso del instrumental básico de un laboratorio químico y conocer algunas técnicas específicas, todo ello de acuerdo con las normas de seguridad de sus instalaciones.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener y ampliar información procedente de diferentes fuentes y saber evaluar su contenido.
- Familiarizarse con la terminología química para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano, relacionando la experiencia diaria con la científica.
- Comprender y valorar el carácter tentativo y evolutivo de las leyes de y teorías químicas, evitando posiciones dogmáticas y apreciando sus perspectivas de desarrollo.

⁶ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

- Comprender el papel de esta materia en la vida cotidiana y su contribución a la mejora de la calidad de vida de las personas, valorar igualmente, de forma fundamentada, los problemas que el uso inadecuado puede generar y cómo puede contribuir al logro de la sostenibilidad y de estilos de vida saludables.
- Reconocer los principales retos a los que se enfrenta la investigación de este campo de la ciencia en la actualidad.

Contenidos.⁷

Contenidos Comunes

- Utilización de estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación de hipótesis, elaboración e estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad.
- Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.

Estructura atómica y clasificación periódica de los elementos.

Enlace químico y propiedades de las sustancias.

Transformaciones energéticas en las reacciones

químicas. Espontaneidad de las reacciones químicas.

El equilibrio químico.

Ácidos y bases.

⁷ <https://www.boe.es/boe/dias/2008/06/18/pdfs/A27492-27608.pdf>

Introducción a la electroquímica.

Estudio de algunas funciones orgánicas:

- Revisión de la nomenclatura y formulación de las principales funciones orgánicas.
 - Alcoholes y ácidos orgánicos: obtención, propiedades e importancia.
 - Los ésteres: obtención y estudio de algunos esteres de interés.
 - Polímeros y reacciones de polimerización. Valoración de la utilización de las sustancias orgánicas en el desarrollo de la sociedad actual. Problemas medioambientales.
 - La síntesis de medicamentos: la síntesis de la aspirina como ejemplo. Importancia y repercusiones de la industria química orgánica.
-
- Matemáticas I y II.

LOS ADOLESCENTES Y LA VISION ESPACIAL

Todos los objetos, materiales, formas con los que estamos en contacto e interactuamos en nuestra vida cotidiana son tridimensionales, característica predominante de la mayoría de las acciones que llevamos a cabo a lo largo de la vida. Esto puede influir en el ámbito académico, sobre todo en la etapa de la adolescencia, lo cual les puede llevar al éxito o al fracaso de materias científicas como puede ser la Química, en la que requiere un dominio de los diferentes componentes que intervienen en la visión espacial-tridimensional.

El concepto de visión espacial es central en el estudio de la química, utilizado en el desarrollo de ciencias modernas en áreas particulares como pueden ser la Biología o Bioquímica, ciencia de materiales y Química Orgánica, en la que nos vamos a centrar a lo largo de todo el trabajo.

Dentro de la Química nos encontramos con el concepto de hibridación, en el cual intervienen orbitales atómicos y como consecuencia de este proceso aparecen los orbitales híbridos. Para entender este proceso es fundamental contar una buena visión tridimensional. Esta visión es uno de los principales obstáculos que presentan los adolescentes a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje de esta materia. Durante la enseñanza de estos conceptos se manejan diferentes representaciones moleculares, generando a los estudiantes dificultades debido a la mala comprensión, asimilación y visualización de la tridimensionalidad.

Para ello es conveniente implantar y utilizar dentro del aula diferentes tipos de modelos moleculares como herramienta que permita y ayude a mejorar al estudiante todo lo relacionado con la visión espacial de una manera totalmente práctica, de forma que podrán tener diferentes visiones de las moléculas y de los fenómenos estudiados desarrollando actividades en grupo a través de las cuales reforzaran lo antes visto de una manera más teórica. Este tipo de propuesta se puede completar con el uso de diferentes programas informáticos como puede ser el 'Paquete ChemOffice' con el cual los estudiantes podrán trabajar también con las estructuras de las moléculas pero de una manera más individual.

Pensamos/creemos que la habilidad de manipular modelos moleculares y visualizar moléculas en 2D y 3D (programas informáticos) mejorar de una manera considerable el aprendizaje de la química orgánica y sobre todo las habilidades visio-espaciales de los estudiantes, lo cual aparte de ser de gran importancia para el estudio de esta materia lo es también para otras muchas como hemos comentado, donde intervienen gran cantidad de moléculas de gran importancia y por lo que es fundamental tener un buen conocimiento de la estructura real de las moléculas.

3. OBJETIVOS

La realización de este trabajo nos ha obligado a plantear una serie de objetivos:

- **Generales**
 - Motivar a los estudiantes al estudio de la química orgánica.
 - Mejorar la visión espacial.
 - Comprensión del concepto de tridimensionalidad.

- **Específicos**
 - Mejora de la visión espacial/tridimensional de las moléculas orgánicas mediante el uso de modelos moleculares.
 - Diferenciar los tipos de enlaces presentes en las moléculas así como los orbitales que participan en ellos mediante la visualización de modelos moleculares.
 - Interpretación de los diferentes tipos de hibridación del carbono.
 - Construcción de moléculas orgánicas de uso cotidiano, desde las más sencillas hasta las más complejas.⁸

⁸ <http://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000183%5C00000071.pdf>

4. MARCO TEÓRICO

4.1 La Química Orgánica: 'Química del Carbono'.

La Química orgánica se define como la parte de la química que estudia los compuestos de carbono. El átomo de carbono tiene la característica de que puede unirse entre sí y con otros elementos, formar cadenas lineales, ramificadas y entrecruzadas y anillos de diversos tamaños. Las moléculas orgánicas están formadas por conjuntos de átomos ordenados unidos entre sí mediante uniones covalentes.⁹

En los comienzos del S.XIX, la Química era esencialmente descriptiva. Casi lo único que los químicos de aquella época podían hacer era dividir la materia en dos grandes categorías: sustancias orgánicas e inorgánicas. Las primeras se definen como compuestos que derivan directa o indirectamente de los seres vivos, mientras que las segundas son las que proceden de fuentes minerales.

Inicialmente la química centró su atención en las sustancias inorgánicas, siendo su análisis relativamente sencillo dado que sus moléculas consistían, por lo general, en un pequeño número de átomos diferentes combinados en proporciones definidas. Cuando los químicos comenzaron a analizar las sustancias orgánicas, el cuadro parecía ser completamente distinto. Las sustancias podían tener la misma composición y mostrar, sin embargo, propiedades muy diferentes. Esto llevó a suponer que a los compuestos orgánicos no se les podía aplicar las leyes de la química, puesto que contenían muchos átomos combinados de diferentes formas.

