

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN

**USO DE MODELOS MOLECULARES Y FÓRMULAS
ESTRUCTURALES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA ORGÁNICA
EN ESTUDIANTES DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO,
CAJAMARCA, PERÚ.**

Alexander Jair Rios Ñontol

Asesor: Laureano Dante Leandro Cornejo

Cajamarca – Perú

Octubre - 2017

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA EDUCACIÓN

**USO DE MODELOS MOLECULARES Y FÓRMULAS
ESTRUCTURALES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA ORGÁNICA
EN ESTUDIANTES DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA DE LA
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO,
CAJAMARCA, PERÚ.**

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para el
Grado Académico de Maestro en Gestión de la Educación.**

Alexander Jair Rios Ñontol

Asesor: Laureano Dante Leandro Cornejo

Cajamarca – Perú

Octubre - 2017

COPYRIGHT©2018 by
Alexander Jair Rios Ñontol
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

ESCUELA DE POSGRADO

APROBACIÓN DE MAESTRÍA

USO DE MODELOS MOLECULARES Y FÓRMULAS

ESTRUCTURALES EN EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA ORGÁNICA

EN ESTUDIANTES DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA DE LA

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO,

CAJAMARCA, PERÚ.

Presidente: Dr. Carlos Mendoza Hernández

Secretario: Dr. Oscar Silva Rojas

Vocal: Dr. Luis Moncada Albitres

Asesor: Mg. Laureano Dante Leandro Cornejo

DEDICATORIA

A mis padres, Walter y Rosa, por su gran amor e incondicional apoyo, por ser la fuerza necesaria que día a día me levanta y por guiar cada uno de mis pasos con sus enseñanzas.

A mi hermana Vanessa y mi sobrino Walther, por ser parte esencial de mi vida, por su apoyo, por los momentos de compañía y comprensión y porque siempre confiaron en mí.

A cada uno de mis estudiantes, por su paciencia y empeño, por ser mis amigos y por enseñarme día a día a ser mejor docente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y por ser la gran inspiración en mis actos, por llenarme de bendiciones a nivel profesional y personal.

A mis padres por su incondicional apoyo moral y por el enorme esfuerzo que hicieron para sacarme adelante.

Al magister Laureano Dante Leandro Cornejo, por su asesoramiento, comprensión y estímulo para seguir creciendo como profesional y como persona, y a todos los docentes de posgrado por compartir sus conocimientos y amistad en el tiempo que duró la maestría.

A mis colegas y compañeros, los químicos farmacéuticos Rafael Tejada, Fredy Martos, Carlos Núñez, Nidia Hernández y Margaret Tocas, por su amistad y apoyo durante esta etapa.

A los estudiantes del tercer ciclo de la carrera profesional de Farmacia y Bioquímica, que desde el primer momento me apoyaron de forma desinteresada en el cumplimiento de este trabajo y que me brindaron su completa confianza y amistad.

A todos ellos, gracias.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.4. Justificación de la investigación.....	5
1.5. Hipótesis de investigación.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Bases teóricas	11
2.3. Definiciones conceptuales.....	21
CAPÍTULO 3.....	23
MÉTODOS	23
3.1. Tipo de investigación	23
3.2. Método	23
3.3. Diseño de investigación	23

3.4. Población.....	24
3.4.1. Unidad de análisis	25
3.4.2. Criterios de selección.....	25
3.5. Variables y operacionalización de las variables.....	26
3.6. Hipótesis estadísticas.....	28
3.7. Técnica e instrumento de recolección de datos	28
3.8. Descripción del instrumento.....	33
3.9. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	34
3.10. Aspectos éticos	35
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
CAPÍTULO 5.....	45
CONCLUSIÓN Y SUGERENCIAS	45
5.1. Conclusión.....	45
5.2. Sugerencias.....	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Tipos de modelos usados en la enseñanza.....	19
<i>Figura 2.</i> Promedio del aprendizaje logrado de los grupos control y experimental del postest, en los estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo	40
<i>Figura 3.</i> Comparación del aprendizaje logrado en química orgánica por los grupos control y experimental del pretest y postest, en los estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.....	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Niveles conceptuales del aprendizaje de la química orgánica</i>	12
Tabla 2. <i>Diferentes definiciones de estrategias de aprendizaje</i>	14
Tabla 3. <i>Población de estudiantes del tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo – 2017</i>	25
Tabla 4. <i>Matriz de operacionalización de las variables</i>	27
Tabla 5. <i>Asignaciones típicas de colores de los átomos en el sistema CPK</i>	30
Tabla 6. <i>Distribución de los resultados del pretest del grupo experimental</i>	36
Tabla 7. <i>Distribución de los resultados del pretest del grupo control</i>	37
Tabla 8. <i>Distribución de los resultados del postest del grupo experimental</i>	38
Tabla 9. <i>Distribución de los resultados del postest del grupo control</i>	39
Tabla 10. <i>Resultados de los grupos control y experimental del pretest y postest, en los estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo</i>	39
Tabla 11. <i>Resumen del procesamiento de casos en el software estadístico SPSS</i>	43
Tabla 12. <i>Prueba de normalidad de los resultados obtenidos</i>	43
Tabla 13. <i>Prueba T de Student para muestras independientes</i>	44

LISTA DE ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia de la secuencia básica de la investigación.....	52
Anexo N° 2. Evaluación de competencias de química orgánica.	53
Anexo N° 3. Galería fotográfica.....	56
Anexo N° 4. Consentimiento informado del estudiante para participación en la investigación.....	59

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de probar la eficacia del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica en estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo (UPAGU), Cajamarca, Perú. La investigación se llevó a cabo durante los meses de mayo y junio del 2017, con 30 estudiantes matriculados en el tercer ciclo de la carrera de farmacia y bioquímica, los cuales fueron divididos en dos grupos (experimental y control), a los que se impartieron clases de química orgánica con distintas técnicas (uso de modelos moleculares y uso fórmulas estructurales respectivamente). Para medir los conocimientos previos de ambos grupos se realizó una evaluación pretest, antes de iniciar las clases y una evaluación posttest para medir el aprendizaje adquirido después de finalizadas las sesiones. Las calificaciones obtenidas por los estudiantes fueron analizadas mediante la prueba T de Student para muestras independientes, para determinar si existe diferencia significativa entre los resultados de ambos grupos, para esto se estableció un grado de confiabilidad de 95% y un valor de significancia para $p < 0,05$. Los promedios de las calificaciones posttest para el grupo experimental y control fueron 10,8 y 7,6 respectivamente, los que al ser analizados con la prueba T de Student para muestras independientes, obtuvieron un valor de significancia de 0,001 (menor que 0,05), por lo que se concluyó que: si se usa modelos moleculares entonces el aprendizaje de química orgánica es mayor en comparación que con el uso de fórmulas estructurales en estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.

Palabras clave: Modelos moleculares, fórmulas estructurales, química orgánica.

ABSTRACT

The present research was performed with the objective of trying the efficacy of the use of molecular models and structural formulas in the learning of organic chemistry in students of pharmacy and biochemistry of the Private University Antonio Guillermo Urrelo (UPAGU), Cajamarca, Peru. The research was carried out during the months of May and June of 2017, with 30 students enrolled in the third cycle of the pharmacy and biochemistry career, who were divided into two groups (experimental and control), who were taught organic chemistry with different techniques (use of molecular models and use of structural formulas respectively). To measure the previous knowledge of both groups, a pre-test evaluation was performed before starting the classes and a post-test evaluation to assess the acquired learning after the sessions ended. The student's scores were analyzed using the Student's T test for independent samples to determine if there was a significant difference between the results of both groups. For that it was established a reliability level of 95% and a significance level of $p < 0,05$. The averages of the post-test scores for the experimental and control groups were 10,8 and 7,6 respectively, those that were analyzed with the Student's T test, showed a significance value of 0,001 (less than 0,05), so it was concluded that: if molecular models are used its effect is a higher learning of organic chemistry in comparison to the use of structural formulas in students of pharmacy and biochemistry of the Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Peru.

Keywords: Molecular models, structural formulas, organic chemistry.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje ha sido desde siempre un proceso de vital importancia en el desarrollo de todas las sociedades. La presente investigación se ha realizado con la finalidad de estudiar este proceso en estudiantes de pregrado, específicamente en el curso de química orgánica, prestándole especial detalle a los factores que afectan dicho proceso; cómo es que puede variar en función de una técnica de enseñanza y cómo puede mejorar en base a estrategias docentes.

De manera particular, el objetivo de esta investigación fue comparar dos técnicas usadas en la enseñanza de química orgánica impartida a estudiantes de la carrera de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo: por un lado está el aprendizaje tradicional valiéndose del uso de fórmulas estructurales y por otro lado el aprendizaje didáctico en el que se utilizan entre otras herramientas, modelos moleculares.

A continuación se presentan las consideraciones más relevantes del desarrollo de esta investigación, poniendo especial interés en el proceso de aprendizaje llevado a cabo desde el inicio hasta el final de la misma, lo cual finalmente, será de vital utilidad para perfeccionar estas técnicas utilizadas con los estudiantes.

1.1. Descripción de la realidad problemática

El estudio de la química ha supuesto desde siempre un alto nivel de dificultad, debido, entre otros factores, a las estrategias tradicionalmente repetitivas y memorísticas que han utilizado y siguen utilizando los docentes en esta asignatura. Esta situación tiene como eco indudablemente la prosecución del estudio de esta ciencia a nivel universitario, con sus correspondientes consecuencias para el desarrollo profesional y científico del país (Rodríguez, 2013).

El aprendizaje específico de disciplinas como la química orgánica ha tenido desde sus inicios dificultades en cuanto a técnicas y estrategias para su comprensión, pues es una de las ciencias que requieren de orden y al mismo tiempo de gran imaginación para poder manipular finalmente las complejas estructuras propias de su estudio. Entre las principales razones de la desconexión de los estudiantes se encuentra el uso de estrategias de enseñanza donde se utiliza mayormente el método expositivo y repetitivo, tal como lo afirma Lacueva (2000).

