



Universidad  
Norbert Wiener

**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**

**Escuela de Posgrado**

Tesis

**Uso de software de modelamiento molecular en el aprendizaje de  
estereoquímica en alumnos de pre-grado de ciencias de una  
Universidad de Lima, 2023**

Para optar el grado académico de Maestro en Docencia Universitaria

Presentado por:

**Autor:** López Gabriel, José Luis

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3174-8735>

**Asesora:** Dra. Ramos Vera, Rosario Pilar

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0712-524X>

**Línea de Investigación General**

Educación de Calidad

Lima, Perú

2023

 Universidad Norbert Wiener	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSION: 01</b> <small>REVISIÓN: 01</small>	<b>FECHA: 08/11/2022</b>

Yo, José Luis López Gabriel, egresado(a) de la Escuela Académica Profesional de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "Evaluación del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pre-grado de ciencias de una universidad de Lima, 2023" Asesorado por el docente: Rosario Pilar Ramos Vera Con DNI 10233410 Con ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0712-524X>, tiene un índice de similitud de 16 (DIECISÉIS)% con código oid:14912:316695104 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.

  
 .....  
 Firma de autor 1  
 José Luis López Gabriel  
 DNI: 08149594

.....  
 Firma de autor 2  
 Nombres y apellidos del Egresado  
 DNI: .....

  
 .....  
 Firma  
 Rosario Pilar Ramos Vera  
 DNI: 10233410

Lima, 29 de enero de 2024

### **Dedicatoria**

A mi eterna compañera de vida, mi amada esposa Luz, cuya inquebrantable entrega y comprensión ha sido mi constante y vital apoyo en esta travesía académica. A mis queridos hijos Caleb y María Fernanda, mi fuente inagotable de inspiración, gracias por ser el motor detrás de mi búsqueda constante de superación. Este logro lleva impreso el amor y el respaldo de mi familia.

### **Agradecimiento**

A la Dra. Rosario Pilar Ramos Vera, mi asesora, por su excepcional guía, dedicación y paciencia invaluable durante el desarrollo de mi investigación y también a todos los profesores del programa de maestría por compartir sus conocimientos y experiencias, contribuyendo significativamente a mi crecimiento académico. Su influencia ha dejado una marca perdurable en mi desarrollo profesional y personal.



## ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice	v
Índice de tablas	ix
Índice de Figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Formulación del Problema	4
1.2.1 Problema General	4
1.2.2 Problemas Específicos	4
1.3 Objetivos de la Investigación	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Justificación de la Investigación	5
1.4.1 Teórica	5
1.4.2 Metodológica	6
1.4.3 Práctica	7
1.5 Limitaciones de la Investigación	7

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes	8
2.1.1	Antecedentes Internacionales	8
2.1.2	Antecedentes Nacionales	11
2.2	Bases Teóricas	14
2.2.1	Software Educativo	14
2.2.1.1	Conceptualización	14
2.2.1.2	Teoría del Conectivismo	15
2.2.1.3	Tipos de Software	15
2.2.1.4	Características del Software Educativo	16
2.2.1.5	El ChemSketch como Software Educativo	16
2.2.1.6	Funcionalidades del Software ChemSketch	17
2.2.2	Aprendizaje	18
2.2.2.1	Conceptualización	18
2.2.2.2	Teorías del Aprendizaje	19
2.2.2.3	Importancia del Aprendizaje de la Estereoquímica	20
2.2.2.4	Dimensiones	21
2.3	Formulación de Hipótesis	21
2.3.1	Hipótesis General	21
2.3.2	Hipótesis Específicas	21

### CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1	Método de la Investigación	23
3.2	Enfoque de la Investigación	23
3.3	Tipo de Investigación	23
3.4	Diseño de la Investigación	24
3.5	Población, muestra y muestreo	25
3.6	Variables y operacionalización	26
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.7.1	Técnica	28
3.7.2	Descripción de Instrumentos	28
3.7.3	Validación	29
3.7.4	Confiabilidad	30
3.8	Procesamiento y análisis de datos	31
3.9	Aspectos éticos	31

### CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1	Resultados	32
4.1.1	Análisis descriptivo de los resultados	32
4.1.2	Prueba de Hipótesis	43
4.1.3	Discusión de resultados	49

### CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	53
5.2	Recomendaciones	55

**ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Anexo 2: Instrumento de Evaluación

Anexo 3: Validez del Instrumento

Anexo 4: Confiabilidad del instrumento

Anexo 5: Aprobación del comité de ética

Anexo 6: Formato de consentimiento informado

Anexo 7: Carta de aprobación de la institución para la recolección de datos

Anexo 8: Reporte de similitud de Turnitin

## Índice de Tablas

Tabla 01: Esquema del diseño de la investigación.	24
Tabla 02: operacionalización de la variable dependiente: aprendizaje de estereoquímica.	27
Tabla 03: Ficha técnica del instrumento.	28
Tabla 04: Jueces que validaron el instrumento.	30
Tabla 05: Confiabilidad del instrumento.	30
Tabla 06: Escala valorativa de la variable Aprendizaje de estereoquímica.	32
Tabla 07: Frecuencia de niveles de la prueba pretest Aprendizaje de estereoquímica.	33
Tabla 08: Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Quiralidad.	34
Tabla 09: Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Estereoisomería.	35
Tabla 10: Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Configuración absoluta.	36
Tabla 11: Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Actividad óptica y proyecciones.	37
Tabla 12: Frecuencia de niveles de la prueba postest Aprendizaje de estereoquímica.	38
Tabla 13: Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Quiralidad.	39
Tabla 14: Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Estereoisomería.	40
Tabla 15: Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Configuración absoluta.	41

Tabla 16: Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Actividad óptica y proyecciones.	42
Tabla 17: Análisis de normalidad.	43
Tabla 18: Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de estereoquímica.	44
Tabla 19: Prueba de U de Mann Whitney de quiralidad.	45
Tabla 20: Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de Estereoisomería.	46
Tabla 21: Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de Configuración absoluta.	47
Tabla 22: Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de Actividad óptica y proyecciones.	48

## Índice de Figuras

Figura 01: Distribución de los niveles en la prueba pretest Aprendizaje de estereoquímica.	33
Figura 02: Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Quiralidad.	34
Figura 03: Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Estereoisomería.	35
Figura 04: Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Configuración absoluta.	36
Figura 05: Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Actividad óptica y proyecciones.	37
Figura 06: Distribución de los niveles en la prueba postest Aprendizaje de estereoquímica.	38
Figura 07: Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Quiralidad.	39
Figura 08: Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Estereoisomería.	40
Figura 09: Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Configuración absoluta.	41
Figura 10: Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Actividad óptica y proyecciones.	42

## Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la influencia del uso de un software de modelamiento molecular en el aprendizaje del tema de estereoquímica en alumnos de pregrado de ciencias de una universidad de Lima, 2023. El método de investigación aplicado es hipotético deductivo con un enfoque cuantitativo en un estudio del tipo cuasi-experimental con grupo de control no equivalente. La muestra estuvo formada por 90 alumnos matriculados en el curso básico de Química Orgánica divididos en dos grupos, uno de control y otro experimental. La recolección de datos se realizó a través de un cuestionario sobre el tema de estereoquímica desarrollado y validado por Leontyev (2015). Se determinó la confiabilidad a través de la prueba estadística Kuder Richardson con un resultado de 0.813 lo cual indica que el instrumento posee una alta confiabilidad. Los datos obtenidos no tienen una distribución normal por lo que las pruebas de hipótesis se realizaron con la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney; un valor de  $p = 0.001 < 0.05$  nos indica que el uso de un Software de modelamiento molecular si tiene una influencia favorable sobre el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pregrado de ciencias de una universidad de Lima.

**Palabras claves:** estereoquímica, química orgánica, estructura y reactividad, modelos moleculares.



## Abstract

The objective of this research work was to determine the influence of the use of a molecular modeling software in the learning of stereochemistry in undergraduate science students of a university in Lima, Peru, 2023. The research method applied is hypothetical deductive with a quantitative approach in a quasi-experimental study with a non-equivalent control group. The sample consisted of 90 students enrolled in the basic course of organic chemistry divided into two groups, one control and one experimental. Data collection was performed through a questionnaire on the topic of stereochemistry developed and validated by Leontyev (2015). Reliability was determined through the Kuder Richardson statistical test with a result of 0.813 indicating that the instrument has high reliability. The data obtained do not have a normal distribution so the hypothesis tests were performed with the nonparametric Mann Whitney U test; a value of  $p = 0.001 < 0.05$  indicates that the use of a molecular modeling software does have a favorable influence on the learning of stereochemistry in undergraduate science students at a university in Lima.