Como consecuencia de estos descubrimientos, Berzelius elaboró la teoría del vitalismo, según la cual era necesaria la participación de una fuerza vital para la

⁹ http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/31664/Documento_completo__.pdf?sequence=1

síntesis de un compuesto orgánico. Según esto, la síntesis solo podía tener lugar en organismos vivos y nunca en un laboratorio.

Sin embargo, no pasaron muchos años, hasta que en 1828 el químico alemán Friederich Wöhler (discípulo de Berzelius) obtuviese en el laboratorio una sustancia orgánica, la urea, por calefacción de cianato amónico, sustancia considerada como inorgánica. Después de este descubrimiento, se sintetizaron otros compuestos orgánicos utilizando sustancias inorgánicas como materiales de partida. En poco tiempo quedó totalmente rechazada la teoría de la fuerza vital, y poco a poco la química orgánica empezó a considerarse como una rama más de la química, regida por las mismas leyes físico-químicas que cualquiera de las demás ramas de esta ciencia.

Así pues, la química orgánica quedó definida como la parte de la química que estudia los compuestos del carbono, definición que aún está justificada, puesto que los compuestos derivados del átomo de carbono presentan propiedades notablemente diferentes a las del resto de compuestos químicos. Las diferencias más notables con los compuestos inorgánicos son: bajos puntos de fusión y ebullición, reactividad más lenta y compleja y estructuras complicadas, en ocasiones, difíciles de elucidar.

La química orgánica se relaciona, prácticamente, con todos los aspectos de la vida humana. En los procesos que tienen lugar en el organismo están implicados compuestos orgánicos tales como enzimas, proteínas, hormonas, ácidos nucleicos, etc., la ropa que nos protege, nylon, poliamidas, etc., es de naturaleza orgánica; el combustible que impulsa los medios de transporte; los fármacos utilizados en el tratamiento de las enfermedades; los plaguicidas que ayudan a combatir a los agentes transmisores de enfermedades animales y plantas, etc.

En resumen el estudio de la química orgánica es fundamental, debido a que sin la existencia de los compuestos de carbono no se hubieran sintetizado los medicamentos y no hubieran podido avanzar muchos de los campos de la

tecnología. A través de ella analizamos y explicamos muchos fenómenos de la vida, es pues la química orgánica la base de la química de la vida.

4.2 Origen de los modelos moleculares.

En el S. XIX muchos químicos ya construían modelos a escala para entender mejor las estructuras de las moléculas. Nosotros podemos tener una mejor apreciación de las características que afectan a la estructura y a la reactividad cuando examinamos la forma tridimensional de un modelo molecular. Los modelos más utilizados son los de esqueleto, los de barras y esferas y los compactos. Probablemente los más familiares sean los de barras y esferas (Figura 1), en los cuales se da la misma importancia a los átomos que a los enlaces, mientras que los modelos de esqueleto y los compactos representan el extremo opuesto. El modelo de esqueleto (Figura 2) destaca el diseño de los enlaces de la molécula mientras que ignora el tamaño de los átomos, y el modelo compacto (Figura 3) destaca el volumen ocupado por cada átomo a costa de una clara representación de los enlaces, los cuales son más usados en los casos en que se desea examinar la forma global de la molécula y valorar como están de cerca dos átomos próximos no enlazados. Los primeros modelos de barras y esferas eran exactamente bolas de madera con agujeros taladrados donde se introducían pequeñas espigas de madera que conectaban/unían los átomos. Las versiones de plástico, incluidas las relativamente baratas dedicadas a los estudiantes, están disponibles desde los años sesenta y han demostrado ser de gran ayuda en el aprendizaje.

Los modelos de esqueleto contruidos a escala con gran precisión en acero inoxidable y los modelos compactos en plástico son relativamente más caros y forman parte del equipamiento estándar de un laboratorio de investigación. Las representaciones gráficas por ordenador han reemplazado rápidamente a los clásicos modelos moleculares. En efecto, el término de modelización molecular usado ahora en química orgánica implica la generación de modelos por ordenador. Existen programas informáticos que además de construir los modelos rápidamente, permiten girarlos y observarlos desde diferentes

perspectivas. Otros programas más sofisticados además de dibujar los modelos moleculares, incorporan herramientas computacionales que permiten evaluar cómo afectan los cambios estructurales a la estabilidad de la molécula.¹⁰

A continuación se muestra una imagen en la que aparecen los tres tipos de modelos moleculares más significativos.



Figura 1

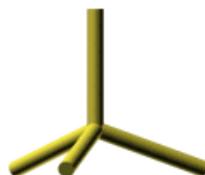


Figura 2

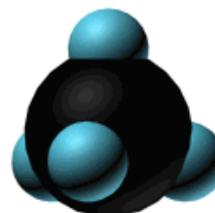


Figura 3

Los modelos moleculares son una herramienta vital para el estudio de la química gracias a los cuales se puede tener una mejor apreciación de las características que afectan a la estructura y a la reactividad cuando examinamos la forma tridimensional de una molécula.

También son considerados una herramienta vital para el estudio de la química orgánica como lo es la calculadora para las matemáticas. Tienen la finalidad de inspirar la imaginación, estimular el pensamiento, y asistir en el proceso de visualización.¹¹

Existe una gran variedad de modelos moleculares presentes en el mercado, desde los más simples hasta los más complejos (ya sean simples o complejos todos ellos presentan unas piezas comunes que son las piezas enlazantes, las

¹⁰ Francis A. Carey. *Química Orgánica*, Tercera Edición. McGraw-Hill, Madrid, (1999); p.25

¹¹ http://www.uv.es/fqlabo/BIOLOGOS/Practicas/PDF_2012-2013/P5_Modelos_biologos.pdf

cuales son las encargadas de conectar los átomos para formar los diferentes tipos e enlaces, y las esferas, que pueden ser de diferentes tamaños y colores y que representan los átomos).

A continuación vamos a mostrar una serie de modelos moleculares con su correspondiente descripción y su precio aproximado:

▪ **Cochranes molecular models. Ref: Z119660-1KT.** ^{12, 13}

Descripción: Set básico de modelos moleculares que incluye su correspondiente libro de trabajo. Contiene átomos. y enlaces suficientes para construir modelos simples, para entender así estructuras químicas: hidrocarbonadas, anillos, alcoholes, esterés, moléculas simples inorgánicas, y moléculas básicas de la vida como azúcares, aminoácidos, ácidos grasos...

Precio: 12.90€



¹²<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z119660?lang=es®ion=ES>

¹³ http://www.amazon.es/Modelos-Moleculares-Quimica-organica-inorganica/dp/B006B6AZ1Q/ref=pd_sim_sbs_t_3?ie=UTF8&refRID=1VR2GES0B9G51D1M76R0

- **Chem Tutor student modeling system. Ref: Z222496-1EA.**^{14 15}

Descripción: Set de modelos moleculares diseñado y utilizado por estudiantes de química orgánica durante sus exámenes. Contiene 80 esferas de átomos, 56 tubos de enlaces y su correspondiente folleto de información.