En estudios realizados por Valero, P y Mayora, F (2009), se diagnosticaron las dificultades que presentan los alumnos, para el aprendizaje de la química. El diagnóstico evidencio que los estudiantes presentaban dificultades para el aprendizaje de conceptos fundamentales y la aplicación de la nomenclatura química; El trabajo con grupos cooperativos unida a la estrategia de Investigación-Acción-Participativa utilizando estrategias con alto contenido lúdico como el modelado molecular, promovieron la participación de los alumnos en sus procesos de aprendizaje.

La definición de estructura molecular tiene un carácter central para la química orgánica y especialmente en el desarrollo de temas como geometría molecular o estereoquímica, las representaciones asociadas a describirlas cobran un rol protagónico en la producción de aprendizajes significativos en los estudiantes. Por otra parte, entre los obstáculos que ofrece el aprendizaje de la química orgánica se encuentra el manejo del lenguaje altamente simbólico y formalizado en el que se incluyen representaciones que ayudan a la comprensión de lo no observable, tales como las representaciones que permiten describir la conectividad y distribución espacial de los átomos y moléculas.

Este problema se sigue observando aún en nuestras épocas y es especialmente preocupante para esta investigación, pues se ha determinado que la dificultad suele presentarse en estudiantes de educación superior; un claro ejemplo de ello son los estudiantes de la carrera de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. De igual forma y como consecuencia del problema de aprendizaje de la química orgánica, también surgen las dificultades para el aprendizaje y desempeño en las áreas afines a ella, como la bioquímica, farmacoquímica e incluso en la investigación y desarrollo de nuevos medicamentos, todos estos, conocimientos necesarios para el desempeño profesional de los futuros químicos farmacéuticos.

En los últimos tiempos se han realizado investigaciones sobre las estrategias de aprendizaje usadas en química orgánica, pero no se han realizado estudios comparando el nivel de eficacia entre dos de estas estrategias a nivel local y regional, por lo que se pretende dar a conocer cuáles son las ventajas de usar modelos moleculares o fórmulas estructurales, lo que da lugar al principal objetivo de esta investigación que es determinar el nivel de eficacia del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales

en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú, 2017.

1.2. Formulación del problema

Por lo anteriormente descrito, se formuló la siguiente pregunta de investigación:
¿Cuál es el nivel de eficacia del uso modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU – Cajamarca, 2017?

1.3. Objetivos de la investigación

Teniendo en cuenta la problemática en torno a la cual gira esta investigación se ha planteado como objetivo general:

Evaluar la eficacia del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú, 2017.

En base al objetivo general, se consideró que para poder lograrlo se consideraron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la eficacia del uso de modelos moleculares en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú, 2017; mediante una evaluación de competencias (pre y postest).

- Determinar la eficacia del uso de fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú, 2017; mediante una evaluación de competencias (pre y postest).

- Comparar la eficacia del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú, 2017.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación busca comparar el nivel eficacia entre el uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Esto es importante y útil al momento de elegir una estrategia cuando se va a enseñar esta asignatura, pues al innovar con distintas técnicas de enseñanza se logran resultados óptimos en la asimilación de nuevos y mejores conocimientos en los estudiantes.

Al variar e innovar las técnicas usadas en el aprendizaje de química orgánica, los estudiantes de farmacia y bioquímica no solo tendrán más posibilidades de entender mejor lo que el docente le trata de transmitir, sino que también le encontrarán una razón de ser a todo lo que vaya aprendiendo en el transcurso de esta asignatura, la importancia y la trascendencia de estos conocimientos en su campo laboral.

De igual forma este trabajo busca despertar el interés de los docentes dedicados al campo de la química, para renovar y mejorar las técnicas que usan día a día en el proceso de enseñanza – aprendizaje y con ello fomentar también la investigación en dicho campo pedagógico y la gestión educativa para aplicar estas estrategias no solo a nivel universitario, sino también a nivel de la educación básica; todo lo cual servirá de base para futuras investigaciones.

1.5. Hipótesis de investigación

En consecuencia, de lo anterior se consideró como hipótesis de investigación: Si se usan modelos moleculares entonces hay mayor eficacia del aprendizaje de química orgánica en comparación al uso de fórmulas estructurales en estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.

Para mejor entendimiento de la secuencia básica que tuvo la investigación, se incluye también la matriz de consistencia de la misma (ver anexo N° 1).

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la presente investigación son:

Aguirre (1995) en su estudio, presentó una propuesta para mejorar la enseñanza – aprendizaje de química en los niveles superiores de la enseñanza, denominado “no-directivo” y que tuvo por finalidad contrastar el modelo interaccionista de Piaget con metodologías participativas y clásicas. Para ello utilizó el test de niveles de F. Longeot, aplicado al inicio y al final del curso académico. Al realizar el análisis estadístico se observó un logro significativo de 16.95% en el grupo experimental (al que se le aplicó una metodología no directiva, centrada en las actividades del alumno), mientras que no lo fue así en el grupo control (al que se le aplicó una metodología directiva, centrada en las actividades del docente). En base a ello se llegó a la conclusión de que la propuesta realizada no solo mejora el aprendizaje de la química en función de la elección de los contenidos sino también en función a las estrategias utilizada en dicho proceso.

Treagust, Chittleborough y Mamiala (2004) reportaron en su estudio los resultados de la comprensión acerca de la naturaleza descriptiva y predictiva de diferentes modelos usados para representar compuestos en cursos básicos de química orgánica, como fórmulas estructurales, modelos de barras y esferas, modelos computacionales, etc. El trabajo fue diseñado para ser aplicado en 36 estudiantes de grado 11 provenientes de una escuela mixta privada de Australia. Los resultados mostraron, en los estudiantes, una buena comprensión acerca de la naturaleza descriptiva de los modelos, sin embargo,

a nivel predictivo los resultados fueron un poco más limitados. Finalmente se llegó a la conclusión de que “los modelos que se emplean en la enseñanza de la química pueden jugar un papel esencial en la iniciación de los estudiantes en los modelos científicos”.

Adbo (2012) en su tesis investigó la relación entre los modelos educativos empleados en la enseñanza de la química y el aprendizaje adquirido por los estudiantes. Para explorar esta relación, 29 estudiantes desarrollaron repertorios de modelos moleculares para los diferentes estados de la materia. Este estudio se realizó desde un paradigma constructivista y se basó en un modelo de entrevista longitudinal. Los datos fueron recolectados usando una técnica denominada "entrevistas sobre instancias y eventos" mediante la cual se comprobaron los aprendizajes adquiridos por los estudiantes. Los resultados mostraron cómo las imágenes visuales fueron una parte integral de las descripciones de los estudiantes de los modelos estudiados, 18 de los 29 estudiantes adoptaron y manifestaron con gran facilidad el dominio en el manejo de los modelos moleculares. Desafortunadamente los otros 11 estudiantes tuvieron dificultades sobretodo en el entendimiento de los electrones, su movimiento y el papel que cumplen dentro de los átomos. Estos resultados representaron una instantánea del currículo nacional sueco en el curso de química. Desde una perspectiva de enseñanza, los hallazgos ilustraron algunas de las consecuencias prácticas de la naturaleza inespecífica de este currículo.

Santoyo (2012) en su investigación realizada en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, propuso una estrategia didáctica basada en el uso de modelos moleculares elaborados por los mismos estudiantes. Para ello cada estudiante debía construir modelos moleculares de compuestos orgánicos tomando

como referencia orientaciones dadas en secuencias fotográficas. Al culminar el trabajo se observó el desarrollo de capacidades como la creatividad y un aumento en el promedio general (46,98) comparado a los años anteriores (42,96) y se llegó a la conclusión que el uso de modelos tangibles contribuye de una mucho mejor forma al aprendizaje de las estructuras químicas y con ello es mucho más fácil relacionarla con las propiedades que estas puedan presentar.

Betancourt, Delgado, Contreras, Pujol y Castro (2013) en su investigación realizada en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, buscaron implementar la estrategia de los modelos moleculares en contenidos estructurales de química, en el curso fundamentos de química en la UPEL-IPC. Entre los temas trabajados, destacaron: estados de agregación, enlace químico, nomenclatura y reacciones químicas. En cuanto a los resultados obtenidos se observó una alta participación y motivación de los estudiantes en los contenidos donde se utilizaron los modelos moleculares, durante seis períodos académicos. Sin embargo, aún no hay evidencias de haber propiciado un aprendizaje significativo del mundo submicroscópico.

Enckevort (2014) en su estudio, tuvo como objetivo principal obtener la visión que los estudiantes tenían de su aprendizaje con modelado molecular. En el contexto del diseño de medicamentos para el tratamiento de malaria, los estudiantes tuvieron que completar una unidad de plan de estudios en el que tenían que modelar un análogo molecular. Para ello, 24 estudiantes del 11 grado de entre 16 y 18 años trabajaron distribuidos en cuatro equipos durante la intervención de la unidad de aprendizaje. Fueron investigados el nivel de conocimientos previos y el aprendizaje adquirido en el proceso de modelado molecular. Los datos fueron recolectados mediante el uso de un

conjunto de cuestionarios, analizando las cintas de audio grabadas y respuestas escritas y haciendo una entrevista grupal. Las cintas de audio y las respuestas escritas fueron codificadas, calificado y comparado con un marco de referencia redactado en una trayectoria hipotética de aprendizaje (THA) para obtener una idea de los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Después de anotar los resultados de aprendizaje, cada equipo obtuvo un puntaje promedio por fase. Cada vez que el 75% de los equipos tenían una puntuación de cuatro o más, la fase era calificada como exitosa (tres de los cuatro equipos tuvieron que anotar un puntaje de 4 o mayor). Finalmente, en base a los resultados de este estudio, ninguna de las fases de la unidad de currículo alcanzó el 75%, por lo que se recomendaron implementar algunos ajustes en el diseño del currículo de química.