**Keywords:** stereochemistry, organic chemistry, structure and reactivity, molecular models.

## Introducción

En el campo de las ciencias naturales, uno de los aspectos más importantes durante el proceso de formación de alumnos en las especialidades de química, ingeniería química, farmacia, biología y medicina implica la comprensión de la lógica que gobierna las interacciones entre las moléculas. El adquirir la habilidad de comprender y luego predecir el comportamiento molecular a determinadas condiciones requiere un estudio inicial de la relación que existe entre la estructura molecular y la reactividad para cualquier tipo de compuesto. La estereoquímica es el estudio de la forma tridimensional de las estructuras moleculares y de las características de reactividad y propiedades químicas que derivan de ella y es usualmente uno de los temas que conlleva muchas dificultades en el proceso inicial de su aprendizaje ya que el alumno debe desarrollar la capacidad de proyectar y visualizar tridimensionalmente la posición de los átomos que forman parte de una estructura y determinar así la geometría molecular. Considerando estos hechos, la investigación desarrollada se propuso determinar la influencia del uso de un software de modelamiento molecular en el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pregrado de ciencias y se estructuró de la siguiente manera: el primer capítulo presenta el planteamiento y la formulación del problema, objetivos, justificaciones y limitaciones de la investigación; el segundo capítulo presenta los antecedentes, teorías e hipótesis formuladas. El tercer capítulo muestra la metodología utilizada; el cuarto capítulo los resultados y su discusión. El quinto capítulo presenta las conclusiones obtenidas y las recomendaciones para futuros trabajos en esta área.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento del Problema:

En el campo de la formación en Ciencias Químicas se sabe que es importante iniciar la formación de los alumnos con el estudio de las propiedades de los átomos y sus capacidades para formar estructuras estables a las diferentes condiciones en las que se encuentren. Estas estructuras moleculares formadas son usualmente representadas por gráficos sobre un papel, es decir, en un modelo bidimensional (2D) pero es también usual encontrar serias dificultades para que los alumnos entiendan y asimilen que estas estructuras estables tienen una forma tridimensional que determina sus capacidades de reacción y propiedades físicas y químicas por lo que es muy importante que aprendan a visualizar los modelos moleculares en tres dimensiones (3D). La Estereoquímica es aquella parte de la química que deduce, analiza y estudia las diferentes formas espaciales que adoptan las moléculas a diferentes condiciones y se puede definir también como la química de los compuestos orgánicos en tres dimensiones (Ahluwalia, 2022). Khasanah

(2021) establece que es necesario desarrollar materiales como modelos a utilizar en los procesos de enseñanza de estereoquímica. Se ha probado que algunas herramientas de la Web 2.0 como el uso de videos y blogs mejoran el proceso de aprendizaje y tienen en general un impacto positivo en la recepción y asimilación de conceptos básicos de Química orgánica y estereoquímica (Romero, 2019). El uso de mapas conceptuales para evaluar la organización estructural mental de los conceptos en los estudiantes también ha mejorado el proceso de enseñanza-aprendizaje (Velázquez-Revilla, 2018) y actualmente se ha desarrollado algunos recursos web de libre acceso que permiten a los alumnos mejorar hasta en un 15% más sus habilidades para representar moléculas en tres dimensiones y asignar una correcta nomenclatura (Mistry, 2020).

A nivel regional, a fin de mejorar el proceso de aprendizaje de la estereoquímica en los alumnos universitarios se ha realizado diverso tipo de investigación sobre la aplicación de algunas estrategias como la gamificación que ha logrado desarrollar actividades a manera de juegos de mesa que se aplican para la revisión de los conceptos básicos de estereoquímica en un ambiente social y cooperativo incrementando hasta en un 50% el interés de los alumnos en las actividades del curso.(Nunes, 2019).

El hecho de que la educación secundaria en nuestro país, en general, no incluya el desarrollo específico de la Química Orgánica (Ministerio de Educación, 2016) provoca que los alumnos ingresen a la formación universitaria con un conocimiento básico muy bajo o prácticamente nulo de este campo lo cual complica más su proceso de asimilación de conceptos. El estudio adecuado de la estereoquímica es muy importante para los alumnos de ciencias, pero es conocido que la visualización mental de conceptos abstractos puede ser muy difícil para muchos alumnos lo que dificulta su capacidad para

poder razonar adecuadamente sobre los conceptos más importantes (Elford, 2021). Raupp (2020) establece que es indispensable la verificación de los conocimientos básicos requeridos para iniciar el estudio de la estereoquímica. Aunque actualmente se tienen disponibles programas de simulación que actúan como ejemplos gráficos para reforzar los conceptos (Merino, 2017) y que facilitarían este proceso de asimilación, el uso actual y en algunos casos limitados de estos programas se debe principalmente a su baja capacidad de interactuar con los usuarios y a su complejidad de manejo. Este aspecto ha ido mejorando en los últimos años por lo que en el presente trabajo de investigación se realiza un estudio que determina el impacto del uso de software de simulación de modelos moleculares en el aprendizaje del tema de estereoquímica en los alumnos de pregrado del área de ciencias. Se debe tener en cuenta que durante el proceso de formación en el campo de las ciencias químicas los alumnos van a utilizar posteriormente en cursos avanzados diversos tipos de software que permiten predecir la naturaleza y propiedades de sistemas moleculares (Malyshkina, 2021) por lo que el uso de software de modelamiento molecular en un curso básico de Química Orgánica es una buena experiencia para conocer el trabajo de investigación en Química computacional.

La disponibilidad de software para el modelamiento molecular es muy variada y existen varios estudios que desarrollan una comparación de sus características y ventajas (Kumar, 2020). ChemSketch es un software de modelamiento molecular que brinda las ventajas de tener una versión gratuita y que permite modelar un compuesto orgánico y obtener información estructural a tiempo real, permite obtener una visualización molecular en 3D, gráfica, animada y realizar simulación de forma simultánea por lo que se utilizó en el presente trabajo de investigación.

## **1.2 Formulación del Problema:**

### **1.2.1 Problema General:**

¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023?

### **1.2.2 Problemas Específicos:**

- ¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Quiralidad en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023?
- ¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Estereoisomería en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023?
- ¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Configuración Absoluta en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023?
- ¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Actividad Óptica y proyecciones en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023?

## **1.3 Objetivos:**

### **1.3.1 Objetivo General:**

Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

### 1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Quiralidad en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.
- Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Estereoisomería en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.
- Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Configuración Absoluta en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.
- Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Actividad Óptica y proyecciones en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

## 1.4 Justificación:

**1.4.1 Justificación Teórica:** el trabajo de investigación se fundamenta en la teoría del aprendizaje del Constructivismo la cual nos indica que el conocimiento debe ser construido por el propio sujeto que aprende a través del ejercicio o aplicación individual de casos y no está limitado a sólo aprender lo que pueda escuchar o se le pueda transmitir ya que debe procesar y darle sentido a los conceptos que recibe (Tigse, 2019). Según Ausubel (1983) en la teoría del constructivismo se plantea

que adquirir un nuevo conocimiento requiere relacionar los conocimientos previos ya que sólo así se puede alcanzar un aprendizaje significativo.

De acuerdo a la teoría del Conectivismo de Siemens (2004) el actual desarrollo tecnológico favorece la interconexión e interacción por lo que debe ser aplicado al campo de la enseñanza y favorecer el aprendizaje. En nuestro caso, el desarrollo de software libre, producto del desarrollo tecnológico, permite explicar y demostrar ante los alumnos los contenidos y ejemplos de una manera más didáctica sirviendo además de herramienta en la que ellos pueden aplicar los conocimientos recibidos. El uso de software de modelamiento molecular permite aplicar todas estas ventajas al proceso de enseñanza y aprendizaje de estereoquímica.

Salame (2022) establece que la habilidad espacial de los estudiantes es muy importante en el aprendizaje y el desempeño de la estereoquímica siendo necesario el uso y práctica con modelos moleculares en 3D para mejorar esta habilidad espacial y Farah (2021) establece como válido el uso de modelos moleculares virtuales para alcanzar estos objetivos por lo que el presente estudio permitirá determinar si estas afirmaciones son aplicables al contexto de la educación superior peruana en el campo de la Química Orgánica.

**1.4.2 Justificación Metodológica:** el estudio es importante porque determina la influencia del uso de un software de Modelamiento molecular (ChemSketch) en el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de ciencias ya que este conocimiento es básico y muy importante en el desarrollo de las capacidades de análisis de las



características y propiedades estructurales de las moléculas orgánicas y es conocido que los alumnos presentan serias dificultades para su asimilación y entendimiento. Se ha utilizado el método de la encuesta haciendo uso de un instrumento de evaluación desarrollado y validado por Leontyev (2015) para establecer el nivel de aprendizaje en estereoquímica y que ha sido recomendado y utilizado en otros estudios similares.