Precio: 26.60€



- **Fieser molecular model researchkit. Ref: Z104000-1KT**¹⁶

Descripción: Modelos moleculares diseñados por el profesor Louis. F. Fieser. Son de plástico y de aluminio resistentes. Se montan, manipulan y desmontan fácilmente, son muy eficaces para evaluar los efectos estéricos y conformacionales y las relaciones geométricas. Se pueden adquirir por separado átomos y enlaces. El kit está compuesto por: 30 átomos de carbono tetraédrico (negro), 6 pares de átomos con doble enlace de carbono (negro), 5 átomos de oxígeno (rojo), 2 átomos de nitrógeno trivalente (azul), 2 átomos de azufre (amarillo).

Precio: 94.70€

¹⁴<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z222496?lang=es®ion=ES>

¹⁵ http://www.amazon.com/Chem-tutor-Student-Modeling-Organic-Chemistry/dp/B000SZRXR0/ref=pd_sxp_f_pt

¹⁶<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z104000?lang=es®ion=ES>



- **Molecular Visions, Darling flexible model kit. Ref: Z108006-1KT.**^{17 18}

Descripción: Modelos moleculares diseñados por el profesor Stephen D. Darling. Las piezas son flexibles para poder mostrar los ángulos, torsión y para comprobar si dos átomos en una molécula pueden acercarse entre sí. El kit incluye 118 piezas (esferas de colores, piezas de enlace, orbitales híbridos, piezas de goma de vinilo, etc).

Precio: 62.70€



- **HGS Polyhedron molecular model. Ref: Z277703-1EA.**^{19 20}

Descripción: Estos modelos se caracterizan porque los núcleos atómicos están representados mediante poliedros, codificados por colores para indicar diferentes elementos. De esta manera los diferentes ángulos de

¹⁷<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z108006?lang=es®ion=ES>

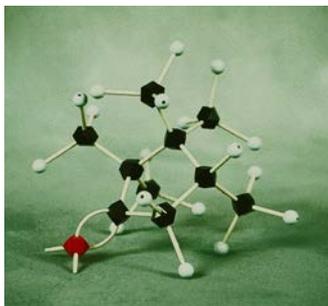
¹⁸ <http://www.darlingmodels.com/>

¹⁹<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z277703?lang=es®ion=ES>

²⁰ <http://www.maruzen.info/hgs/catalog/index.php?cPath=4>

enlace y distancias pueden ser precisamente representadas y las características simétricas de las moléculas pueden ser observadas. Las piezas utilizadas para representar los enlaces son de un material flexible, lo cual permite un fácil montaje de las moléculas.

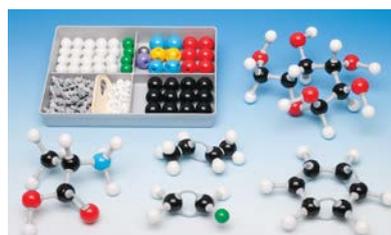
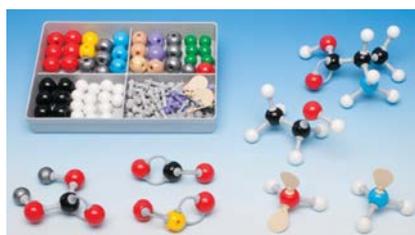
Precio: 23.40€



- **Molymod molecular model set. Ref: Z544523-1SET.**^{21 22}

Descripción: Los modelos Moleculares Molymod son de elevada calidad, adecuados para el uso de estudiantes, profesores e investigadores. Estos juego incluyen núcleos atómicos de plástico, los cuales poseen agujeros colocados en el ángulo adecuado, uniones para los enlaces, un código de colores y su correspondiente caja.

Precio: 21.10€



²¹ <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z544523?lang=es®ion=ES>

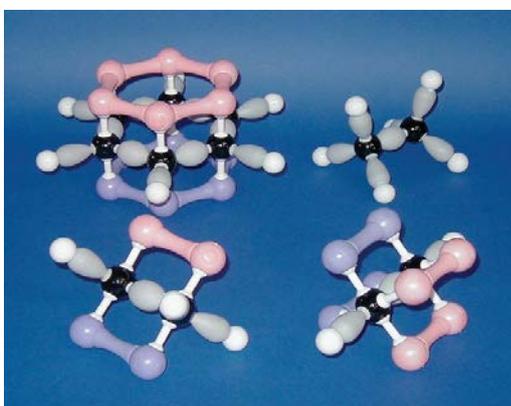
²² http://www.amazon.es/EQLEF%C2%AE-Molecular-Qu%C3%ADmica-General-Org%C3%A1nica/dp/B00HXECHSY/ref=sr_1_11/277-4216595-7403607?ie=UTF8&qid=1409151894&sr=8-11&keywords=molecular+models

- **Molyorbital™ set.**

Organic structures. Ref: Z544558-1SET.²³

Descripción: Contiene piezas suficientes para construir las moléculas de benceno, etano, eteno y etino, y a partir de las cuales interpretar los conceptos de hibridación. Las piezas de colores brillantes representan a los núcleos de átomos centrales y las de colores mate/pastel hacen referencia a los orbitales atómicos y moleculares. Las piezas de color púrpura representan a los enlaces tipo π y las de color gris a los de tipo σ .

Precio: 39.30€



Atomic orbital. Ref: Z544566-1SET.²⁴

Descripción: Este set de modelos contiene orbitales atómicos (s, p, d) y orbitales híbridos (sp^3 , sp^2 , sp). Utiliza colores brillantes para representar los núcleos de átomos centrales y colores mate/pastel para las piezas que se corresponden con los orbitales atómicos y moleculares. También hay piezas de color gris que representa el enlace tipo σ , y esferas de color marrón claro para indicar pares de electrones solitarios.

Precio: 30.50€

²³<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z544558?lang=es®ion=ES>

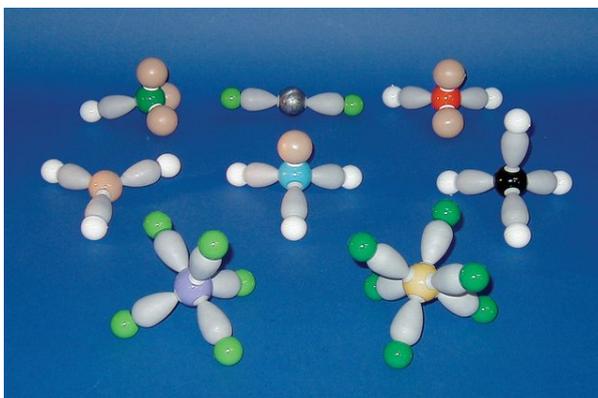
²⁴<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z544566?lang=es®ion=ES>



Electron repulsion theory. Ref: Z544574-1SET.²⁵

Descripción: Muestra varios tipos de geometrías (lineal, trigonal, tetraédrica, piramidal, trigonal-bipiramidal, octaédrica). Las esferas o piezas en forma de pera de color marrón representan los pares solitarios. Las piezas de colores brillantes hacen referencia a los núcleos de átomos centrales mientras que las mate/pastel a los orbitales atómicos y moleculares. Las piezas grises representan el enlace tipo σ .