Fenández (2014) desarrolló una investigación en la Universidad de Valladolid, en la cual estudió la dificultad que poseen los adolescentes con la visión espacial de las moléculas en el curso de química orgánica, especialmente en el tema de hibridación del átomo de carbono y propone el uso de modelos moleculares en la enseñanza de química orgánica. El estudio concluyó en que los modelos moleculares son una herramienta de elevado poder en la enseñanza de la química orgánica en bachillerato, pues mejora y facilita la comprensión de la tridimensionalidad de las moléculas.

Chávez (2014) en su tesis demostró que el uso de modelos moleculares como estrategia didáctica mejora el proceso enseñanza - aprendizaje de los estudiantes del primer ciclo de química orgánica de medicina humana de la Universidad Privada Antenor Orrego. Los resultados mostraron diferencias entre ambos enfoques, reflejado en los promedios obtenidos, con 12.13 para el enfoque tradicional y 15.65 para el

enfoque alternativo. Finalmente se concluyó en que, después de haber usado modelos moleculares contruidos por los mismos estudiantes como estrategia didáctica, el aprendizaje que estos adquirieron mejoró significativamente en comparación al proceso de enseñanza impartida de manera tradicional.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El aprendizaje

El aprendizaje es un proceso individual que se inicia aún antes del nacimiento y que continúa de por vida y de manera progresiva. Aunque no hay una definición de aprendizaje plenamente satisfactoria y absolutamente compartida por todos los especialistas, sí existen definiciones que reciben el máximo consenso, entre ellas está la siguiente, enunciada por Fieldman (2005): “El aprendizaje es un proceso de cambio relativamente permanente en el comportamiento de una persona generado por la experiencia”. Esta definición supone que el aprendizaje implica un cambio conductual o un cambio en la capacidad conductual, además, dicho cambio es duradero y que el aprendizaje ocurre, entre otras vías, través de la práctica o de otras formas de experiencia (p.ej., mediante la observación de otros individuos).

2.2.2. Aprendizaje de química orgánica

El aprendizaje de la química orgánica es la acción de asimilar los contenidos de esta asignatura de manera que se generen nuevos conocimientos, esto con ayuda de la experiencia y la práctica. La enseñanza de la química orgánica no solo requiere de la

transmisión de información, sino que, requiere que esa información sea asimilada al conocimiento del estudiante (Nakamatsu, 2012).

El aprendizaje de la química orgánica es difícil, pues requiere que el estudiante sea capaz de relacionar el mundo macroscópico que percibe con un mundo submicroscópico basado en átomos y moléculas que no puede percibir, además debe aprender un sistema de símbolos necesarios para su representación. La tarea del docente de química orgánica es adaptar el conocimiento científico para que el estudiante pueda conectarlo con sus conocimientos previos y así lograr un aprendizaje significativo (Nakamatsu, 2012).

Tabla 1

Niveles conceptuales del aprendizaje de la química orgánica

Nivel	Descripción
A nivel macroscópico	Se describe la realidad observable, la materia y sus cambios. Está relacionado con nuestra experiencia cotidiana, con fenómenos observables, propiedades de la materia, mediciones, etc.
A nivel sub-microscópico	Se presenta la estructura de la materia basada en partículas básicas invisibles (átomos y moléculas) para lo cual se crean modelos teóricos. Requiere de una gran capacidad de abstracción e imaginación.
A nivel simbólico	Se necesitan formas para representar los modelos, se definen símbolos y nomenclatura (fórmulas y ecuaciones) con reglas y formalismos que seguir.

Nota: Adaptado de “Reflexiones sobre la enseñanza de la Química”, por Nakamatzu, J, 2012. (38-46p).
Copyright 2012 por Blanco y Negro.

El predominio del modelo de enseñanza tradicional en la asignatura de química orgánica, se traduce comúnmente en un aprendizaje basado en la pobre retención y la

reproducción de los contenidos transmitidos por el docente, lo cual solo induce en los estudiantes la memorización, situación que se corresponde en gran medida al aprendizaje conductivo – conductual, que básicamente se entiende como un aprendizaje mecánico.

Es por esto que para la enseñanza de la química orgánica, a lo largo de casi dos siglos se han desarrollado distintos modos de describir y representar la constitución de las moléculas de manera lo suficientemente precisa para poder diferenciar la inmensa cantidad de sustancias y reacciones químicas (Wainmaier y Flamini, 2012).

Actualmente para abordar el concepto de estructura, los profesores de química empleamos distintas representaciones, que van desde fórmulas estructurales dibujadas en una pizarra hasta el empleo de modelos moleculares.

2.2.3. Estrategias del aprendizaje

Las estrategias de aprendizaje son según Weinstein y Mayer (1986), “competencias necesarias y útiles para el aprendizaje efectivo, la retención de información y su aplicación posterior”. En contraste a esto, más de veinte años después Mayer (2010) las define de una forma más general como “procesos cognitivos realizados por el alumno durante el aprendizaje que se orienta a mejorar el aprendizaje”.

Inicialmente las estrategias de aprendizaje estudiadas eran cognitivas y metacognitivas pero, poco a poco, la atención de las investigaciones se ha dedicado a buscar relaciones con otros factores, principalmente afectivos, motivacionales y

contextuales. Este giro en la investigación pedagógica, ha propiciado la base de teorías, que tratan de explicar el aprendizaje de un modo más global.

Tabla 2

Diferentes definiciones de estrategias de aprendizaje

Autores	Estrategias de aprendizaje (definiciones)
Rigney (1978)	Conjunto de operaciones y procedimientos que el estudiante puede utilizar, para adquirir, retener y evocar diferentes tipos de conocimiento.
Showman (1986)	Constituyen un plan general que se formula para determinar cómo lograr un conjunto de objetos institucionales.
Chadwick (1998)	Son los procesos de dominio general para el control del funcionamiento de las actividades mentales.
Mayer (1998)	Son actividades que un aprendiz utiliza con el fin de influir la manera cómo procesa la información que recibe.
Mories (1991)	Son actividades mentales que realiza el lector para transformar la manera como está presentada la información en el texto escrito.
Mayor, Suengas y Gonzáles (1993)	Son el conjunto de procesamiento que se instrumentan y se llevan a cabo para lograr algún objeto.
Beltrán (1993)	A través de las estrategias podemos procesar, organizar, retener y recuperar el material informativo que tenemos que aprender a la vez que planificamos, regulamos y evaluamos esos mismos procesos.

Nota: Adaptado de “Estrategias de enseñanza y aprendizaje”, por Poggioli, L, 1997. (254-266p).

Copyright 1997 por Laurus.

Actualmente los currículos universitarios han sustituido sus tradicionales objetivos (conceptuales, actitudinales y procedimentales) por competencias de aprendizaje, las cuales presupone no sólo conocimientos, sino el uso efectivo de los mismos. Así mismo se han ido introduciendo metodologías docentes innovadoras.

Las estrategias de aprendizaje, entendidas como la competencia de “aprender a aprender”, es necesaria en un entorno que exige un aprendizaje continuo, autónomo y autorregulado. Como se puede observar, el término “estrategias de aprendizaje” no tiene un solo significado, a lo largo de los últimos años se han generado múltiples

definiciones, que darán lugar a una gran diversidad de tipologías. Sin embargo podemos encontrar rasgos comunes en las diferentes definiciones:

- Son intencionales, se dirigen a una meta. La intención, conductualmente, se puede definir como “elegir una acción, persistir en la conducta, corregir errores y detenerse cuando la meta se consigue” (Beltrán, 1996)

- Se realizan de manera autónoma. El estudiante tiene que ser capaz de realizarla por sí mismo.

- Tienen lugar en el momento del aprendizaje, no se pueden ejecutar sin un contenido.

- Implican un uso flexible de los recursos disponibles en función de las demandas del contexto.

Teniendo en cuenta estos factores podríamos definir las estrategias de aprendizaje como procedimientos aplicados de manera autónoma, dirigidos a una meta y controlados por el aprendiz que mejoran la eficacia del aprendizaje o de alguno de los procesos implicados en el mismo.

2.2.4. Uso de estrategias y su relación con el aprendizaje en química orgánica

Al conceptualizar las estrategias como procedimientos que favorecen el procesamiento cognitivo se contempla que su función es mejorar el aprendizaje, sin embargo las evidencias empíricas que se han encontrado son variables.

Parte de esta variabilidad depende del propio concepto de aprendizaje. Lo más habitual es tomar como referencia del mismo las calificaciones obtenidas en la escuela o la universidad, aunque también hay estudios que utilizan pruebas de rendimiento objetivo.

Para el aprendizaje de química orgánica se han tenido en cuenta el uso de estrategias como el uso de fórmulas estructurales y el de modelos moleculares. Las moléculas orgánicas pueden representarse en el plano esquematizando los enlaces químicos (fórmulas estructurales), pero también en representaciones tridimensionales mostrando su disposición espacial (modelos moleculares). Entre estas dos formas hay una diferencia que involucra la geometría molecular como un todo y a cada átomo de carbono como un centro geométrico de enlace que consolida toda la cadena (similar a una pieza de un juego infantil de “lego”, con la cual se pueden construir diferentes representaciones materiales como casitas, carros, etc.), como un resultado se obtiene una representación o maqueta de la molécula (Rodríguez, 2013).

Las calificaciones dependen del método de evaluación que utiliza el profesor, la metodología docente y otros factores contextuales, como la naturaleza de la materia que se evalúa.

El aprendizaje se ve afectado, también, por factores personales del alumno, como la propia capacidad intelectual o rasgos de personalidad como la perseverancia o el nivel de autoestima. En el caso de pruebas de rendimiento objetivo también factores como la ansiedad, el cansancio o la motivación afectan al resultado. Se trata, por tanto, de una variable muy dinámica, cuyo tratamiento es complejo.

2.2.5. Uso de fórmulas estructurales en el aprendizaje de la química orgánica.

El uso de fórmulas estructurales parte desde la teoría dualista de Berzelius (1779-1848) y tiene su consolidación en 1860 cuando el químico escocés Archibald Scott Couper (1831- 1892) propone realizar la representación gráfica de los conceptos estudiados hasta entonces, sugiriendo que los enlaces entre átomos sean representados por líneas o pequeños trazos, sugerencia que fue aceptada casi de inmediato.