**1.4.3 Justificación Práctica:** El presente estudio ha permitido identificar los temas con mayor dificultad de asimilar por los estudiantes en el campo de la estereoquímica y este conocimiento permite mejorar los procesos de aprendizaje de los fundamentos de estereoquímica en los alumnos de pregrado de ciencias. Esto permite, por parte de los alumnos, de un mejor desarrollo de las habilidades necesarias para evaluar las características estructurales de las moléculas y sus propiedades físicas y químicas derivadas.

## **1.5 Limitaciones de la Investigación:**

Se encontró dificultad para acceder a la autorización del centro de estudios universitarios en donde se realizó la toma de datos ya que dicha institución no tenía un procedimiento establecido para este trámite. Se obtuvo la autorización en un periodo en el que no se desarrollaban las clases por lo que se tuvo que esperar a que se inicie el ciclo regular de estudios y luego esperar nuevamente a que en el desarrollo del curso se alcance el tema de estereoquímica que es objetivo de nuestra investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Casselman (2021), realizó una investigación con el objetivo de “comparar los modelos moleculares virtuales y físicos sobre el aprendizaje de estereoquímica y mecanismos de reacción”. Desarrolló un estudio experimental cuantitativo sobre una muestra de 64 estudiantes de pregrado (16 hombres y 48 mujeres) matriculados en el primer curso de Química Orgánica de una universidad para la formación de investigadores. Aplicó dos instrumentos de evaluación para medir los conocimientos en estereoquímica y en mecanismos de reacción con una confiabilidad de 0.66 y 0.73 para el alfa de Cronbach para el pre y postest respectivamente. Los resultados obtenidos destacan que el uso de los modelos virtuales facilita la asimilación de conceptos especialmente complejos debido a la facilidad de construcción y accesibilidad. En cambio, los modelos físicos permiten una mayor comprensión de los problemas espaciales específicos en

estereoquímica. En conclusión, recomiendan integrar el uso de ambos tipos de modelos moleculares para lograr mejores resultados de aprendizaje.

Listyarini (2021), tuvo como objetivo en su investigación “implementar programas de visualización molecular para mejorar en los estudiantes la comprensión de los conceptos de enlace químico”. Realizó un estudio experimental cuantitativo de diseño pre-experimental aplicado mediante la técnica de encuesta a 46 alumnos de pregrado del Departamento de Educación Química de la Universidad Sanata Dharma. El instrumento de evaluación fue validado a través del juicio de expertos en los aspectos de contenido, construcción y lenguaje. El estudio fue realizado utilizando los softwares ChemSketch y Avogadro y los resultados demuestran un mejor rendimiento en el postest. Se concluye que el uso de ambos programas de visualización molecular tuvo un efecto positivo en la comprensión de los estudiantes en los temas de enlace químico en aspectos tan importantes como la geometría molecular, polaridad, ángulo y longitud de enlace, fuerzas intermoleculares y predicción de puntos de ebullición. Los estudiantes mostraron una respuesta positiva en cuanto a la comprensión, motivación y habilidad prospectiva para convertirse en docentes.

Álvarez (2020), realizó una investigación con el objetivo de “proponer una concepción didáctica que integre el uso del software educativo como medio de enseñanza para el desarrollo de habilidades en la representación de estructuras moleculares de sustancias orgánicas”. Realizaron una investigación teórica sobre la forma de usar el software PerkinElmer ChemOffice Professional con el simulador Chem3D que se socializó a todos los docentes de Química y Biología de todas las universidades de ciencias pedagógicas de Cuba durante los años 2011 y 2015. Lograron incluir estas

capacitaciones en la formación de profesores y técnicos de laboratorio durante los años 2015 y 2019. Concluyen que el uso del software educativo PerkinElmer ChemOffice Professional permite alcanzar competencias prácticas en el laboratorio de Química y mejora la asimilación de los conceptos más complejos.

Plass (2012), realizaron un estudio con el objetivo de determinar si el uso de programas de simulación en computadoras brindaba un rendimiento efectivo en el aprendizaje de la química. Para realizar esta investigación los autores diseñaron y desarrollaron un programa que permitían obtener resultados a partir de datos que los alumnos deben ingresar a manera de condiciones experimentales. Los fenómenos experimentales en los que se aplicaron estos programas fueron el comportamiento de los gases según la teoría cinético molecular, las leyes de los gases ideales, propiedades de los gases como la difusión y los procesos de cambios de estado. Los resultados indicaron que el uso de programas de simulación mejoró de manera efectiva el aprendizaje de estos fenómenos naturales. Una de las conclusiones que presentan los autores resalta la importancia de lograr software de simulación con diseños adecuados que permitan una buena interacción con los alumnos tanto de forma individual como grupal y que brinden resultados detallados y confiables. Se concluye también que el uso de software de simulación mejora la comprensión y el aprendizaje de los fenómenos naturales sobre todo en aquellos alumnos que presentan un bajo nivel de saberes previos característico de aquellos que se encuentran en el inicio del estudio de las ciencias naturales.

Salame (2022), tuvo como objetivo “determinar los retos que enfrentan los estudiantes y enfoques que utilizan para resolver los problemas sobre estereoquímica y la importancia de la adquisición de la capacidad espacial al momento de evaluar las

propiedades y características moleculares”. Realizó un estudio experimental con una muestra de 86 participantes aplicando un instrumento para medir la habilidad espacial y estereoquímica. Los resultados indican que una de las mayores barreras para el aprendizaje de estereoquímica es la incapacidad de proyectar tridimensionalmente estructuras moleculares sólo observando sus fórmulas químicas y que la adquisición de estas capacidades se logra con el uso de modelos moleculares tridimensionales. También concluye que los alumnos tienen dificultades para asignar correctamente la configuración absoluta debido a que no pueden rotar mentalmente las moléculas en el espacio y aplicar las reglas de prioridades sobre grupos sustituyentes.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Delgado (2021), realizó una investigación que tuvo por objetivo “proponer una concepción didáctica que contribuya al desarrollo de habilidades para la representación de estructuras moleculares de las sustancias orgánicas que incluya el uso del software educativo en los medios de enseñanza-aprendizaje de la Química”. El método de investigación fue analítico sintético, análisis documental y técnicas estadísticas aplicado a 38 estudiantes del segundo año de la especialidad de Ingeniería en Bioinformática. La evaluación se realizó de forma individual en la que los alumnos muestran los modelos que han creado y las imágenes de las moléculas que han representado. Los resultados demuestran inicialmente poca habilidad para determinar los grupos funcionales, dar nomenclatura y estructurar moléculas, pero se observa una mejoría en el proceso de enseñanza-aprendizaje con la utilización de software Coherencia.

Delgado (2020), desarrolló una investigación que tuvo por objetivo “determinar el efecto del uso del software ChemSketch en la mejora de las competencias cognitivas en la asignatura de Química Orgánica de los estudiantes de nivel superior”. El estudio fue de tipo aplicado, de diseño cuasi experimental realizado a una muestra de 144 alumnos de las especialidades de Ing. Forestal, Veterinaria e Ing. Agroindustrial de dos universidades nacionales peruanas. Los resultados indicaron que hubo un marcado aumento en el rendimiento del grupo que experimental de 3% bueno en el pretest a 83% bueno en el postest. En el grupo de control no se observaron variaciones significativas en el pretest y en el postest. Esto permite concluir que se ha desarrollado mejor las competencias cognitivas en el grupo experimental.

Ríos (2017), realizó una investigación con el objetivo de “evaluar el 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” La investigación fue del tipo científica aplicada de un método hipotético deductivo de diseño cuasi experimental a una población de 30 alumnos del tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Los resultados indican que el uso de modelos moleculares que los propios alumnos construyen es eficaz para el aprendizaje de Química Orgánica y que el rendimiento es mayor al obtenido utilizando solamente formulas estructurales.

Gutierrez (2019), realizó un trabajo de investigación para “diseñar, elaborar, implementar y evaluar recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Química Orgánica I”. El estudio fue de método hipotético deductivo de diseño cuasi experimental y utilizó instrumentos de evaluación como cuestionarios, encuestas y guías

de observación. Se desarrollaron tres juegos lúdicos con temática de química orgánica y los resultados demuestran una mejora en el rendimiento académico ya que actuaron como una fuente de motivación, alegría y de cooperación participativa en los alumnos. Se concluye que tienen un efecto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje y se recomienda utilizarlos como herramientas de apoyo.