Precio20.90€



²⁵<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z544574?lang=es®ion=ES>

4.3 Modelos moleculares e hibridación del carbono.

El átomo de carbono

¿Que particularidad posee el átomo de carbono que es capaz de formar un gran número de moléculas de origen natural?

Esta característica se debe indudablemente a su estructura electrónica. El carbono posee cuatro electrones en su capa de valencia, cada cual podría aparearse/unirse/conjugarse con los electrones de la capa de valencia de otros elementos hasta completarla, formando cuatro enlaces covalentes. De esta manera pueden unirse al carbono el hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, halógenos (F, Cl, Br, I), etc.

Tetravalencia del átomo de carbono

Como se ha dicho anteriormente, la Química Orgánica es la Química del carbono. A partir del carbono, como elemento fundamental, e hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, y en algunos casos, otros elementos, pueden formularse innumerables compuestos presentes en la naturaleza o sintetizarlos en el laboratorio. Cabe preguntarse ahora: ¿por qué el átomo de carbono puede dar lugar a un número tan elevado de compuestos indispensables para la vida como son, por ejemplo, las proteínas?

El átomo de carbono con número atómico 6 ($Z=6$) presen la siguiente configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^2$. La distribución energética de los electrones se encuentra representada en la figura 4.²⁶

²⁶ José Miguel García Pérez, Felipe Serna Arenas, Félix Clemente García García. *Fundamentos de Química Orgánica*. Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, Burgos, (2008); p.56

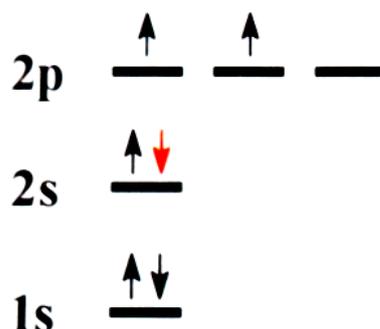


Figura 4. Distribución electrónica del átomo de carbono en su estado fundamental.

Según esta disposición se espera que el átomo de carbono fuera bivalente, sin embargo, en casi todos los compuestos orgánicos el carbono es tetravalente, es decir, aporta cuatro electrones al enlace (es capaz de formar cuatro enlaces). Para que esto suceda es necesario que un electrón del orbital 2s, mediante un aporte de energía, pase a ocupar el orbital vacante $2p_z$. La nueva distribución electrónica es la que aparece en la figura 5²⁶. De esta manera queda explicada la tetravalencia del carbono pero no es suficiente para justificar la estructura y naturaleza de sus enlaces.

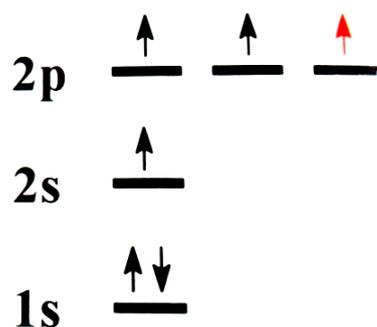


Figura 5. Distribución electrónica del átomo de carbono en su estado excitado.

Tipos de hibridación

Nos podemos plantear la siguiente pregunta, ¿qué estructuras contienen cadenas carbonadas? Para dar una respuesta adecuada a esta pregunta es necesario partir de moléculas sencillas para así explicar la estructura de otras más complejas.²⁷

El metano (CH₄) es el más sencillo de todos los hidrocarburos. A través de su estudio por rayos X se pudo observar que todos sus enlaces C-H son iguales, con una longitud de 1,09 Å y forma ángulos DE ENLACE H-C-H de 109.5°²⁸, lo cual les sitúa dirigidos hacia los vértices de un tetraedro regular, cuyo centro está ocupado por el átomo de carbono y los vértices por los átomos de hidrógeno, como aparece en la figura 6.²⁹

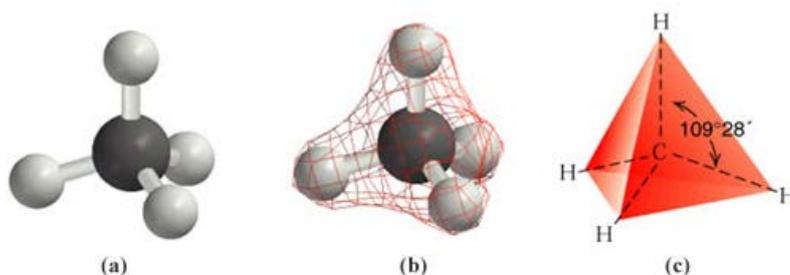


Figura 6

Entonces es evidente que la configuración electrónica del átomo de carbono excitado, $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ supuesta anteriormente no explica la estructura tetraédrica del metano, ya que los tres orbitales 2p del carbono darían lugar a tres enlaces C-H con ángulo de 90°, en las

²⁷ Santiago V.Luis Lafuente, M^aIsabel Buerguete Azcárate, Belén Altava Benito. *Introducción a la Química Orgánica*. Publicaciones de la Universidad Jaume I, Castellon de la Plana, (1997)

²⁸ Seyhan Ege. *Química Orgánica. Estructura y reactividad*, Tomo 2. Reverté, (2004)

²⁹ <http://www.textoscientificos.com/quimica/organtica/hibridacion-carbono>

direcciones x , y , z , mientras que el cuarto enlace C-H originado por el orbital $2s$ de simetría esférica sería adireccional. A partir de esto surge la siguiente pregunta, ¿cómo podemos explicar la estructura del metano? La respuesta a esta se encuentra en la ***Teoría de Hibridación.***²⁷

Tipos y formas de los orbitales atómicos.

Orbital s.

Este orbital tiene simetría esférica alrededor del núcleo. En la figura 7³⁰ siguiente aparece representado.

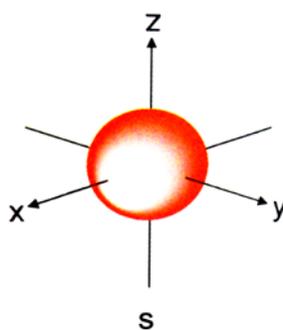


Figura 7: Representación del orbital s.

Orbitales p.