A partir del análisis de fórmulas estructurales, tal como las plantea Couper, se empieza a descubrir que existen moléculas con la misma cantidad de átomos que la constituyen, pero que difieren en la forma como se combinan dichos elementos (isómeros). Adicionalmente en 1874 Jacobus van't Hoff y Joseph Le Bel introdujeron una tercera dimensión a la estructura al afirmar que los enlaces del carbono no están orientados al azar de manera lineal, sino que tienen direcciones espaciales específicas (McMurry, 2008).

La historia de la química desde entonces está atiborrada de modelos interpretativos. Ya no solo se representan las estructuras con fórmulas sino que también se han convertido en una gran herramienta, las imágenes y/o modelos ya que son la síntesis del pensamiento, elaboraciones representativas de lo que ofrece la realidad del mundo que nos rodea. Por tal motivo desde inicios del siglo XX, se ha empezado a desarrollar un sin número de estrategias para representar espacialmente las estructuras químicas y con ello hacer más efectivo y significativo el aprendizaje de ellas, su comportamiento y sus reacciones (Rodríguez, 2013).

Si enfocamos el uso de estos conceptos desde el punto de vista pedagógico, tendremos por un lado que las fórmulas estructurales, según Hoffman

y Laszlo (1991), son considerados medios para el aprendizaje de la química y a su vez fines de enseñanza, dado que aprenderlo implica apropiarse del lenguaje que los químicos utilizan para la interpretación de fenómenos.

A pesar de ello, en la actualidad, muchos trabajos reconocen la dificultad que representa para los estudiantes el manejo de representaciones tridimensionales mediante fórmulas estructurales, incluso en el ámbito universitario (Perren y Odetti, 2006). Los resultados de una investigación desarrollada por Arroyo-Carmona et al. (2005) ratifican que un elevado número de estudiantes de nivel superior de diferentes estados de México no reconocen conceptos básicos de geometría molecular, requeridos para el aprendizaje de estereoquímica, tampoco son capaces de diferenciar o dibujar cuerpos geométricos en proyección ni interpretar correctamente las proyecciones.

2.2.6. Uso de modelos moleculares en el aprendizaje de química orgánica.

El uso de modelos moleculares, ha venido siendo hace ya algún tiempo una estrategia empleada con frecuencia en el aprendizaje de ciencias; estos son tomados como una herramienta que permite representar un concepto determinado, de tal manera que se encuentre una gran relación entre lo teórico y lo representado. Una posible clasificación podría ser la propuesta por Chamizo y García (2010) en su libro Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales y que presenta las siguientes ideas:

- De acuerdo con la analogía, los modelos pueden ser mentales, materiales o matemáticos.

- De acuerdo con su contexto, pueden ser didácticos o científicos, dependiendo de la comunidad que los justifique y el uso que se les dé.

- La porción del mundo que se va a modelar puede ser un objeto, un fenómeno o un sistema integrantes del mismo.

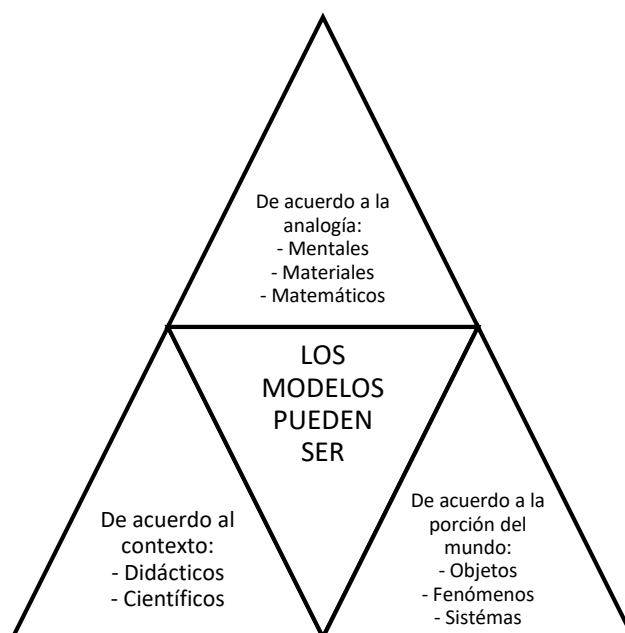


Figura 1. Tipos de modelos usados en la enseñanza.

Nota: Adaptado de “Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias”, por Chamizo, J y García, A, 2010.

Distintos trabajos de metodologías de enseñanza de las ciencias, se refieren a la función que cumplen los modelos en la escuela. Según Ausubel (1976), estos modelos permiten la apropiación de conocimiento de la forma más básica posible, Ausubel plantea, que cuando se igualan en significado algunos símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos), el alumno puede asignar cualquier significado al que sus referentes aludan.

Para la presente investigación, son de especial interés modelos materiales, didácticos o científicos, específicamente los “modelos moleculares” ya que ellos permiten representar la estructura de los compuestos orgánicos y a partir de ella poder establecer relaciones con algunas de sus particularidades.

Para el estudio de química orgánica los modelos moleculares nos proporcionan representaciones macroscópicas, que nos permiten racionalizar y explicar cómo funciona el universo de lo microscópico, en cuanto a interacciones interatómicas e intermoleculares, que finalmente conducirán a las propiedades químicas, físicas y biológicas de los compuestos.

Entre los modelos moleculares usados en química orgánica encontramos los modelos compactos, de bolas y varillas y los mapas de potencial electrónico. Estas imágenes muestran aspectos de las moléculas tales como ángulos, longitud y polaridad de los enlaces. Los datos necesarios para su construcción se obtienen, en la mayoría de los casos, mediante estudios de resonancia magnética nuclear y difracción de rayos X (Wainmaier y Flamini, 2012).

Los modelos moleculares también son considerados una herramienta vital para el estudio de la química orgánica como lo es la calculadora para las matemáticas. Tienen como finalidad y principales motivaciones inspirar la imaginación, estimular el pensamiento, y asistir en el proceso de visualización (Fenández, 2014).

Finalmente podemos ver como existe una estrecha relación entre la enseñanza tradicional y el uso de fórmulas estructurales que dan como resultado un aprendizaje mecánico y que se distingue de la enseñanza didáctica haciendo uso de modelos moleculares, que da como efecto un aprendizaje significativo.

2.2.7. Dimensiones del aprendizaje en química orgánica

La asignatura de química orgánica tiene principalmente tres dimensiones: conocimientos, procedimientos y actitudes (Chávez, 2014).

La dimensión de los conocimientos está conformada por el dominio de la química del carbono vinculada a una determinada especialidad, implicando el desarrollo de habilidades como formular y nombrar compuestos orgánicos, identifica las funciones orgánicas principales e identifica la estereoquímica e isomería de compuestos orgánicos.

La dimensión de procedimientos está constituida por el conjunto de habilidades y destrezas para realizar manipulación y construcción de material de laboratorio, respetando los protocolos para llevar a cabo la práctica con estos.

La dimensión de las actitudes hacia el curso de química orgánica está constituida por el comportamiento en la construcción de la competencia de este curso, en los estudiantes.

2.3. Definiciones conceptuales

- Modelo: es la representación mental de un objeto de la realidad, elaborado para facilitar su comprensión, asociado con el conocimiento previo y la experiencia, con carácter conceptual (Mata, 2012).

- Molécula: es la menor porción de materia existente al estado libre en la naturaleza; el cual está conformado por átomos, (Sokolovsky, 2002).

- Modelos moleculares: los modelos moleculares o simulaciones moleculares son un término general que engloba métodos teóricos y técnicas computacionales para representar, imitar y predecir el comportamiento de moléculas, (McMurry, 2008).

- Didáctica: es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando (Mallart, 2013).

- Química Orgánica: la química orgánica o química del carbono es la rama de la química que estudia una clase numerosa de moléculas que contienen carbono formando enlaces: covalentes carbono-carbono o carbono-hidrógeno, carbono-oxígeno, carbono-nitrógeno y otros compuestos heteroátomos, también conocidos como compuestos orgánicos (Wade, 2013).

CAPÍTULO 3

MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo científica, específicamente una investigación aplicada, ya que es un proceso que busca comprender la realidad y que tiene un posible uso práctico a largo plazo.

3.2. Método

En base a Popper (2004) y Ruíz y Ayala (2000) se usó el método científico desde la perspectiva del método hipotético deductivo. El método científico es un procedimiento general que busca la verdad, lo que quedó en evidencia en la presente investigación porque se buscó si la hipótesis propuesta era verdadera. El método hipotético deductivo es el procedimiento general que parte de una hipótesis que es negada (esto se realizó en la presente investigación mediante la hipótesis nula que negó la hipótesis de investigación), para después ser contrastada con la realidad (lo que se realizó en esta investigación mediante un experimento) y mediante deducción se derivó una conclusión (tal como se puede observar en el capítulo de conclusión de la presente investigación).

3.3. Diseño de investigación

Se usó un diseño de tipo experimental, ya que se controló por lo menos una variable independiente y observó las variables dependientes para determinar si hay variación tras el control de las variables independientes (Kerlinger y Lee, 2002).

En forma específica se usó un diseño experimental con pretest y posttest a dos grupos de estudio aleatorizados: grupo experimental y grupo control (Sánchez y Reyes, 2006), cuyo esquema fue el siguiente:

O₁ X O₃

O₂ --- O₄

Teniendo que:

- O₁ Observación o medición de los aprendizajes previos sobre química orgánica del grupo experimental.
- O₂ Observación o medición de los aprendizajes previos sobre química orgánica del grupo control.
- O₃ Observación o medición de los aprendizajes adquiridos por grupo experimental.
- O₄ Observación o medición de los aprendizajes adquiridos por grupo control.
- X Exposición del grupo experimental al tratamiento: uso de modelos moleculares.
- Exposición del grupo control al tratamiento tradicional: uso de fórmulas estructurales.