Raupp (2010), realizaron un estudio con el objetivo de “determinar si el uso de software para representar los modelos moleculares favorece el aprendizaje de la isomería geométrica el cual es uno de los temas más importantes de estereoquímica”. Desarrolló un trabajo experimental sobre un grupo de 10 estudiantes aplicando un curso extracurricular de 20 horas de duración. En el análisis de sus resultados mencionan que los alumnos que utilizaron este software de modelamiento molecular demostraron en una evaluación final mayor capacidad para representar las estructuras moleculares de una manera más elaborada y correcta cuando se les solicitó hacerlo de forma manual en comparación de los alumnos que no habían realizado prácticas con el software utilizado en el estudio. Esto les permitió evaluar con mayor claridad las estructuras y diferenciar en ellas los tipos de isómeros. También mencionaron que en una prueba previa al uso del software los alumnos dibujaron todos sus modelos utilizando sólo un color, es decir, de forma monocromática. En cambio, en la evaluación final todos prefirieron utilizar combinación de colores para los diferentes átomos y enlaces tal y como se representan en el software lo cual les permitió una mejor diferenciación de la posición de los átomos en dos dimensiones (2D) y hasta en tres dimensiones (3D).

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Software Educativo

#### 2.2.1.1 Conceptualización

Según Sommerville (2005), software es un conjunto de programas de ordenador que incluyen todos los documentos relacionados y las configuraciones específicas que son necesarias para que el conjunto de programas realice un trabajo de forma correcta. Por lo general un Software está constituido por una variedad de programas que funcionan cada uno de manera independiente, archivos de configuración de sistema que son indispensables para lograr que estos programas funciones en un orden específico y la documentación relacionada hace referencia a todos los datos que se publican para que los usuarios puedan utilizar correctamente el software.

Las características de un Software y a la vez dimensiones básicas de evaluación son: **Mantenibilidad**, el algoritmo del software debe estar escrito de manera que se pueda corregir rápidamente y además pueda evolucionar para responder a las cambiantes necesidades de los usuarios, esta es una característica muy importante de un buen software. **Confiabilidad**, se define como la capacidad del software para no provocar daños físicos o económicos a los usuarios debido a un fallo en el sistema. Un software confiable debe estar protegido ante ataques externos, debe ser fiable y seguro. **Eficiencia**, el software no debe hacer uso excesivo de todos los recursos del sistema como la memoria y el tiempo de procesamiento, este aspecto se evalúa de acuerdo a los tiempos de respuesta y procesamiento de datos. **Usabilidad**, debe ser de fácil uso por parte del usuario para el cual ha sido diseñado, esto implica que debe tener una interface apropiada y toda la documentación requerida asociada.



Un software de simulación tiene específicamente como objetivo permitir el proceso de modelar una idea, objeto, esquema o fenómeno que existe en la realidad mediante la utilización de códigos desarrollados en algún lenguaje de programación y las dimensiones que posee son: facilidad de uso, eficiencia e interactividad. (ACD/Labs, 2018).

### 2.2.1.2 Teoría del Conectivismo

Siemens (2004), propuso que, en el entorno actual de desarrollo tecnológico, los procesos de enseñanza y aprendizaje se deben integrar con las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) como lo son los nuevos softwares y el acceso a las redes sociales que se convierten en herramientas para potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los alumnos. Se define al aprendizaje como un proceso continuo que puede ocurrir en cualquier lugar debido al acceso a las nuevas tecnologías.

### 2.2.1.3 Tipos de Software

Según Romero (2018) los diferentes tipos de Software se clasifican según su aplicación en los equipos de cómputo, se tienen los siguientes: **Software de Sistema**, aquel que permite el reconocimiento y la coordinación entre todas las partes del equipo de cómputo y que además administra y ejerce control sobre todas las tareas que realiza una computadora. **Software de Aplicación**, es aquel que está diseñado para realizar tareas específicas que no son esenciales para un buen funcionamiento del sistema operativo. Este tipo de software está diseñado para realizar tareas útiles para el usuario como procesar textos, reproducir y editar archivos multimedia, realizar actividades específicas

en el campo educativo, etc. **Software de Programación**, aquel que está diseñado para escribir, corregir y desarrollar algoritmos (programas).

#### **2.2.1.4 Características del Software Educativo**

Según Fernández (2008) es un tipo de Software aplicativo que está desarrollado específicamente para servir de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, tienen una aplicación netamente educativa y que se pueden utilizar o aplicar en la modalidad presencial como a distancia (virtual). Existen muchos tipos de programas desarrollados con estos fines, desde aquellos que sólo presentan información de manera ordenada hasta aquellos que realizan simulaciones y otros que hacen uso de la inteligencia artificial y que tratan de cumplir un rol tutorial en su interacción con los alumnos. Rodríguez (2022) establece la importancia del desarrollo de Software educativo y Tecnología Educativa que favorezca el proceso de enseñanza aprendizaje. Navarro (2022) en un estudio sobre el uso de Software educativo en estudiantes universitarios indica que su uso influye significativamente en el aprendizaje por lo que es necesario una transformación de la educación hacia esta forma de enseñanza.

#### **2.2.1.5 El ChemSketch como Software Educativo**

El ACD/ChemSketch es uno de los softwares educativos y de modelamiento molecular más utilizados en la actualidad. Fue desarrollado por la empresa Advanced Chemistry Development Inc. (ACD/Labs) en el año 1994 y ha evolucionado en diversas versiones que le permiten actualmente estructurar moléculas orgánicas, organometálicas y polímeros permitiendo su visualización y optimización en formato 2D y 3D. Permite

también calcular algunas propiedades físicas de las moléculas y nombrar las estructuras según las reglas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). Las estructuras desarrolladas en 3D se pueden rotar, mover y manipular lo cual permite que sea una buena opción para el aprendizaje de los conceptos básicos de estereoquímica que viene a ser el estudio de las características y propiedades de las estructuras moleculares tomando en consideración su forma, tamaño y estructura tridimensional.

ACD/ChemSketch dispone de tablas de plantillas de estructuras pre-desarrolladas que permiten estructurar una gran variedad de compuestos orgánicos, así como símbolos y flechas para esquematizar procesos o mecanismos de reacción y plantillas de materiales de laboratorio para el desarrollo de procedimientos experimentales (Marpaung, 2020).

El ChemSketch es un Software educativo ya que permite mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la Química ya que puede ser utilizado no sólo para simular estructuras orgánicas sino también puede simular estructuras inorgánicas y procedimientos y equipos de laboratorio, además de que presenta facilidades para editar esquemas de los procesos de cambio estructural que ocurren durante una reacción química que se conoce como mecanismos de reacción (Delgado, 2020).

#### **2.2.1.6 Funcionalidades del Software ChemSketch**

El Software ChemSketch es uno de los más popularizados a nivel mundial y está disponible bajo una licencia gratuita que incluye funciones básicas como las siguientes:

- Estructurar compuestos químicos orgánicos e inorgánicos de hasta de 50 átomos.
- Representar los modelos estructurales en formato de dos dimensiones (2D) y tres dimensiones (3D).

- Identificar la conformación o forma espacial más estable para una estructura molecular.
- Procesar la nomenclatura de los compuestos editados.
- Cálculo de las principales propiedades físicas como masa molar, volumen molar, índice de refracción, tensión superficial, densidad, constante dieléctrica, polarizabilidad.
- Cálculo de algunas propiedades estructurales como longitud de enlace, ángulo entre enlaces y torsión angular.
- Desarrollar esquemas de mecanismos de reacción.
- Representar procedimientos experimentales incluyendo materiales y equipos básicos.

## 2.2.2 Aprendizaje

### 2.2.2.1 Conceptualización

Knowles (2001), considera al aprendizaje como un producto y que es aquel que se obtiene gracias a la experiencia en alguna actividad. Zapata-Ros (2015) considera que el aprendizaje es un proceso mediante el cual se llegan a modificar ideas, conductas y valores como resultado del estudio y la experiencia.

Saenz (2018), señala que el aprendizaje exitoso depende del cumplimiento de varias condiciones como **la motivación**, que viene a ser el interés y la necesidad continua de aprender; la **seguridad psicológica**, ya que se requiere un ambiente seguro y que promueva la participación libre; **la experimentación**, que permite explorar, conceptualizar, interactuar y probar resultados; **la retroalimentación**, que favorece un

aprendizaje más rápido ya que el alumno recibe información inmediata sobre su progreso y **la práctica**; permite que el alumno organice e integre las experiencias recibidas.

### **2.2.2.2 Teorías del Aprendizaje**

#### **El Constructivismo**

Según Fernández (2015), esta teoría se basa en el proceso y la experiencia de aprendizaje en los alumnos. Los diversos conocimientos adquiridos, a través de varias experiencias y luego de ser asimilados, se unen entre sí permitiendo al estudiante elaborar e interpretar toda la información adquirida para poder aplicarla y crear nuevos conocimientos. El profesor adopta un rol de mediador en este proceso.