La forma de los orbitales p es la de dos esferas achatadas hacia el punto de contacto, que es el núcleo atómico. A continuación aparecen representados los tres tipos de orbitales atómicos tipo p. Figura 8³⁰.

³⁰ José Miguel García Pérez, Felipe Serna Arenas, Félix Clemente García García. Fundamentos de Química Orgánica. Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, Burgos, (2008); p.47

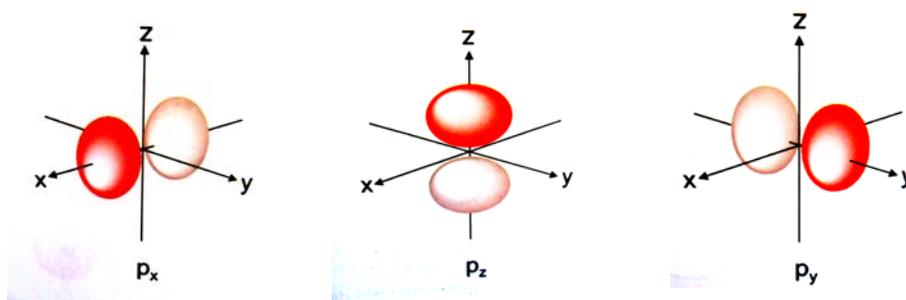


Figura 8: Representación de los orbitales p_x , p_y y p_z .

Hibridación sp^3 . Estructura del metano.

En 1931, Linus Pauling demostró que los cuatro orbitales atómicos del átomo de carbono $2s$, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$, se pueden combinar/mezclar o lo que es lo mismo hibridar para formar cuatro orbitales equivalentes (se obtiene el mismo número de orbitales híbridos que orbitales atómicos se combinan). Estos nuevos orbitales, tetraédricos, son el resultado de la combinación del orbital atómico s con los tres orbitales p , a los cuales se les llaman **orbitales híbridos sp^3** , como aparece en la figura 9²⁷

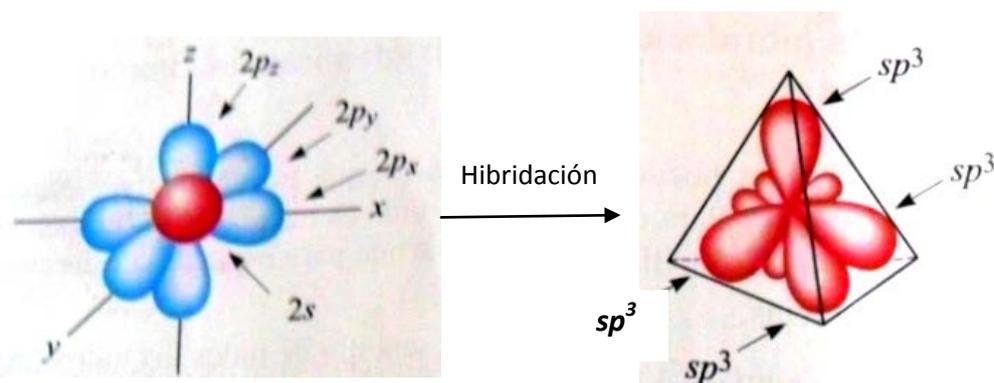


Figura 9. Formación de los orbitales sp^3 a partir de un orbital atómico s y tres orbitales atómicos p .

Este orbital sp^3 posee las siguientes características: es direccional, es capaz de formar enlaces fuertes por interacción con los orbitales de otros átomos. Por ejemplo, la interacción de un orbital híbrido sp^3 de carbono con un orbital s del hidrógeno da lugar a un enlace σ C-H

Cuando los cuatro orbitales híbridos del carbono interactúan con los orbitales s del hidrógeno se forman cuatro enlaces σ C-H iguales. En la figura 10 aparece la representación de la molécula de metano.

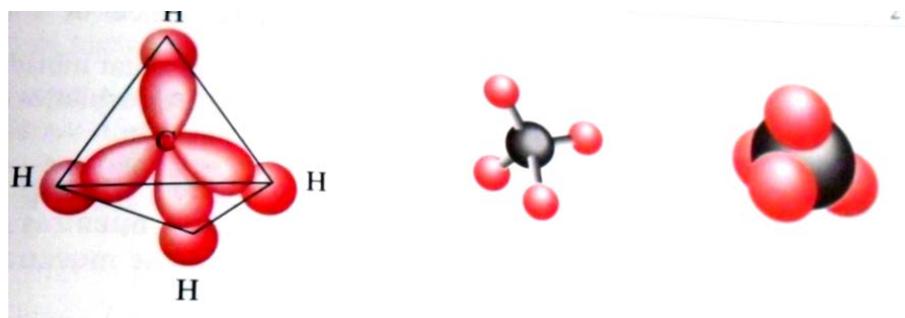


Figura 10. Formación del enlace σ en la molécula de metano y diferentes representaciones de ella.

Estos orbitales híbridos sp^3 también pueden interactuar con otro orbital sp^3 de otro átomo de carbono distinto, dando lugar al enlace π , para formar cadenas de diferentes átomos de carbono. Un ejemplo de esto es la molécula de etano, la cual aparece representada en la figura 11.

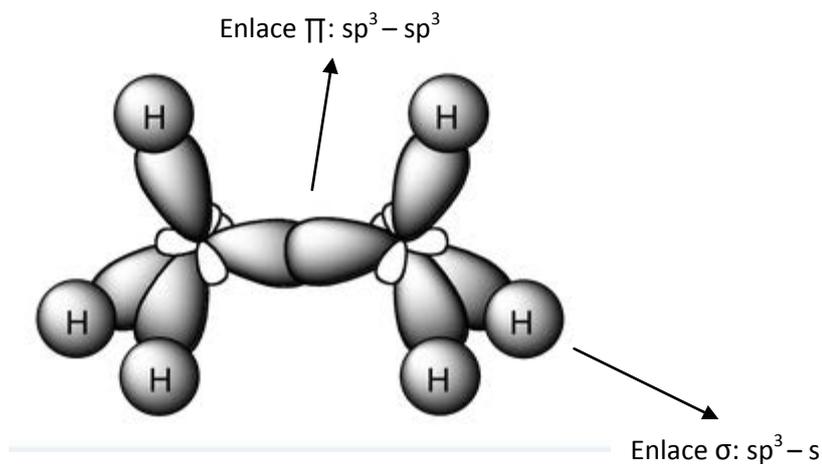
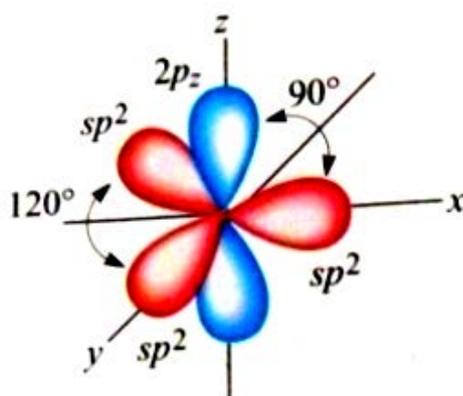


Figura 11. Formación de la molécula de etano, y enlaces σ y π .