3.4. Población

La población estuvo conformada por 30 estudiantes del tercer ciclo de la carrera profesional de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, esta población fue elegida según criterios de selección. Al ser la población estadísticamente pequeña, la investigación no tuvo muestra y se trabajó con todos los estudiantes que cumplieron los criterios de selección.

La población estuvo distribuida en el grupo experimental (15 estudiantes) y grupo control (15 estudiantes). Se empleó la técnica de aleatorización para seleccionar los sujetos, los cuales estuvieron distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 3

Población de estudiantes del tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo – 2017

SEXO			
Secciones			Total
	Hombres	Mujeres	
Grupo Experimental	2	13	15
Grupo Control	2	13	15
TOTAL	4	26	30

Fuente: Registro técnico de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo – I Semestre, 2017.

3.4.1. Unidad de análisis

Estudiantes de tercer ciclo de la carrera profesional de Farmacia y Bioquímica a los que se les aplicaron el instrumento de medición.

3.4.2. Criterios de selección

a. Criterios de inclusión

- Ser estudiante del tercer ciclo de la carrera profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú, 2017.
- Haber cursado o estar cursando la asignatura de química general, prerequisite de química orgánica.
- Haber leído y firmado el consentimiento informado (ver anexo N° 3).

- Asistencia regular a las sesiones programadas de las técnicas a aplicar.

b. Criterios de exclusión

- Estudiantes considerados como irregulares por cursar asignaturas en distintos ciclos.

- Haber cursado la asignatura de química orgánica en alguna oportunidad.

- Estudiantes que tengan más del 40% de faltas a las sesiones programadas.

3.5. Variables y operacionalización de las variables

Según Kerlinger (1986) una variable es “una propiedad que puede asumir diversos valores”, mismo criterio que se tomó en cuenta para la elección de variables de este estudio. En esta investigación se consideraron dos variables independientes y una variable dependiente.

Variables independientes: Se considera la presencia de dos variables independientes porque son dos propiedades diferentes que influyen de maneras distintas en el aprendizaje de química orgánica y no pueden ser considerados como las dos únicas dimensiones de la variable estrategias de aprendizaje de química orgánica porque existen otras estrategias no evaluadas. Las variables independientes consideradas fueron:

Variable independiente 1: Uso de modelos moleculares.

Variable independiente 2: Uso de fórmulas estructurales.

Variable dependiente: Aprendizaje de química orgánica.

La operacionalización de las variables de la hipótesis científica se muestra en su correspondiente matriz que se presenta a continuación.

Tabla 4

Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de recolección de datos
Uso de modelos moleculares (variable independiente)	Secuencia de enseñanza-aprendizaje donde se emplea representaciones físicas para imitar y predecir el comportamiento de moléculas (Mcmurry, 2008).	Planificación de las actividades	Realiza una lectura previa de la técnica a utilizar. Elabora un cronograma de actividades. Elabora material de apoyo.	Evaluación de química orgánica
		Experiencia del aprendizaje	Usa modelos moleculares para formular compuestos orgánicos. Usa modelos moleculares para nombrar compuestos orgánicos. Usa modelos moleculares para explicar reacciones de síntesis orgánicas.	
		Discusión de lo aprendido	Explica los fundamentos y resultados obtenidos en su aprendizaje. Resuelve los exámenes escritos.	
		Formulación de preguntas	Realiza preguntas específicas de lo aprendido. Responde a las preguntas formuladas por el docente.	
		Uso de fórmulas estructurales (variable independiente)	Es la práctica de enseñar y aprender química con ayuda de representaciones bidimensionales de distintas moléculas. (Muñoz, 2015).	
Experiencia del aprendizaje	Usa fórmulas estructurales para formular compuestos orgánicos. Usa fórmulas estructurales para nombrar compuestos orgánicos. Usa fórmulas estructurales para explicar reacciones de síntesis orgánicas.			
Discusión de lo aprendido	Explica los fundamentos y resultados obtenidos en su aprendizaje. Resuelve los exámenes escritos.			
Formulación de preguntas	Realiza preguntas específicas de lo aprendido. Responde a las preguntas formuladas por el docente.			
Aprendizaje de química orgánica (variable dependiente)	Es la acción de asimilar los contenidos de química orgánica de manera que se generen nuevos conocimientos, esto con ayuda de la experiencia y la práctica. (Nakamatsu, 2012).			Conocimientos
		Procedimientos	Muestra habilidades y destrezas para realizar manipulación y construcción de material de laboratorio.	
		Actitudes	Comportamiento en la construcción de competencias de química orgánica.	

3.6. Hipótesis estadísticas

Una hipótesis científica no puede someterse a prueba sin antes traducirse a términos operacionales. Una forma muy útil para probar hipótesis científicas es a través de hipótesis estadísticas (Kerlinger, 1986).

Por ello, se formularon las siguientes hipótesis estadísticas para facilitar el entendimiento de la contrastación de la hipótesis científica.

Hipótesis nula

$H_0: \mu$ aprendizaje con uso de modelos moleculares $\leq \mu$ aprendizaje con uso de fórmulas estructurales.

Interpretación de la hipótesis nula: La media del aprendizaje con uso de modelos moleculares es estadísticamente menor o igual a la media del aprendizaje con uso de fórmulas estructurales.

Hipótesis alternativa

$H_a: \mu$ aprendizaje con uso de modelos moleculares $> \mu$ aprendizaje con uso de fórmulas estructurales.

Interpretación de la hipótesis nula: La media del aprendizaje con uso de modelos moleculares es estadísticamente mayor a la media del aprendizaje con uso de fórmulas estructurales.

3.7. Técnica e instrumento de recolección de datos

Los datos fueron recolectados mediante la técnica de encuesta y como instrumento de recolección de datos se usó un cuestionario que fue la evaluación de competencias de química orgánica (ver anexo N° 2).

Antes de iniciar con la recolección de los datos, fue preciso dividir a los estudiantes en dos grupos de trabajo:

Grupo control. Estuvo conformado por 15 estudiantes del tercer ciclo de la Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica, los cuales desarrollaron el tema específico “Estereoquímica” utilizando solamente fórmulas estructurales.

Grupo experimental. Estuvo conformado por 15 estudiantes del tercer ciclo de la Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica, los cuales desarrollaron el tema específico “Estereoquímica” utilizando modelos moleculares.

Para conseguir el objetivo principal de la investigación, el trabajo se dividió en 3 etapas asociadas entre sí, que permitieron formular una estrategia donde se involucraron a los estudiantes en el proceso de construcción del concepto estructura molecular.

- Pretest

Antes de iniciar la primera clase los estudiantes fueron sometidos a la aplicación de una evaluación (ver anexo N° 2) para medir sus conocimientos previos con respecto al tema “estereoquímica” a ser tratado durante la investigación.

- Aplicación de las técnicas

a) Sesión de aprendizaje Nro 1: Revisión de conceptos previos.

Con el afán de simplificar el contenido en los puntos más importantes se realizó una clase introductoria en la que se dieron alcances generales a ambos grupos (experimental y control) de los siguientes temas.

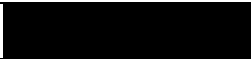






- Carbono, compuestos orgánicos y grupos funcionales.
- Estereoquímica.
- Influencia de las estructuras orgánicas en sus propiedades fisicoquímicas.

b) Sesión de aprendizaje Nro 2: Elaboración del material de apoyo.

En el caso del grupo experimental, los estudiantes construyeron sus propios modelos moleculares (modelos moleculares de esferas y barras), valiéndose de material disponible en el laboratorio, como esferas de tecnopor y varitas de plástico. Para esto los estudiantes tuvieron que revisar bibliografía pertinente y tener en cuenta algunas características como los colores de los cuales debían ir representados los átomos. Según el sistema CPK (Corey, Pauling y Koltun) el carbono debe pintarse de color negro, el hidrógeno de color blanco, el oxígeno de rojo y el nitrógeno de azul; este mismo sistema describe otras características para modelos moleculares como el tamaño de los enlaces y la proporción de los átomos (Corey y Pauling, 1952).

Tabla 5

Asignaciones típicas de colores de los átomos en el sistema CPK

Elemento	Color	
Carbono	Negro	
Hidrógeno	Blanco	
Oxígeno	Rojo	
Nitrógeno	Azul	
Halógenos	Verde (de claro a oscuro)	
Azufre	Amarillo	
Gases nobles	Turquesa	

Nota: Adaptado de “Molecular Models of Amino Acids, Peptides, and Proteins”, por Corey, B y Pauling, L, 1952. (121-127p). Copyright 1952 por American Institute of Physics.

Para el grupo control, los estudiantes solamente construyeron tablas descriptivas de los distintos símbolos utilizados en la representación de estructuras químicas a través de fórmulas estructurales.

c) Sesión de aprendizaje Nro 3: Uso de fórmulas estructurales y modelos moleculares en el aula.

La clase para el grupo experimental se llevó a cabo mediante una metodología didáctica de tipo bidireccional, centrada en la interacción de los estudiantes y el uso de material tangible para facilitar su aprendizaje, generalmente esta metodología es interactiva y divergente.

Las principales actividades desarrolladas por el docente fueron:

- Explicar los temas propuestos, incluyendo las aplicaciones que puedan tener.
- Enseñar la manipulación e interpretación de los modelos moleculares.
- Responder, eventualmente, a preguntas de los alumnos (comprensión defectuosa, interés, confirmación).
- Formar grupos y asignar actividades cooperativas.
- Hacer preguntas a los estudiantes.
- Explicar problemas típicos.
- Proponer problemas.

Y las actividades más importantes que llevaron a cabo los estudiantes fueron:

- Aprender a construir, manipular e interpretar los modelos moleculares. .
- Hacer, eventualmente, preguntas al profesor (comprensión defectuosa, interés, confirmación).

- Realizar actividades cooperativas en grupo.
- Responder a cuestiones planteadas por el profesor.
- Aprender a resolver problemas explicados o propuestos por el docente.

La clase para el grupo control se llevó a cabo mediante una metodología clásica de tipo unidireccional, centrada en la actividad del profesor, generalmente expositiva y convergente.