#### **El Cognitivismo**

Tiene por objetivo el estudio de las formas en las que la mente interpreta, procesa y almacena los contenidos en la memoria, se interesa por el proceso por el cual el ser humano desarrolla sus pensamientos con el objetivo de fijar nuevo conocimiento. Según Castañón (2017), este modelo se centra en el individuo y el conocimiento se logra a través de la interacción con su medio, a esto se le denomina aprendizaje activo y permite el desarrollo de las capacidades investigativas, creativas y autónomas de los alumnos.

### **2.2.2.3 Importancia del al aprendizaje de la Estereoquímica**

La Estereoquímica es el estudio de las moléculas en tres dimensiones (Carey, 2020) y según Salame (2022), los alumnos que estudian estereoquímica deben lograr ser capaces de analizar los arreglos atómicos o posición de los átomos en tres dimensiones

cuando forman parte de una estructura molecular, además deben manipular mentalmente estos modelos y estructuras moleculares y dibujarlos cuando se analice una reacción química. Uno de los objetivos principales de su estudio es desarrollar las habilidades espaciales adecuadas para que los alumnos puedan entender los procesos de reacción química. Estas habilidades se han desarrollado tradicionalmente utilizando kits de modelos moleculares en tres dimensiones, pero su baja disponibilidad no permite un trabajo individualizado para cada estudiante siendo utilizados mayormente como herramientas de instrucción demostrativa y en los mejores casos sirven para trabajos grupales y cooperativos. Orrego-Riofrío (2018) que el uso de herramientas multimedia contribuye a mejorar el aprendizaje en alumnos universitarios en el campo de la Química.

De acuerdo a Leontyev (2015), los resultados de una encuesta aplicada a 219 profesores (95% con el grado de Doctor y 86% instructores en Química Orgánica) se indica que los tópicos o dimensiones más importantes en el estudio de la Estereoquímica son la Quiralidad, la Estereoisomería, la Configuración Absoluta, la Actividad Óptica y las Proyecciones espaciales. Moreira (2022), en un estudio sobre experiencias a realizar con estudiantes en situación de aislamiento social por pandemia indica que los tópicos de Estructura Química, que se define a partir de la hibridación de los átomos; la Configuración Absoluta y Relativa, que se determina a partir del concepto de Quiralidad y la Representación Tridimensional o proyecciones espaciales determinan la geometría molecular son los tópicos más importantes a aprender por los alumnos.

#### 2.2.2.4 Dimensiones

En el presente estudio vamos a considerar las siguientes dimensiones para la evaluación del aprendizaje de estereoquímica:

- **Quiralidad:** es la propiedad que tiene una estructura molecular u objeto que consiste en la no superposición con su imagen especular (Headley, 2020).
- **Estereoisomería:** tipo de isomería que se cumple cuando dos compuestos que tienen la misma fórmula molecular tienen además el mismo orden de los enlaces químicos que los conforman (Klein, 2021).
- **Configuración Absoluta:** Sistema de nomenclatura que determina la descripción exacta de un centro quiral o centro estereogénico y que define la orientación espacial de los cuatro sustituyentes diferentes que posee (Wade, 2023).
- **Actividad óptica y proyecciones espaciales:** propiedad física de un compuesto quiral que le permite hacer girar el plano de la luz polarizada, clasifica a los compuestos quirales como dextrógiros o levógiros (Smith, 2020).

### 2.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS:

#### 2.3.1 Hipótesis General:

El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Estereoquímica en los alumnos de Pre-Grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

#### 2.3.2 Hipótesis Específicas:

- El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Quiralidad en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

- El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Estereoisomería en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.
- El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Configuración Absoluta en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.
- El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Actividad Óptica y proyecciones en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Método de la Investigación**

El método de la investigación es hipotético deductivo ya que, según Arispe (2020), se parte de una hipótesis que se debe refutar para lo cual se desarrolla un procedimiento deductivo que permite obtener conclusiones que posteriormente se deben probar.

#### **3.2 Enfoque de la Investigación**

El enfoque utilizado es cuantitativo ya que según Bonilla (2005), se basa en la medición de tendencias que permiten comprobar o refutar las hipótesis planteadas y que utiliza herramientas estadísticas para el análisis de datos.

#### **3.3 Tipo de la Investigación**

Según Hernández (2018), la investigación aplicada está orientada a la producción de conocimiento y que trata de explicar algún fenómeno o hecho natural a través del desarrollo de teorías. La investigación aplicada es aquella que se encuentra orientada a

desarrollar soluciones a problemas prácticos. La presente investigación corresponde al tipo de investigación aplicada.

### 3.4 Diseño de la Investigación

El presente estudio es cuasi-experimental, ya que busca medir la relación entre la respuesta medida de dos grupos de alumnos que forman parte de la muestra. Según Hernández (2018), este tipo de estudios se enfoca en la medición de variables mediante la recolección de datos, se debe utilizar al menos una variable independiente y luego evaluar su efecto sobre una o más variables dependientes. El diseño a aplicar en el presente estudio corresponde al de cuasi-experimental con grupo de control no equivalente. Según Icart (2012), una característica de este diseño corresponde a que los grupos de trabajo están previamente formados y no se designan aleatoriamente por lo que no se puede determinar inicialmente si los dos grupos son equivalentes entre sí por lo que es necesario aplicar un Pretest para determinar el nivel de equivalencia de los grupos de trabajo. El esquema que corresponde a este diseño de investigación es el siguiente:

Tabla 01

*Esquema del Diseño de la Investigación*

Grupos de Trabajo	Pretest	Intervención	Posttest
GE	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
GC	O <sub>3</sub>	-	O <sub>4</sub>

Donde:

GE : Grupo de Estudio o Experimental.

GC : Grupo de Control

X : Intervención, aplicación de la variable independiente.  
O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub> : Mediciones.

### **3.5 Población, muestra y muestreo**

De acuerdo a Hernández (2018), la población está formada por el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones y características. Según Niño (2011), la muestra es una porción representativa de la población que se selecciona con el objetivo de estudiar o medir alguna propiedad característica y el muestreo es el procedimiento mediante el cual se elige o selecciona a los integrantes de la muestra. Este procedimiento de muestreo es un factor muy importante ya que determina el nivel de confianza y credibilidad de la investigación.

En el presente estudio la población estuvo formada por 220 alumnos de la escuela de ciencias de una Universidad de Lima Metropolitana por lo que cumplen con las siguientes características: estudiantes de nivel universitario de ciencias que han recibido formación en química, física y matemáticas avanzadas y que pertenecen a las escuelas de Química, Ingeniería Química, Ingeniería Agroindustrial y Farmacia y Bioquímica.

Siendo el estudio cuasi-experimental y en la condición de acceso a grupos específicos de alumnos participantes que tienen las características y condiciones necesarias indispensables en el estudio, se aplicó un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia ya que la muestra estuvo constituida por dos grupos de trabajo previamente formados por las instituciones de educación superior. Se estableció así un

grupo de tratamiento y un grupo de control. Cada grupo estuvo formado por 45 alumnos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

**Criterios de inclusión:** estudiantes universitarios de las áreas de ciencias que aprobaron los cursos de Química General, Matemática Superior I, Física y que además estuvieron matriculados en el curso de Química Orgánica I durante el desarrollo de la investigación y que firmaron el consentimiento informado.

**Criterios de Exclusión:** estudiantes universitarios de las áreas de ciencias que desaprobaron alguno de los siguientes cursos: Química General, Matemática Superior I o Física. Debido al sistema de prerrequisitos establecidos en las facultades de ciencias, ninguno de los alumnos de estas características se matriculó en el curso de Química Orgánica I y por lo tanto no formó parte del grupo de estudio. También se excluyó a todo alumno que no firmó el consentimiento informado.

### 3.6 Variables y operacionalización

#### **Variable Independiente: Software de Modelamiento Molecular ChemSketch**

El ChemSketch es un software de modelamiento molecular de libre disposición y que es utilizado para dibujar y editar estructuras químicas en dos y tres dimensiones, reacciones, mecanismos de reacción, esquemas de trabajo y que puede predecir algunas características estructurales y propiedades físicas de las moléculas editadas. Se utiliza como una herramienta de aprendizaje en el curso de Química Orgánica y ha sido desarrollado por la empresa Advanced Chemistry Development Inc. (ACD Labs).