Hibridación sp^2 . Estructura del etileno/eteno.

El átomo de carbono también puede presentar otro tipo de hibridación, la hibridación sp^2 , la cual supone de la combinación del orbital $2s$ del carbono con los orbitales $2p_x$ $2p_y$, dando lugar a la formación de tres orbitales híbridos sp^2 , quedando el orbital $2p_z$ sin hibridar, en el cual se aloja un electrón. Los lóbulos de los orbitales híbridos sp^2 están en el mismo plano situándose en los vértices de un triángulo equilátero formando ángulos de 120° , mientras que el orbital atómico que queda sin hibridar ($2p_z$) se dispone perpendicular al plano sp^2 , como aparece en la figura 12.



El carbono con hibridación sp^2 da lugar a la serie de los alquenos, de fórmula general C_nH_{2n} , siendo el eteno o etileno el representante más sencillo, el cual aparece en la figura 13. La longitud del enlace carbono-carbono (enlace doble) en el eteno es de 1.34\AA , considerablemente más corta que la del enlace sencillo carbono-carbono del etano. Las distancias de enlace C-H también son un poco más cortas que las del etano o metano. Figura 14.³¹

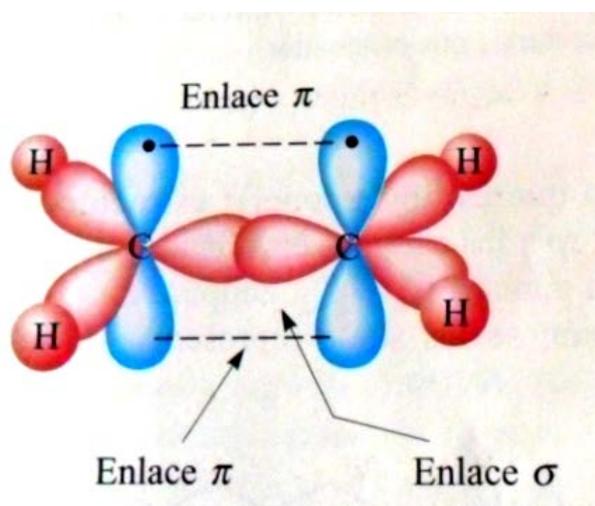


Figura 13. Formación de la molécula de eteno a través de los correspondientes enlaces σ y π .

³¹ Santiago V.Luis Lafuente, M^aIsabel Buerguete Azcárate, Belén Altava Benito. *Introducción a la Química Orgánica*. Publicaciones de la Universidad Jaume I, Castellon de la Plana, (1997)

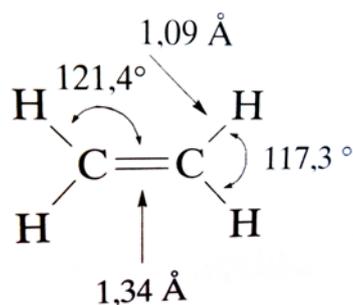


Figura 14. Molécula de eteno con ángulos y distancias de enlace.

Hibridación sp^1 . Estructura del acetileno/etino.

La hibridación sp es el tercer tipo de hibridación que puede presentar el carbono, en la que el átomo de carbono utiliza los orbitales $2s$ y $2p_x$ para formar dos orbitales híbridos sp . Estos orbitales híbridos se sitúan en línea recta, formando entre sí un ángulo de 180° . Debido a esto los orbitales atómicos $2p_y$ y $2p_z$ quedan sin hibridar situándose en planos perpendiculares. En la figura 15 a aparece representado un átomo de carbono con hibridación sp .

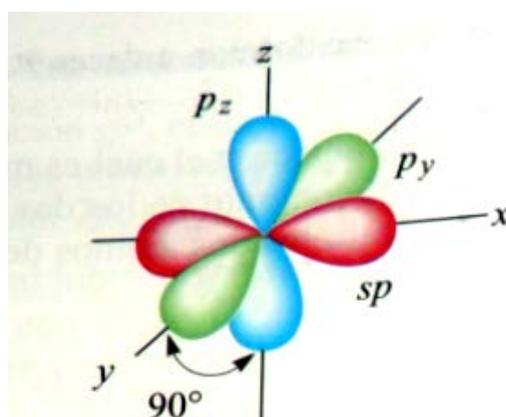


Figura 15. Carbono con hibridación sp .

En este caso el carbono con hibridación sp da lugar a la serie de los alquinos, de fórmula general C_nH_{2n-2} , siendo el acetileno el primero de la serie, el cual aparece representado en la figura 16.

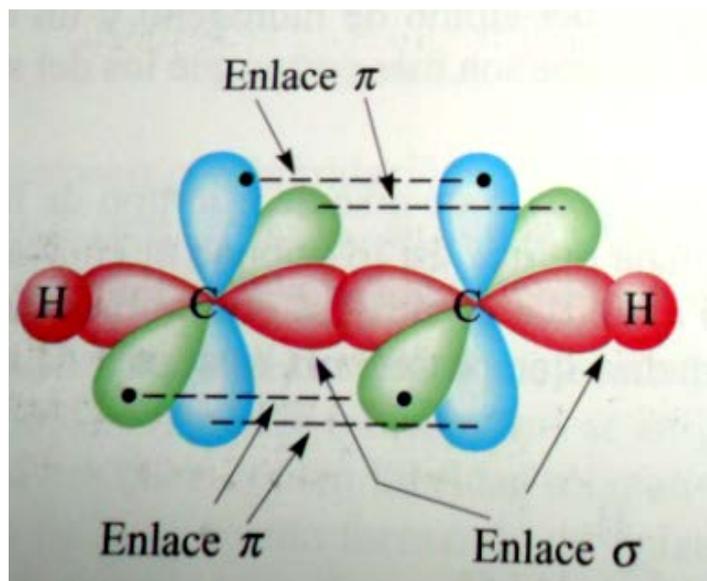


Figura 16. Formación de la molécula de etino o acetileno a través de los correspondientes enlaces σ y π .

La longitud del enlace triple carbono-carbono en el acetileno es de 1.20\AA , siendo más corta que la de los enlaces carbono-carbono del etano o etileno. El enlace C-H en el acetileno mide solo 1.06\AA y de nuevo es más corto que los de etano y etileno. Figura 17.³²

³² (Santiago V.Luis Lafuente, 1997)

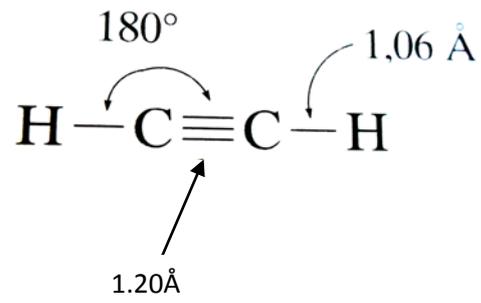


Figura 17. Molécula de acetileno con ángulos y distancias de enlace.