Las principales actividades desarrolladas por el docente fueron:

- Explicar los temas, incluyendo las aplicaciones que puedan tener.
- Al culminar la clase, responder a preguntas de los alumnos (comprensión defectuosa, interés, confirmación).
- Hacer preguntas a los estudiantes al culminar la clase.
- Explicar y proponer problemas típicos.

Y las principales actividades que llevaron a cabo los estudiantes fueron:

- Escuchar al profesor y estudiar los temas.
- Hacer, eventualmente, preguntas al profesor.
- Responder a cuestiones planteadas por el profesor.
- Aprender a resolver problemas explicados o propuestos por el docente.

- Postest

Evaluación

Para evaluar el efecto de ambas técnicas en el aprendizaje de los estudiantes se aplicó el mismo examen (ver anexo N° 2) utilizado en el pretest. Esto con la finalidad de comparar el aprendizaje adquirido durante el desarrollo de las actividades.

3.8. Descripción del instrumento

El instrumento usado en esta investigación, como se indicó fue un cuestionario, constituido por la evaluación de química orgánica (ver anexo N° 2), la cual estuvo constituida por diez (10) ítems distribuidos para evaluar el aprendizaje de la siguiente manera:

- Conocimientos: Constituida por 4 ítems, con una validez de 1 punto para cada respuesta bien contestada.

- Procedimientos: Constituida por 4 ítems, con una validez de 3 puntos para cada respuesta bien contestada.

Actitudes: Constituida por 2 ítems, con una validez de 2 puntos para cada respuesta bien contestada.

Teniendo finalmente, veinte (20) como puntaje total.

3.8.1. Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad del instrumento

La evaluación de competencias de química orgánica usada en esta investigación se validó mediante una prueba piloto en la que participaron un mismo número de estudiantes (30). Para comprobar la fiabilidad de los 10 ítems de este instrumento se realizó la prueba estadística alfa de Cronbach, la que obtuvo un valor de 0,811 que se consideró como adecuado para aceptar el instrumento en esta investigación (Nunally, 1987).

3.9. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la prueba T de Student para muestras independientes, para determinar si existe diferencia significativa entre los resultados de ambos grupos, para esto se estableció un grado de confiabilidad de 95% y un valor de significancia para $p < 0,05$.

Previamente a la lectura del valor de p en la prueba T de Student para muestras independientes, se tuvo en cuenta la normalidad y la igualdad de varianza de los datos. En cuanto a la normalidad, se corroboró que las calificaciones obtenidas en ambos grupos se distribuyen normalmente. Para ello se usó la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas (< 30). De igual forma se realizó la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianza entre ambos grupos.

Los resultados del valor de p correspondientes a estas pruebas se encuentran en el capítulo de resultados y discusión.

3.10. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó teniendo en cuenta el consentimiento voluntario de los estudiantes (ver anexo N° 4), ya que este fue esencial para demostrar que no hubo coacción, fraude, engaño o presión sobre los mismos. A la misma vez, se tuvo como deber, el proporcionar una información comprensible relacionada con la naturaleza, la duración, el propósito, el método utilizado, las molestias, los inconvenientes, los daños y los efectos en la salud de las personas que participaron en esta investigación.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estudiantes del tercer ciclo de farmacia y bioquímica investigados, antes del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales (pretest), alcanzaron un mismo nivel de aprendizaje en la evaluación de química orgánica, el mismo que en ambos casos fue deficiente, ya que ninguno logró aprobar dicha evaluación. Estos resultados fueron similares a los de Santoyo (2012) en su investigación. Los resultados obtenidos por los grupos experimental y control se muestran en los siguientes cuadros.

Tabla 6

Distribución de los resultados del pre-test del grupo experimental

PRETEST DEL GRUPO EXPERIMENTAL														
N	DIMENSIÓN 1: Conocimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 2: Procedimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 3: Actitudes		Sub Total	TOTAL
	1	2	3	4		5	6	7	8		9	10		
	1	1	0	1		0	2	2	0		0	0		
2	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
3	1	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2
5	1	0	0	1	2	2	0	0	0	2	1	0	1	5
6	0	1	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
7	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3
8	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2
9	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	1	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	3
11	1	0	1	0	2	1	1	0	0	2	0	0	0	4
12	0	0	1	1	2	2	0	0	0	2	1	0	1	5
13	1	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
14	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2

Tabla 7*Distribución de los resultados del pre-test del grupo control*

N	PRETEST DEL GRUPO CONTROL													
	DIMENSIÓN 1: Conocimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 2: Procedimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 3: Actitudes		Sub Total	TOTAL
	1	2	3	4		5	6	7	8		9	10		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	1	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
2	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	1	0	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
4	1	1	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	3
5	1	0	0	0	1	2	0	0	0	2	1	0	1	4
6	1	1	0	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	4
7	1	1	0	1	3	1	0	0	0	1	1	0	1	5
8	1	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
9	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2
12	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	3
13	1	0	0	1	2	2	0	0	0	2	0	0	0	4
14	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2

Como se puede evidenciar en los cuadros 4 y 5, el aprendizaje en la evaluación pretest, antes de utilizar las técnicas de aprendizaje, es deficiente en ambos grupos. Las coincidencias de resultados en ambos casos radican en el punto de partida: la falta de conocimientos previos sobre los temas a estudiar y la poca orientación académica que tienen los estudiantes en este nivel, quizá siendo la causa principal, la educación que reciben en el colegio. Esta situación teóricamente, se explica; si se confirma que los docentes que estuvieron implicados en su aprendizaje no asumieron como un referente, por ejemplo, la teoría del aprendizaje de descubrimiento de Bruner (2008). Según esta teoría, el aprendizaje es un proceso que consiste en resolver problemas por sí solos.

Durante las sesiones de aprendizaje programadas, no se detectaron dificultades en el proceso y los estudiantes se mostraron todo el tiempo dispuestos a aprender.

Al finalizar las actividades programadas, en las que se hizo uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales, se mostraron resultados distintos en los estudiantes, tal como se muestran a continuación en los cuadros 6 y 7.

Tabla 8

Distribución de los resultados del pos-test del grupo experimental

N	POSTEST DEL GRUPO EXPERIMENTAL													
	DIMENSIÓN 1: Conocimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 2: Procedimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 3: Actitudes		Sub Total	TOTAL
	1	2	3	4		5	6	7	8		9	10		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	1	1	1	0	3	3	2	0	1	6	1	0	1	10
2	1	1	1	1	4	3	2	1	1	7	1	0	1	12
3	1	1	0	1	3	2	2	1	1	6	1	1	2	11
4	1	1	1	0	3	3	3	1	1	8	0	1	1	12
5	1	0	1	1	3	2	2	3	2	9	1	1	2	14
6	1	1	0	1	3	2	2	1	1	6	2	0	2	11
7	1	0	1	1	3	2	1	2	0	5	0	0	0	8
8	1	1	1	0	3	2	1	2	1	6	1	0	1	10
9	1	0	1	1	3	3	2	1	1	7	0	0	0	10
10	1	1	0	1	3	3	2	0	0	5	1	0	1	9
11	1	0	1	1	3	2	1	1	0	4	0	1	1	8
12	1	1	1	1	4	3	3	2	0	8	2	1	3	15
13	1	0	1	1	3	2	1	0	0	3	0	2	2	8
14	1	0	1	1	3	3	2	2	1	8	1	1	2	13
15	1	1	1	0	3	2	3	1	0	6	2	0	2	11

Tabla 9*Distribución de los resultados del pos-test del grupo control*

N	POSTEST DEL GRUPO CONTROL													
	DIMENSIÓN 1: Conocimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 2: Procedimientos				Sub Total	DIMENSIÓN 3: Actitudes		Sub Total	TOTAL
	1	2	3	4		5	6	7	8		9	10		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	1	1	1	0	3	2	1	0	0	3	1	0	1	7
2	1	1	0	0	2	2	0	0	0	2	1	0	1	5
3	1	0	1	1	3	2	2	1	0	5	1	0	1	9
4	1	1	1	1	4	3	2	1	0	6	1	0	1	11
5	1	0	1	1	3	3	1	0	0	4	1	0	1	8
6	1	1	0	1	3	2	0	0	0	2	0	0	0	5
7	1	1	1	1	4	2	1	1	0	4	1	0	1	9
8	1	0	1	1	3	1	1	1	0	3	1	0	1	7
9	1	0	1	1	3	2	0	0	0	2	1	0	1	6
10	1	1	0	1	3	1	0	1	0	2	0	0	0	5
11	1	1	0	1	3	2	0	1	0	3	0	0	0	6
12	1	0	1	1	3	2	2	0	1	5	1	0	1	9
13	1	1	1	1	4	2	1	2	0	5	1	1	2	11
14	1	1	0	1	3	2	1	1	0	4	1	0	1	8
15	1	0	1	1	3	2	2	0	0	4	1	0	1	8

Tabla 10*Resultados de los grupos control y experimental del pretest y postest, en los estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo*

	PRETEST				POSTEST			
	Control		Experimental		Control		Experimental	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Aprobados	0	0	0	0	2	13.33	8	53.33
Desaprobados	15	100	15	100	13	86.66	7	46.66
Calificación promedio	03.00		03.13		07.60		10.80	

Del mismo modo que en los cuadros del 4 al 7, la tabla 3 muestra como el aprendizaje de ambos grupos en el pre-test fue prácticamente el mismo, obteniéndose calificaciones promedio de 03,13 y 03,00 para el grupo experimental y control respectivamente, asumiendo así que ambos grupos iniciaron el proceso en las mismas condiciones y al concluir el aprendizaje fue superior en el caso del grupo experimental, siendo su promedio obtenido de 10,80 a diferencia del grupo control, cuyos estudiantes obtuvieron un promedio de calificaciones de 07,60. Una comparación más clara de estos promedios se puede evidenciar en el gráfico 1 mostrado a continuación.