**Tabla 2***Operacionalización de la Variable Dependiente: Aprendizaje de Estereoquímica*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (Niveles o rangos)
<b>Aprendizaje de Estereoquímica</b>	Capacidad adquirida para visualizar espacialmente las estructuras moleculares y reconocer sus características como la presencia de centros quirales, configuración absoluta, tipos de isomería y actividad óptica	Se evaluó a través de un cuestionario de 20 preguntas, con ítems que determinan el reconocimiento de centros quirales, moléculas quirales, tipos de estereoisómeros como enantiómeros y diastereoisómeros, configuración absoluta, presencia de actividad óptica y reconocimiento de la posición espacial de los enlaces en una representación del tipo proyección Fischer.	<b>Quiralidad</b>	Reconoce los centros quirales.	Escala Ordinal. El instrumento de medición está compuesto por 20 ítems de opción múltiple con solo una de las opciones como respuesta correcta.  Respuesta correcta = 1 Respuesta incorrecta = 0	Sobresaliente: 19 - 20  Destacado: 16 - 18  Satisfactorio: 11 - 15  No Satisfactorio: 6 - 10  Deficiente: 0 - 5
			<b>Estereoisomería</b>	Identifica las estructuras moleculares quirales.  Diferencia tipos de estereoisómeros.  Reconoce enantiómeros y diastereoisómeros.		
			<b>Configuración Absoluta</b>	Aplica correctamente las reglas de Cahn-Ingold-Prelog para la asignación de prioridades.		
			<b>Actividad óptica y Proyecciones</b>	Reconoce compuestos que presentan actividad óptica. Identifica posición espacial de enlaces en las proyecciones Fischer.		

### 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.7.1 Técnica

Según Arispe (2020), las técnicas de recolección de datos hacen referencia a las acciones o actividades que realiza el investigador para obtener los datos necesarios para lograr los objetivos y que permitirán verificar la hipótesis de investigación. En el presente trabajo se ha utilizado la técnica de encuesta para la recolección de datos numéricos y que fue aplicado en un momento del estudio. La evaluación de los datos se realizó por medio de métodos estadísticos a fin de corroborar las hipótesis planteadas.

#### 3.7.2 Descripción de instrumentos

En el presente estudio ha utilizado un instrumento del tipo cuestionario para evaluar los conocimientos en estereoquímica que ha sido desarrollado, adaptado y validado en un estudio previo desarrollado por Leontyev (2015), consta de 20 preguntas de opción múltiple. Las dimensiones a evaluar que considera el instrumento son: Quiralidad, Estereoisomería, Configuración Absoluta y Actividad óptica y proyecciones.

#### Tabla 3

*Ficha Técnica del Instrumento:*

---

**Nombre:** Inventario de Conceptos de Estereoquímica.

---

**Autor:** Alexey Leontyev (2015).

**Descripción:** el instrumento consta de 20 preguntas de opción múltiple que tienen por objetivo determinar el nivel de conocimiento en el tema de estereoquímica a nivel básico.

**Formato:** preguntas de opción múltiple.

**Puntuación:** un (01) punto por pregunta correcta.

**Administración:** individual.

**Tiempo de administración:** 30 minutos.

**Población objetivo:** estudiantes de cursos básicos de química orgánica de nivel universitario.

---

### 3.7.3 Validación

La validez de un instrumento “se refiere al grado en que un instrumento mide con exactitud la variable que verdaderamente pretende medir” (Hernández, 2018).

Según Arispe (2020) existen tres tipos de validación de un instrumento: validez de contenido, validez de criterio y validez de constructo. La validez de contenido viene a ser una medida en la que el instrumento refleja el dominio del contenido del tema a medir, es decir, evalúa los ítems del instrumento para determinar si representan adecuadamente la evaluación de aquellas características del tema que se desea medir y además evalúa la planificación y el diseño del cuestionario y de los ítems.

El instrumento de evaluación a utilizar también ha sido validado por expertos con el grado de Doctor en Ciencias Químicas especialistas en el campo de la Química Orgánica y molecular y con amplia experiencia en la Docencia Universitaria que pertenecen a diversas universidades peruanas con el objetivo de evaluar su suficiencia y aplicabilidad en el sistema educativo peruano, la tabla 3 expone los datos de los jueces y la decisión respectiva, indicando por unanimidad que el instrumento es válido considerando aspectos de pertinencia, relevancia y claridad, esta información se aprecia en la tabla 4

**Tabla 4***Jueces que validaron el instrumento*

N°	Juez experto	Decisión
1	Dr. Olivio Nino Castro Mandujano	Aplicable, sí hay suficiencia.
2	Dr. Julio César Santiago Contreras	Aplicable, sí hay suficiencia.
3	Dr. Victor Raúl García Villegas	Aplicable, sí hay suficiencia.
4	Dr. Rubén Eduardo Cueva Mestanza	Aplicable, sí hay suficiencia.
5	Mg. José Augusto Flores Garcés	Aplicable, sí hay suficiencia.

**3.7.4 Confiabilidad**

La confiabilidad de un instrumento mide el grado en el que su aplicación repetida a la misma muestra o caso nos va a brindar resultados consistentes y coherentes (Hernández, 2018).

La confiabilidad del instrumento se evaluó por Leontyev Alea través de la determinación del Alfa de Cronbach's aplicado sobre los resultados de una evaluación. En el presente estudio la confiabilidad se determinó a través de una prueba piloto aplicada a 20 alumnos con características similares de la población, por tratarse el cuestionario de respuestas dicotómicas se realizó la fiabilidad con el estadístico KR-20 (Kuder Richardson), siendo el resultado 0.813, lo que significó que el instrumento poseía la confiabilidad pertinente y por tanto aplicable a las muestras seleccionadas.

**Tabla 5***Confiabilidad del instrumento*

Instrumento	KR-20	Magnitud
Aprendizaje estereoquímica	0,813	Alto



### **3.8 Procesamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron consolidados en una hoja de cálculo y evaluados a través de software estadístico SPSS v25 para cada dimensión de la variable de estudio aplicando métodos de estadística inferencial lo que permitió definir conclusiones a partir de los datos obtenidos de una población de estudiantes. El análisis estadístico descriptivo de los datos incluyó determinar tendencias entre las variables en ambas pruebas.

Del mismo modo, se realizó la prueba de normalidad de los datos obtenidos con la finalidad de conocer si los datos presentan normalidad en su distribución, los resultados bajo este análisis indicaron que la data no contenía distribución normal, por tanto las pruebas de hipótesis se ejecutaron con el estadístico no paramétrico para muestras independientes U de Mann-Whitney.

### **3.9 Aspectos éticos**

El presente estudio cumple con la Guía de Trabajos de investigación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Privada Norbert Wiener y con su Código de ética para la investigación. Se hará uso de la herramienta Turnitin a fin de verificar la originalidad del proyecto y del trabajo final de investigación. Se cumple con guardar la dignidad humana física y psicológica respetando la confiabilidad ya que los participantes van a firmar voluntariamente un consentimiento informado y una declaración de consentimiento.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados

##### 4.1.1.1. Escala valorativa de la variable Aprendizaje de Estereoquímica

Considerando lo indicado en la tabla 6, acerca de la variable Aprendizaje de estereoquímica, se tiene que la misma evalúa por medio de 5 niveles cada una con su respectivo rango, asimismo se tiene que el puntaje mínimo fue 0 y el máximo 20 en la variable, y en cuanto a las dimensiones los puntajes oscilan entre 0 y 6 puntos.

**Tabla 6**

*Escala valorativa de la variable Aprendizaje de estereoquímica*

Variable y dimensiones	N	Puntaje			Niveles			
		Min	Max	Def	No Satisf.	Satisf	Destac.	Sobres.
Aprendizaje de estereoquímica	90	0	20	0-5	6-10	11-15	16-18	19-20
Quiralidad	90	0	5	0	1	2	3-4	5
Estereoisomería	90	0	6	0	1	2-3	4-5	6
Configuración Absoluta	90	0	4	0	1	2	3	4
Actividad óptica y Proyecciones	90	0	5	0	1	2	3-4	5

#### 4.1.1.2. Análisis descriptivo del Aprendizaje de estereoquímica pretest

Al revisar la información de la tabla 7 y figura 1, acerca de la prueba inicial o pretest del total de estudiantes del Grupo control 55.6% (25 estudiantes) están en nivel deficiente en el Aprendizaje de estereoquímica, mientras que 44.4% (20) en no satisfactorio; así también la valoración se realizó con la muestra de los estudiantes del Grupo experimental, hallando que del total 57.8% (26) están en nivel deficiente y 42.2% (19) en no satisfactorio.