5. PROPUESTA PRÁCTICA. MODELOS MOLECULARES E HIBRIDACIÓN.

Introducción

Una de las cosas más importantes de la química orgánica es aprender a visualizar las formas de las moléculas, debido a que se trata de una ciencia tridimensional, para lo cual utilizaremos los Modelos Moleculares. Estos son una herramienta práctica a través de la cual podemos observar las estructuras de las moléculas, identificar los átomos de los que están formadas, los tipos de enlaces y como consecuencia de esto el tipo de hibridación.

Fundamento teórico

El fundamento teórico se corresponde con el epígrafe 4.3 Modelos Moleculares e hibridación, el cual ha sido explicado anteriormente.

Objetivos

A través de estas prácticas en las que utilizamos como herramientas los Modelos Moleculares se pretende conseguir:

- Aprender a trabajar con los Modelos Moleculares. Construcción de moléculas orgánicas identificando el tipo de hibridación.
- Refuerzo de los conceptos teóricos presentados a través de la manipulación de los Modelos Moleculares.
 - Mejora de la visión espacial.
 - Comprensión de la tridimensionalidad de las moléculas.
 - Identificación de los distintos tipos de enlaces presentes y a partir de estos el tipo de hibridación.
- Incentivar una motivación e interés al estudiante en todo lo relacionado con la química orgánica, mostrándoles ejemplos de moléculas presentes

en nuestra vida cotidiana y proponiéndoles la construcción de alguna de estas moléculas.

Material necesario.

Los modelos moleculares van a ser el material que vamos a necesitar para el desarrollo de estas prácticas. En concreto el juego de modelos moleculares que utilizaremos para la realización de las actividades será el que tiene como referencia: **Z119660-1KT**, ya que estos son los más utilizados a estos niveles y fáciles de manipular.

A continuación se muestra las piezas que constituyen estos modelos con su correspondiente código de colores:

- Átomos
 - Hidrógeno (Blanco).



- Nitrógeno (Verde).



- Oxígeno (Amarillo)



- Carbono (Negro).



Carbono sp^3



Carbono sp^2



Carbono sp

- Enlaces.



C-C



C=C



C≡C

Procedimiento experimental

Formamos grupos de 4/5 personas para realizar las diferentes actividades propuestas, disponiendo cada grupo de un juego de modelos moleculares, el cual nos será proporcionado por el profesor responsable de la actividad. Una vez formados los grupos y proporcionado el guión con las correspondientes actividades prácticas y los correspondientes modelos moleculares, leeremos detenidamente lo que se nos pide en cada una de ellas (antes de ponernos con la construcción de moléculas). Una vez hecho esto todos los miembros del grupo pondrán en común las diferentes opiniones y posibles dudas relacionadas con el fin de que puedan ser resueltas y aclaradas entre todos.

Al finalizar las diferentes actividades el grupo deberá realizar una pequeña memoria en la que se incluirán las prácticas resueltas con las correspondientes imágenes de la construcción de las diferentes moléculas así como de una serie de reflexiones y conclusiones acerca de este tipo de experiencia, en la que se incluirán las dificultades, ventajas e inconvenientes encontrados durante el desarrollo. Esta actividad será evaluada con lo que contará para nota en la correspondiente evaluación.

Actividades

A través de las actividades que aparecen a continuación se pretende que los estudiantes apliquen de una manera práctica todo lo aprendido y sean capaces de establecer relaciones.

Proponemos dos tipos de actividades. Dentro de una de ellas aparece el concepto de insaturación, concepto nuevo, no explicado anteriormente, pero que lo explicamos de una manera sencilla a continuación.

¿Qué son las insaturaciones o grado de insaturación? El grado de insaturación es el número de enlaces π (dobles o triples) y ciclos presentes en una molécula.

El número de insaturaciones presentes en una molécula lo podemos calcular de dos maneras, las cuales aparecen a continuación:

- Cálculo de Insaturaciones mediante observación de moléculas: para calcular el número de insaturaciones de esta manera debemos tener en cuenta lo siguiente:

Doble enlace: 1 insaturación.

Triple enlace: 2 insaturaciones.

Anillos: 1 insaturación.

- Cálculo de Insaturaciones a través de la fórmula molecular: en el caso en que dispongamos de la fórmula molecular el cálculo de las insaturaciones se hace aplicando la siguiente regla, la cual es válida para moléculas que contienen solo carbono, hidrógeno, halógenos monovalentes, nitrógeno y oxígeno:

$$C + 1 - 0.5 * (H + X - N)$$

donde: C=número de átomos de carbono.

H=número de átomos de hidrógeno.

X= número de átomos de halógeno.

N= número de átomos de nitrógeno.

Actividad 1: Construya las moléculas que aparecen a continuación nombradas utilizando los modelos moleculares, y a continuación completa el siguiente cuadro:

- Metano.
- Etano.
- Eteno.
- Acetileno.
- Ciclohexano.

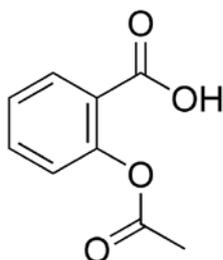
Nombre Molécula	Modelo Molecular molécula	Tipo de enlace/hibridación	Geometría molecular	Ángulo de enlace	Insaturaciones	Átomos
Metano						
Etano						
Eteno/Etileno						
Acetileno						
Ciclohexano						
Benceno						

Actividad 2: Moléculas de la vida cotidiana.

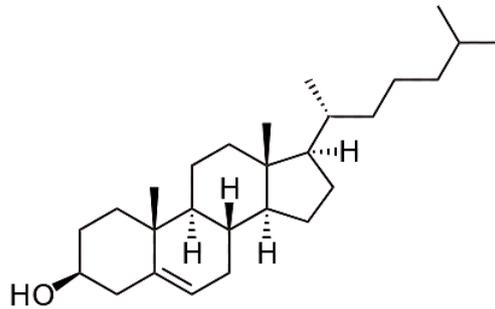
En esta segunda actividad queremos hacer referencia a algunas de las moléculas orgánicas que aparecen en nuestra vida cotidiana.

Proponemos la construcción de alguna de ellas utilizando los modelos moleculares y ayudándonos de todos los conceptos asimilados y utilizados en la actividad anterior. Una vez que poseamos la estructura correcta, debemos observar todas las características que seamos capaces de relacionar.

- Metanol.
- Aspirina.