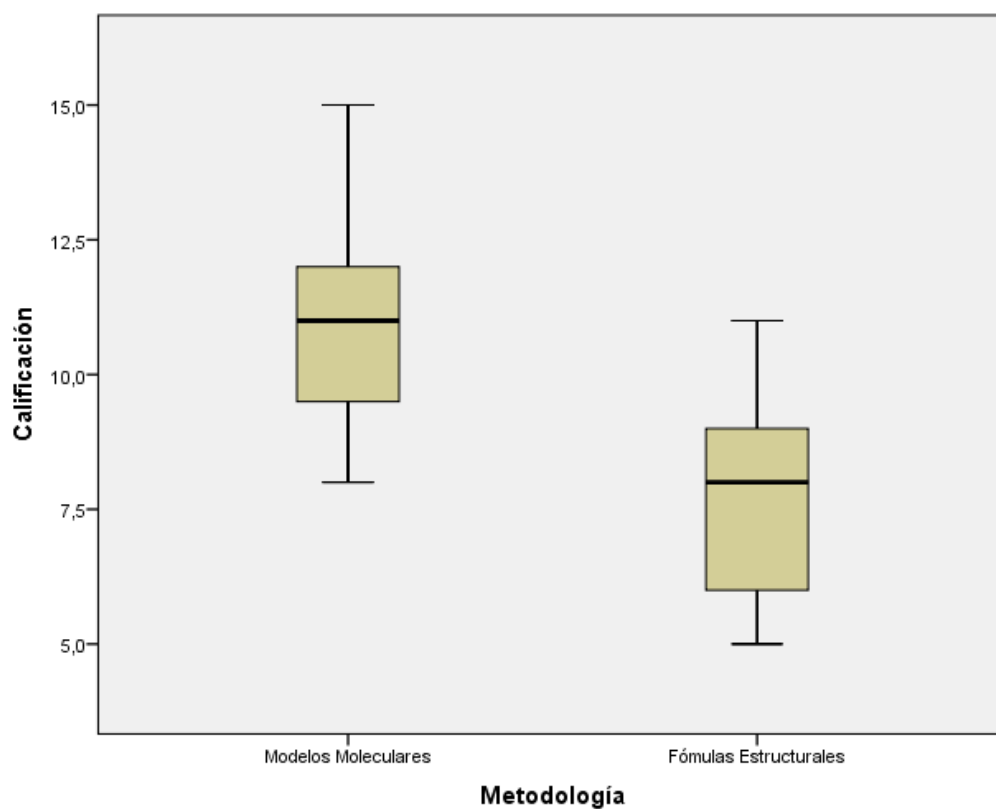


Figura 2. Promedio del aprendizaje logrado de los grupos control y experimental del postest, en los estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

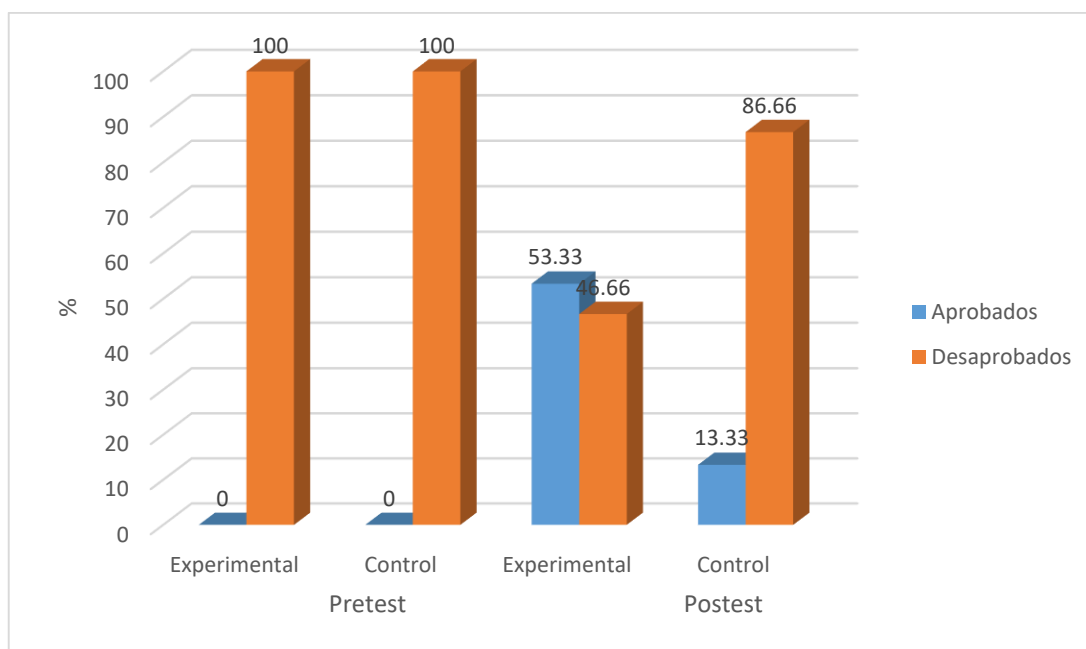


Figura 3. Comparación del aprendizaje logrado en química orgánica por los grupos control y experimental del pretest y posttest, en los estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

En la figura 3 se puede observar cómo es que el grupo experimental pasó de no tener aprobados en la evaluación pre-test a tener más de la mitad (53,33%) de aprobados al finalizar el proceso de enseñanza – aprendizaje utilizando modelos moleculares como técnica. Esto no sucede con el grupo control, ya que como se evidencia en el mismo gráfico, aún al finalizar las actividades académicas programadas usando formulas estructurales, fue superior el porcentaje de desaprobados (86,66%) en comparación a los aprobados (13,66%).

Es así que se demuestra que después de usar los modelos moleculares, los estudiantes lograron superar las dificultades presentadas inicialmente siendo capaces ahora de responder a las preguntas de conocimientos y de criterio planteadas y de resolver ejercicios alcanzando un nivel adecuado; esto no sucede de igual manera con el grupo control, en el que los estudiantes, recibieron las clases planificadas de una manera

tradicional, utilizada aún hasta hoy en la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Estos resultados coinciden con Chávez (2014) quien en su estudio afirmó que la utilización de las estrategias didácticas de aprendizajes basados en problema (ABP) incide positivamente en el aprendizaje de química orgánica en los estudiantes de la carrera de medicina de la Universidad Privada Antenor Orrego.

Por otro lado, durante actividades se observó en los estudiantes el desarrollo de capacidades como la creatividad e imaginación y se dedujo de esto que el uso de modelos tangibles contribuye de mejor forma al aprendizaje de estructuras mentales subjetivas, coincidiendo con lo expresado por Santoyo (2012) en su investigación.

De igual forma estos resultados confirmarían lo expresado por Treagust, Chittleborough y Mamiala (2004) quienes literalmente mencionaron en su investigación que “los modelos que se emplean en la enseñanza de la química pueden jugar un papel esencial en la iniciación de los estudiantes en los modelos científicos”.

Finalmente, los resultados fueron procesados en el programa estadístico SPSS mediante la prueba T de Student para muestras independientes, para comprobar si efectivamente hay diferencia significativa entre los resultados obtenidos. Para ello, previamente se evaluaron la conformidad, la normalidad y la igualdad de varianza de los datos obtenidos.

Tabla 11*Resumen del procesamiento de casos en el software estadístico SPSS*

Técnica		Casos					
		Válidos		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Calificación	Modelos moleculares	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%
	Fórmulas estructurales	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%

En la tabla 4 se presenta un resumen de los datos procesados en el programa estadístico SPSS, mismos que muestran su validez (100% de los datos) sin ninguna pérdida (0% de los datos).

Tabla 12*Prueba de normalidad de los resultados obtenidos*

Técnica		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Calificación	Modelos moleculares	0,945	15	0,450
	Fórmulas estructurales	0,925	15	0,233

Como se muestra en la tabla 5, la prueba de normalidad se realizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk (para muestras de 30 o menos individuos), esta mostró una significancia de 0,450 y 0,233 (mayor que 0,05) para los grupos experimental y control respectivamente, por lo que se afirma que los datos tuvieron una distribución normal.

Tabla 13*Prueba T de Student para muestras independientes*

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias			
		F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Distancia de medias
Calificación	Se han asumido varianzas iguales	0,016	0,901	4,233	28	0,001	3,200

El primer dato que se obtuvo en la prueba T de Student para muestras independientes es la significancia de la prueba de Levene, la cual tiene un valor de 0,901 (mayor que 0,05), lo que indica que los datos tienen varianzas iguales, esto da lugar a verificar el valor de significancia de la prueba T, misma en la que se obtuvo un valor de 0,001 (menor que 0,05) asumiendo que estadísticamente si existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos.

Al relacionar el valor de la prueba T de Student para muestras independientes con las hipótesis planteadas, se observa que: al obtener un valor de p menor que 0,05, hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa: existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del grupo experimental en el que se usó modelos moleculares y la media de calificaciones del grupo control en que se usó fórmulas estructurales.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIÓN Y SUGERENCIAS

5.1. Conclusión

En base a la evidencia mostrada en los estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú; se encontró lo siguiente:

Se determinó la eficacia del uso de modelos moleculares en el aprendizaje de química orgánica, mediante una evaluación de competencias obteniéndose como resultado un promedio en las calificaciones de 10,80 en los estudiantes del grupo experimental.

Se determinó la eficacia del uso de fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica, mediante una evaluación de competencias obteniéndose como resultado un promedio en las calificaciones de 07,60 en los estudiantes del grupo control.

Al comparar las eficacias del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química mediante la prueba T de Student para muestras independientes se obtuvo un valor p de 0,001, por lo que la diferencia encontrada entre los promedios de las calificaciones de dichos grupos fue estadísticamente significativa.

En consecuencia de lo anterior, se concluyó que: Si se usa modelos moleculares entonces hay mayor eficacia del aprendizaje de química orgánica en comparación al uso de fórmulas estructurales de estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú, 2017.

5.2. Sugerencias

Se pueden mencionar algunas sugerencias como:

- En futuras investigaciones del uso de los modelos moleculares como estrategia didáctica, los investigadores deben considerar experiencias directas como situaciones de aprendizaje vinculadas al contexto de los estudiantes.