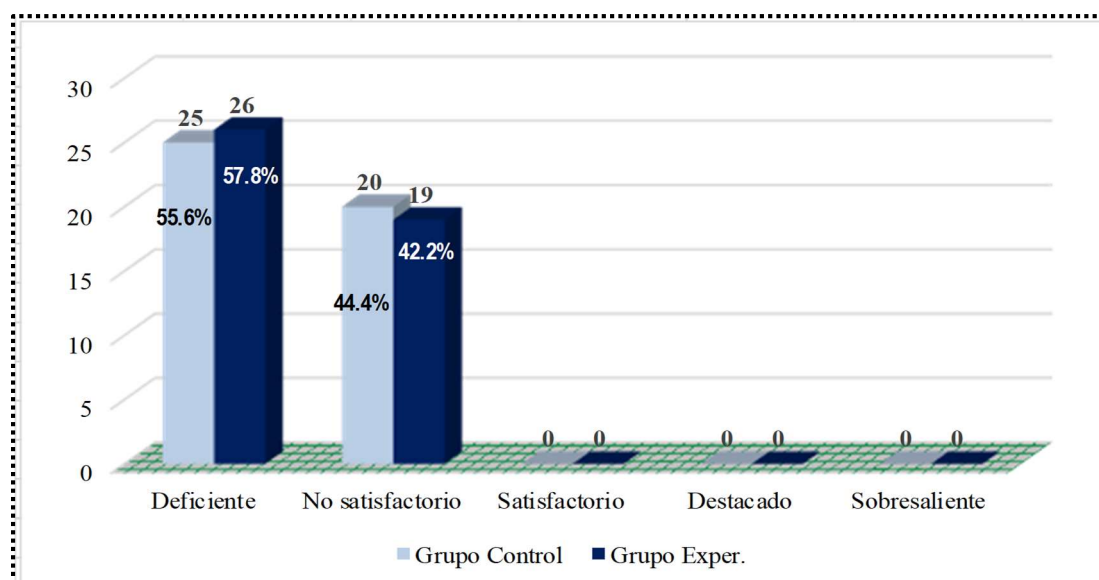
**Tabla 7**

*Frecuencia de niveles de la prueba pretest Aprendizaje de estereoquímica*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	25	55.6	26	57.8
No satisfactorio	20	44.4	19	42.2
Satisfactorio	0	0.0	0	0.00
Destacado	0	0.0	0	0.00
Sobresaliente	0	0.0	0	0.00
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 1**

*Distribución de los niveles en la prueba pretest Aprendizaje de estereoquímica*



Por otro lado, en cuanto a las dimensiones del Aprendizaje de estereoquímica, la primera a analizar fue Quiralidad, en la prueba inicial se halló en el Grupo Control que 13.3% (6 estudiantes) se encuentran en nivel deficiente, 37.8% (17) no satisfactorio; 28.9% (13) satisfactorio y 20% (9) en destacado; del mismo modo en el Grupo Experimental, se encontró 13.3% (6) en nivel deficiente, 33.3% (15) en no satisfactorio, 40.1% (18) satisfactorio y 13.3% (6) destacado, esta información se aprecia en tabla 8 y figura 2.

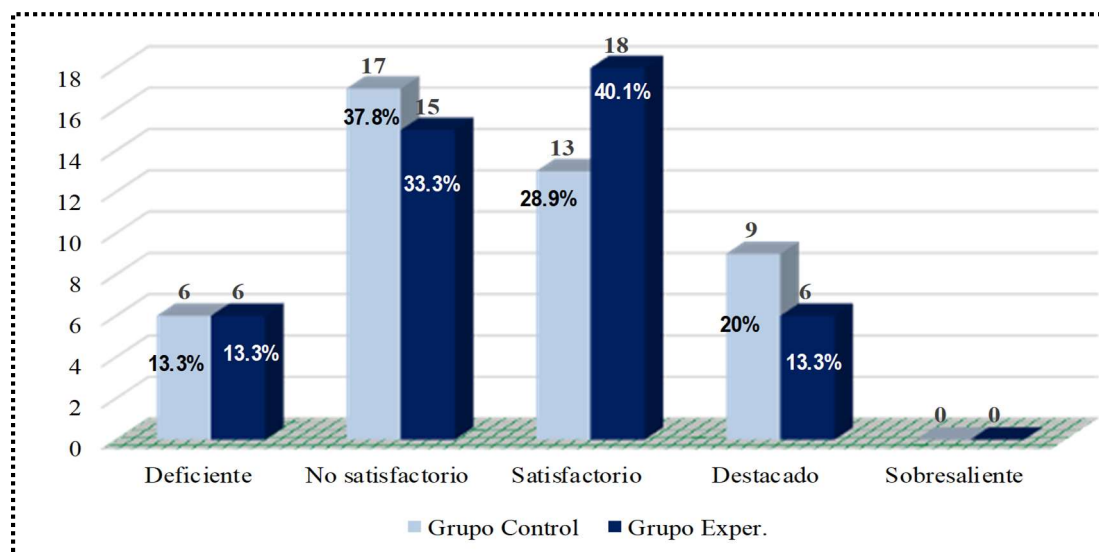
**Tabla 8**

*Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Quiralidad*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	6	13.3	6	13.3
No satisfactorio	17	37.8	15	33.3
Satisfactorio	13	28.9	18	40.1
Destacado	9	20.0	6	13.3
Sobresaliente	0	0.0	0	0.0
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 2**

*Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Quiralidad*



Acercas de la dimensión Estereoisomería, la tabla 9 y figura 3 reportan los hallazgos de la prueba pretest, en el Grupo control, se encontró que 24.4% (11 estudiantes) están en nivel deficiente, 31.1% (14) en no satisfactorio, 37.8% (17) en satisfactorio y 6.7% (3) en destacado; del mismo modo en el Grupo experimental se encontró que el 26.7% (12) se hallan en nivel deficiente; 24.4% (11) en nivel no satisfactorio, 37.8% (17) en satisfactorio, 11.1% (5) en destacado; en ninguno de los dos grupos se reportan estudiantes en nivel sobresaliente.

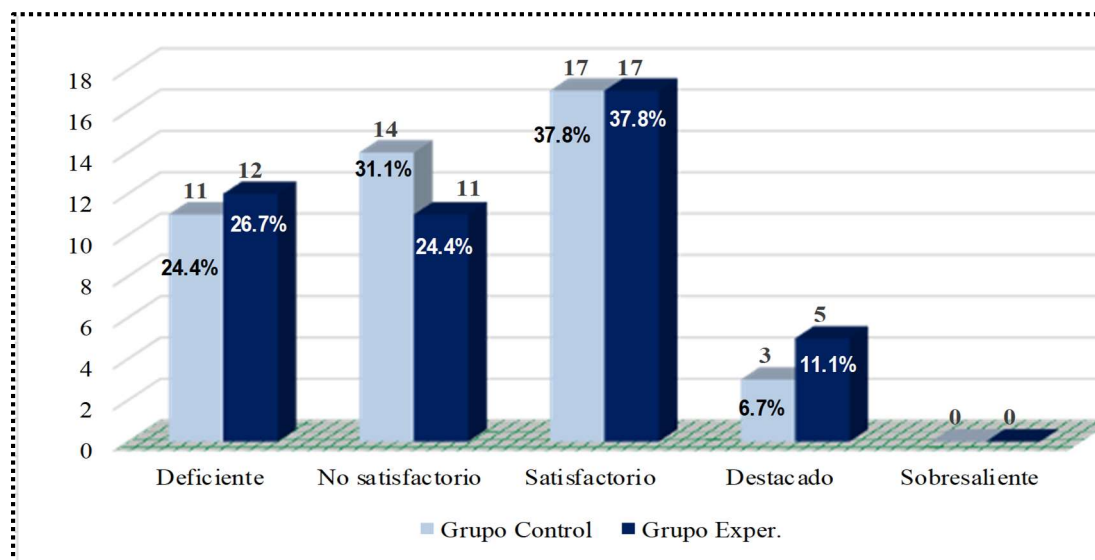
**Tabla 9**

*Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Estereoisomería*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	11	24.4	12	26.7
No satisfactorio	14	31.1	11	24.4
Satisfactorio	17	37.8	17	37.8
Destacado	3	6.7	5	11.1
Sobresaliente	0	0.0	0	0.0
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 3**

*Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Estereoisomería*



Asimismo, sobre la dimensión configuración absoluta, los resultado expuestos en tabla 10 y figura 4 dan cuenta que en la prueba pretest, en el Grupo control, 24.4% (11 estudiantes) se ubican en nivel deficiente, 33.3% (15) no satisfactorio, otro 33.3% (15) en satisfactorio y 9.9% (4) en destacado; en el Grupo experimental, se halló que el 37.8% (17) se ubican en deficiente, otro 37.8% en no satisfactorio, 22.2% (10) en nivel satisfactorio y 2.2% (1) en destacado; no se encontró a ningún estudiante ubicado en nivel sobresaliente en los grupos analizados.