- Colesterol.



Conclusiones

A partir de las actividades realizadas realiza una reflexión y valoración de esta, las conclusiones obtenidas en cuanto al tema de hibridación, ventajas e inconvenientes del uso de los modelos moleculares durante la actividad así como otras posibles propuestas.

6. PRESUPUESTO MODELOS MOLECULARES PARA LAS CLASES DE QUIMICA DE BACHILLERATO

A continuación mostramos el posible presupuesto necesario para la adquisición de una serie de juegos de modelos moleculares, lo cual puede ser bastante útil para los Centros que no dispongan de este tipo de materiales y estén interesados en adquirirlos. Es importante destacar que este tipo de inversión puede llegar a ser muy eficaz ya que este material puede tener una larga duración, siempre que se haga un correcto uso, y en el caso de que se produzcan pérdidas de algunas piezas en concreto estas pueden adquirirse de nuevo de manera individual sin necesidad de comprar el juego completo.

Esta propuesta la vamos a realizar centrándonos en los cursos de 1º y 2º de Bachillerato de Ciencias, en concreto en los grupos en los que se imparten las materias de Física y Química (1º Bachillerato) y Química (2º Bachillerato), pudiendo participar en este proyecto también el Departamento de Biología.

Suponemos que las clases están formadas por 30 alumnos. Las sesiones en las que se utilizaran estos modelos moleculares serán prácticas, aparte de las clases teóricas en las que el docente considere oportuno utilizar esta herramienta para poder explicar mejor y que los estudiantes comprendan mejor determinados conceptos. En las clases prácticas los alumnos formaran grupos de 4/5 personas para realizar las correspondientes actividades en las que tendrán que hacer uso de estos modelos, incentivando a través del trabajo en equipo la participación, puesta común de ideas y la comunicación entre el grupo de iguales. Pretendemos que cada grupo disponga de un juego de modelos moleculares para que puedan realizar las actividades de manera cómoda y que todos los miembros puedan manipularlos y familiarizarse con ellos para posteriores cursos y nuevas etapas de su vida en los que algunos puede ser que los vuelvan a utilizar.

1º BACHILLERATO

Dos clases de 30 alumnos cada una en las que se imparte la asignatura de Física y Química. Se forman 5 grupos de 4 personas y 2 grupos de 5, por lo tanto necesitamos 7 juegos de modelos moleculares. A continuación mostramos algunos de los modelos que pensamos que serian los adecuados para este curso.

Ref: Z119660. Precio: 12.90€



Ref: Z544523. Precio: 21.10€



2º BACHILLERATO

Una clase de 30 alumnos en las que se imparte la asignatura de Química. Se forman 5 grupos de 4 personas y 2 grupos de 5. Al disponer de una serie de modelos moleculares básicos utilizados en el curso anterior se podrá hacer uso de ellos también en este curso. A parte de los modelos moleculares que ya disponemos serán necesarios otros juegos de modelos moleculares, en concreto aquellos que a través de ellos se pueden explicar los tipos y formas de los orbitales atómicos e híbridos. Estos podrán ser utilizados también por el profesor en el momento en el que explique estos temas en concreto y para otras posibles actividades. En este curso los estudiantes ya poseen unos conocimientos previos acerca de estos temas los cuales serán reforzados mediante el uso de esta herramienta.

A continuación aparecen los modelos moleculares más adecuados para este nivel, teniendo en cuenta siempre los modelos moleculares de los que ya se dispone:

Ref: **Z544558-1SET**. Precio: 39.30€

Ref: **Z544566-1SET**. Precio: 30.50€

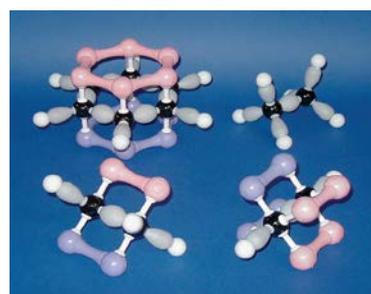
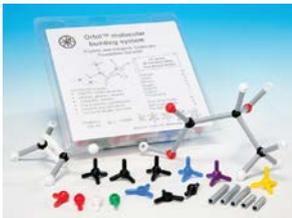


TABLA PRESUPUESTO

Curso	Alumnos totales	Modelos Moleculares	Precio/Juego	Precio Total
1º y 2º de Bachillerato	90 alumnos: Dos clases de 30 alumnos cada una de 1º de Bachillerato y una clase de 30 alumnos de 2º Bachillerato.	Cada clase se divide en grupos de 4/5 personas, por lo que es necesario un juego de modelos moleculares para cada uno de estos pequeños grupos. En el caso de estos dos tipos de modelos moleculares basta con un juego de cada uno de ellos.	Ref: Z119660. 	90.3€
			Ref: Z544523. 	147.7€
			Ref: Z544558-1SET. 	39.30€
			Ref: Z544566-1SET. 	30.5€

El juego de modelos moleculares de Referencia: Z119660 es el más utilizado y el más adecuado para el desarrollo de la actividad propuesta. Los modelos moleculares de referencia Z544558-1SET y Z544566-1SET también son importantes adquirirlos pero en este caso con un juego de cada uno de los modelos sería suficiente, ya que serían empleados sobre todo para determinadas explicaciones del profesor y en casos en los que los estudiantes realicen alguna actividad pero de otro tipo que la anteriormente propuesta.

Centrándonos en esto el presupuesto total aproximado oscilaría a unos 160€, lo cual es bastante asequible teniendo en cuenta que puede tener una duración bastante larga, y en el caso de pérdidas de determinadas piezas podrán ser adquiridas de manera individual sin necesidad de comprar el juego completo, lo cual es una gran ventaja.

7. CONCLUSIONES

Como hemos planteado anteriormente al inicio del presente trabajo el punto clave para el desarrollo de este ha sido el gran elevado grado de abstracción existente del alumnado de bachillerato acerca de la visión espacial de las moléculas orgánicas, destacando como hemos podido ver el tema relacionado con la hibridación del átomo de carbono. Esto ha sido la clave que nos ha motivado a intentar buscar una solución a este problema. Nuestra propuesta para intentar explicar de una manera más práctica, activa y visual el tema de hibridación ha sido el empleo/manipulación de los modelos moleculares

Podemos considerar los modelos moleculares como una herramienta de elevado poder en la enseñanza de la química orgánica en bachillerato. Mejora y facilita la comprensión de la tridimensionalidad de las moléculas. A través de estos modelos moleculares físicos el estudiante puede observar mediante su manipulación lo que ocurre en cada molécula. Estos pertenecen a los materiales que se utilizan en los nuevos ambientes de enseñanza- aprendizaje que ayudan a los estudiantes a estudiar con mayor motivación y entusiasmo y llevándoles a conseguir un mayor aprendizaje.