- Los profesores de química orgánica que usen los modelos moleculares como estrategia didáctica, en sus sesiones de desarrollo de aprendizajes pueden ser aprovechadas relacionándola de una mucho mejor forma con la carrera de farmacia y bioquímica.

- Es necesario que instituciones de educación superior como la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo realice gestiones educativas que aseguren la inclusión e implementación de técnicas como el uso de modelos moleculares en áreas afines a la química orgánica dentro de la carrera de farmacia y bioquímica, para su mejor aprovechamiento.

REFERENCIAS

- Adbo, K. (2012). Relationships between models used for teaching chemistry and those expressed by students. Gothenburgo, Suecia: linnæus university press.
- Aguirre, C. (1995). Contraste de dos metodologías de enseñanza - aprendizaje de la química según el modelo de Piaget, utilizando el test de niveles de formalización de pensamiento de F. Longeot. *Rvta. Interuniversitaria de Formación de Profesorado*(24), 207-217.
- Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1994). *Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Ediciones Mensajero.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Betancourt, C., Delgado, M., Contreras, Y., Pujol, R., & Castro, S. (2013). Uso de modelos moleculares tridimensionales para la enseñanza del nivel submicroscópico de la materia en el curso fundamentos de química. *CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, 9(1), 73-90.
- Bustos Cobos, F. (13 de Agosto de 1996). *El modelo didáctico operativo y el Pei. Serie: construye tu Pei!, Lineamientos para las comunidades educativas*. Santafé de Bogotá, D.C: Comunidades educativas. Obtenido de Calameo: www.calameo.com/books/000407143d1d953910b5b
- Campbell, D., & Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores. Obtenido de <https://sociologiaycultura.files.wordpress.com/2014/02/campbell-stanley->

disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigac3b3n-social.pdf

- Chávez, V. (2014). *Uso de los modelos moleculares como estrategia didáctica para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes del primer ciclo de química orgánica de medicina humana de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo – 2014*. Tesis de maestría, Trujillo.
- Corey, R., & Pauling, L. (1952). Molecular Models of Amino Acids, Peptides, and Proteins. *The review of scientific instruments*, 621-627.
- Enckevort, C. (2014). Students' learning of Molecular Modeling in Science Education. The case of computer-aided drug design against malaria disease. *International Journal of Science Education*, 1-20.
- Fenández, R. (2014). *Uso de los modelos moleculares en la enseñanza de Química Orgánica en bachillerato: Hibridación*. Tesis de maestría, Valladolid.
- Friedman, R. (2005). *Psicología: con aplicaciones en países de habla hispana* (Sexta Edición ed.). México: McGrawHill.
- García, A. (2008). *Proceso de enseñanza/aprendizaje en educación superior*. Universidad de Granada, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- Kerlinger, F. (1986). *Investigación del Comportamiento*. California: McGraw-Hill.
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Lacueva, A. (2000). *Ciencia y tecnología en la escuela*. Madrid, España: Laboratorio Educativo.
- Laurella, S., & Allegretti, P. (2012). Evaluación de estrategias didácticas en química orgánica básica universitaria: primera aproximación. *Jornadas de Enseñanza e*

- Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, (págs. 450-461). La Plata.
- Mallart, J. (2013). *Didáctica. Concepto, objeto y finalidades*. Buenos Aires: Paidós.
- Malzini, J. L. (2000). Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. *Acta Bioethica*, VI(2), 321- 334. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/abioeth/v6n2/art10.pdf>
- Mata, F. (2012). *Diccionario enciclopédico de didáctica, vol. II*. Madrid: Catedral.
- McMurry, J. (2008). *Química orgánica*. México: Editorial Cengage learning.
- Muñoz, V. (2015). *Lecturas de apoyo para comprender mejor la química*. México D.F.: Las prensas de ciencias.
- Nunnally, J. (1987). *Teoría psicométrica*. México D.F.: Trillas.
- Perren, M., & Odetti, H. (2006). Dificultades especiales en un curso de Química General. *Educación en la Química*, 12(1), 3-11.
- Poggioli. (1997). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje* (12 ed.). Laurus. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76109915.pdf>.
- Popper, K. (2004). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Rodríguez Solís, R. (2013). *Incidencia de la utilización de modelos moleculares del tipo barras o esferas y virtuales en la comprensión del concepto de tridimensionalidad molecular en alumnos de secundaria*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias.
- Rodríguez, E. (2013). El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. *FACE-UC*, 363-373.
- Rodríguez, R. (2013). *Incidencia de la utilización de modelos moleculares del tipo barras o esferas y virtuales en la comprensión del concepto de*

- tridimensionalidad molecular en alumnos de secundaria*. Tesis de maestría, Medellín.
- Ruíz, R., & Ayala, F. (2000). *El método en las ciencias. Epistemología y darwinismo*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2006). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. Lima: Visión Universitaria.
- Sandoval, M., Mandolesi, M., & Cura, R. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Educación y Educadores*, 16(1), 126-138.
- Santoyo, S. (2012). *Uso de los modelos moleculares como herramienta didáctica para la comprensión de la relación existente entre estructura y propiedades de los compuestos*. Tesis de maestría, Bogotá.
- Serrano, G. (1990). *Aplicaciones al campo social y educativo*. Madrid, España: Dykinson.
- Sokolovsky, S. (2002). *Química Orgánica*. Santiago de Chile: Educachile.
- Supo, J. (2014). *Seminario de Investigación Científica*. Arequipa: Bioestadístico.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2004). Students' Understanding of the Descriptive and Predictive Nature of Teaching Models in Organic Chemistry. *Research in Science Education*, 34(1).
doi:10.1023/B:RISE.0000020885.41497.ed
- Valero, P., & Mayora, F. (2009). Estrategias para el aprendizaje de la química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*(1), 109-135.
- Wade, J. (2013). *Química Orgánica*. Madrid: Pearson Educación.

Wainmaier, C., & Flamini, L. (2012). *Representaciones moleculares: Reflexiones sobre su enseñanza*. Memoria académica, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia de la secuencia básica de la investigación

Problema	¿Cómo es la eficacia del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú?
Objetivos	<p>General</p> <p>Evaluar la eficacia del uso modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica en estudiantes de farmacia y bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la eficacia del uso de modelos moleculares en el aprendizaje de química orgánica de estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú; mediante una evaluación (pre y postest). - Determinar la eficacia del uso de fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú; mediante una evaluación (pre y postest). - Comparar la eficacia del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica de estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.
Hipótesis	Si se usan modelos moleculares entonces hay mayor eficacia del aprendizaje de química orgánica en comparación al uso de fórmulas estructurales en estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.
Variables	<p>Variable independiente 1: Uso de modelos moleculares.</p> <p>Variable independiente 2: Uso de fórmulas estructurales.</p> <p>Variable dependiente: Aprendizaje de química orgánica.</p>

Anexo N° 2. Evaluación de química orgánica.

EVALUACIÓN DE QUÍMICA ORGÁNICA

Nombres y apellidos:

Grupo: Fecha:

Indicaciones: Estimado estudiante, a continuación se presentan una serie de preguntas relacionadas a los conocimientos que tiene sobre algunos temas relacionados a química orgánica. Usted deberá completar esta evaluación respondiendo con la mayor sinceridad posible; si hay alguna pregunta que desconoce, sería preferible que la deje en blanco.

1. ¿Qué es la química orgánica? (1p)

2. ¿Cuál de las siguientes no es una propiedad del carbono? (1p)

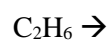
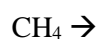
- a. Autosaturación
- b. Tetravalencia
- c. Conductividad
- d. Covalencia

3. ¿Qué es la estereoquímica? (1p)

4. Mencione las formas moleculares que conoce (1p)

5. Dibuje las estructuras de las siguientes moléculas: agua, dióxido de carbono, metano y etano (3p)

6. Represente las siguientes moléculas como estructuras tridimensionales (3p)



7. Represente las siguientes estructuras de Newman como estructuras de caballete (3p)

8. Escriba el producto de la siguiente reacción (3p)

9. ¿Mencione qué importancia tiene la estereoquímica en su futuro profesional? (2p)

10. Mencione un uso que le darías a la química orgánica en tu vida. (2p)

Matriz de consistencia de evaluación

Dimensión	Peso (%)	N° de items	Puntaje por ítem	Puntaje máximo
1	20	4	1	4
2	60	4	3	12
3	20	2	2	4
TOTAL	100	10	6	20

Anexo N° 3. Galería fotográfica.



Fotografía N° 1. Estudiantes del tercer ciclo de farmacia y bioquímica durante la evaluación del pretest.



Fotografía N° 2. Maestrante impartiendo la primera clase de química orgánica al grupo control.



Fotografía N° 3. Maestrante respondiendo preguntas durante la primera clase de química orgánica al grupo control.



Fotografía N° 4. Estudiantes del grupo experimental elaborando los modelos moleculares.



Fotografía N° 5. Estudiantes del grupo experimental durante la evaluación postest.

Anexo N° 4.

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIANTE PARA PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN

Cajamarca, Perú. 2017.

Yo, _____ identificado con DNI N° _____, domiciliado en _____, en mi calidad de estudiante de la Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, doy pleno consentimiento para ser parte de la población de la investigación titulada “Efecto del uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica en estudiantes de la carrera profesional de Farmacia y Bioquímica de la UPAGU, Cajamarca, Perú, 2017”.

Para dicha investigación me informaron en forma clara del procedimiento de la investigación que respecto a mi persona tendré que asistir a clases y formar parte de uno de los grupos a formarse para el trabajo de investigación, no recibiré ningún beneficio económico por participar en la misma. Todo lo cual respetaré plenamente mi integridad física y psicológica. Tengo la posibilidad de retirarme de la investigación en cualquier momento sin sufrir algún tipo de penalidad. De esta manera estaré contribuyendo al nuevo conocimiento científico.

Firma del estudiante y/o apoderado

Nota: De ser el estudiante menor de edad, entonces dicho consentimiento será firmado por sus padres u apoderados.