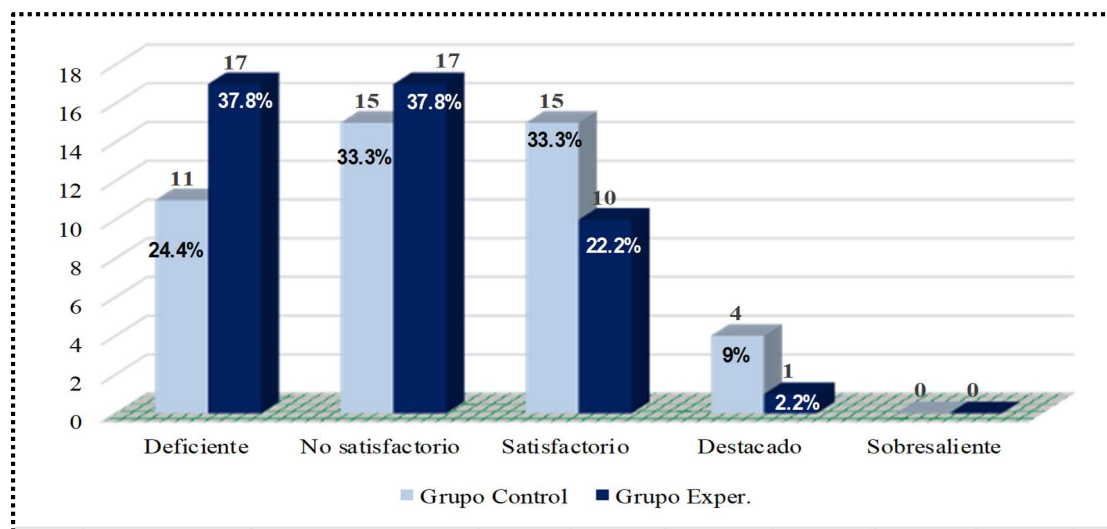
**Tabla 10**

*Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Configuración absoluta*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	11	24.4	17	37.8
No satisfactorio	15	33.3	17	37.8
Satisfactorio	15	33.3	10	22.2
Destacado	4	9.0	1	2.2
Sobresaliente	0	0.0	0	0.0
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 4**

*Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Configuración absoluta*



Por último, la dimensión Actividad óptica y Proyecciones, la tabla 11 y figura 5, reportan los resultados de la prueba pretest; en el Grupo Control 24.4% (11) se ubican en nivel deficiente, 33.3% (15) en no satisfactorio, otro 33.3% en satisfactorio, y 9% (4) en destacado; en el Grupo Experimental el 35.5% (16) en deficiente, 31.1% (14) en no satisfactorio, 24.4% (11) satisfactorio y 9% (4) en destacado, tampoco que se encontró a ningún estudiante en nivel sobresaliente.

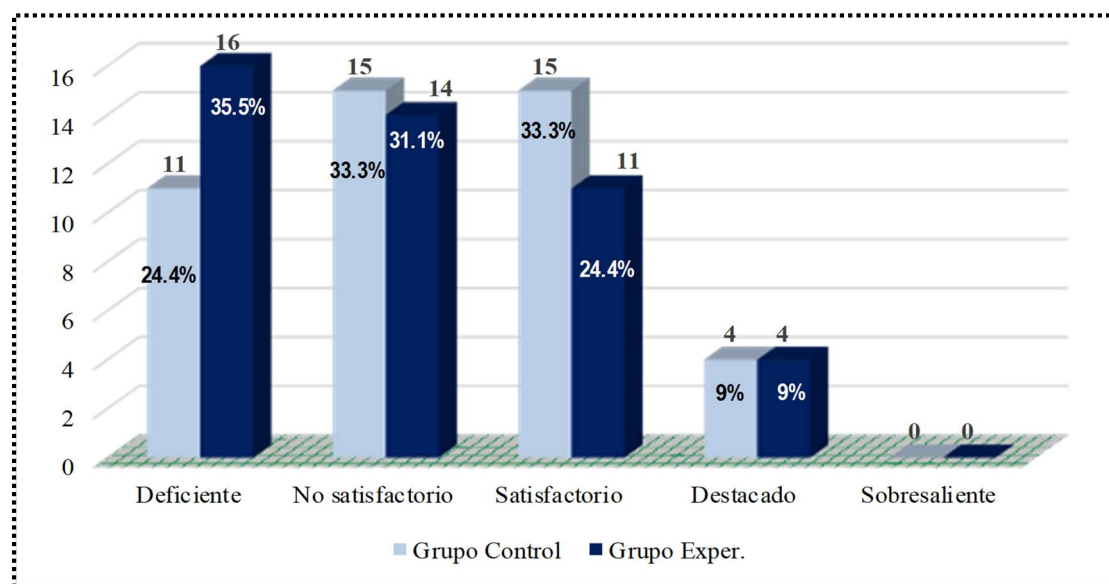
**Tabla 11**

*Frecuencia de niveles de la prueba pretest dimensión Actividad óptica y Proyecciones*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	11	24.4	16	35.5
No satisfactorio	15	33.3	14	31.1
Satisfactorio	15	33.3	11	24.4
Destacado	4	9.0	4	9.0
Sobresaliente	0	0.0	0	0.0
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 5**

*Distribución de los niveles en la prueba pretest dimensión Actividad óptica y Proyecciones*



#### 4.1.1.3. Análisis descriptivo del Aprendizaje de estereoquímica posttest

La tabla 12 y figura 6 presentan los resultados de los niveles alcanzados en la prueba final o posttest, en el Grupo control 28.9% (13) se ubicaron en nivel no satisfactorio, 57.8% (26) en satisfactorio, 11.1% (5) destacado y 2.2% (1) en sobresaliente; en cuanto al Grupo experimental, 3 estudiantes (6.7%) en nivel no satisfactorio, 24 (53.3%) satisfactorio, 16 (35.6%) como destacado y 42 (4.4%) en sobresaliente; en ambos grupos no se evidenció estudiantes en nivel deficiente.

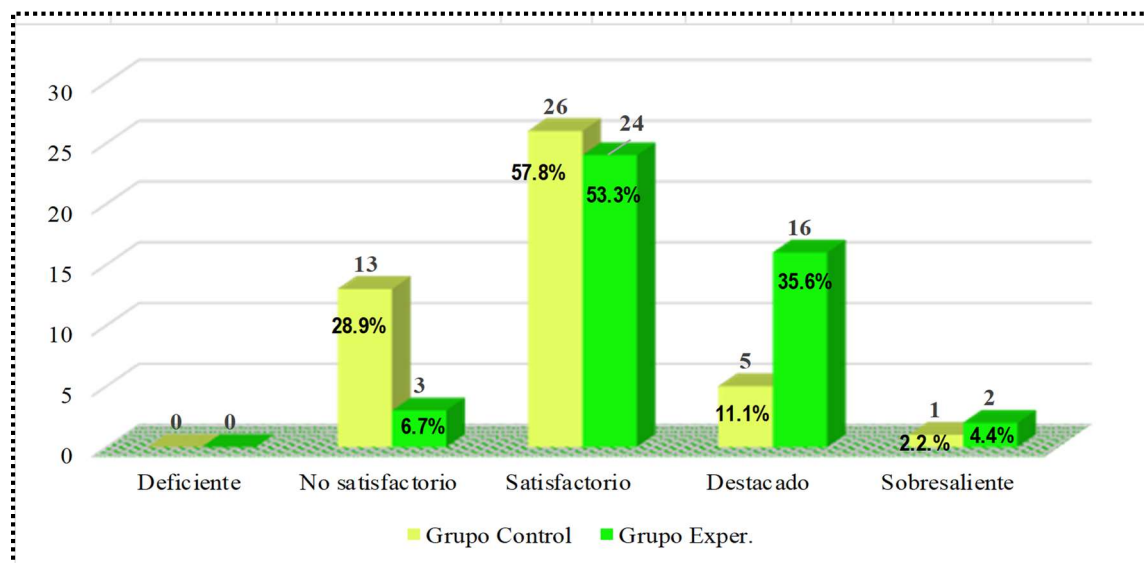
**Tabla 12**

*Frecuencia de niveles de la prueba posttest Aprendizaje de estereoquímica*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	0	0.0	0	0.0
No satisfactorio	13	28.9	3	6.7
Satisfactorio	26	57.8	24	53.3
Destacado	5	11.1	16	35.6
Sobresaliente	1	2.2	2	4.4
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 6**

*Distribución de los niveles en la prueba posttest Aprendizaje de estereoquímica*





En la prueba postest, los resultados hallados en la dimensión Quiralidad, del Grupo Control indicaron que 8.9% (4 estudiantes) se encuentran en nivel no satisfactorio, 20% (9) en satisfactorio; 64.4% (29) en destacado y 6.7% (3) en sobresaliente; por su parte en el Grupo Experimental, se halló que 6.7% (3) estaban en nivel no satisfactorio, 4.4% (2) satisfactorio, 75.6% (34) destacado y 13.3% (6) sobresaliente, en ambos grupos no se encontraron estudiantes en nivel deficiente, la información se expone en tabla 13 y figura 7.

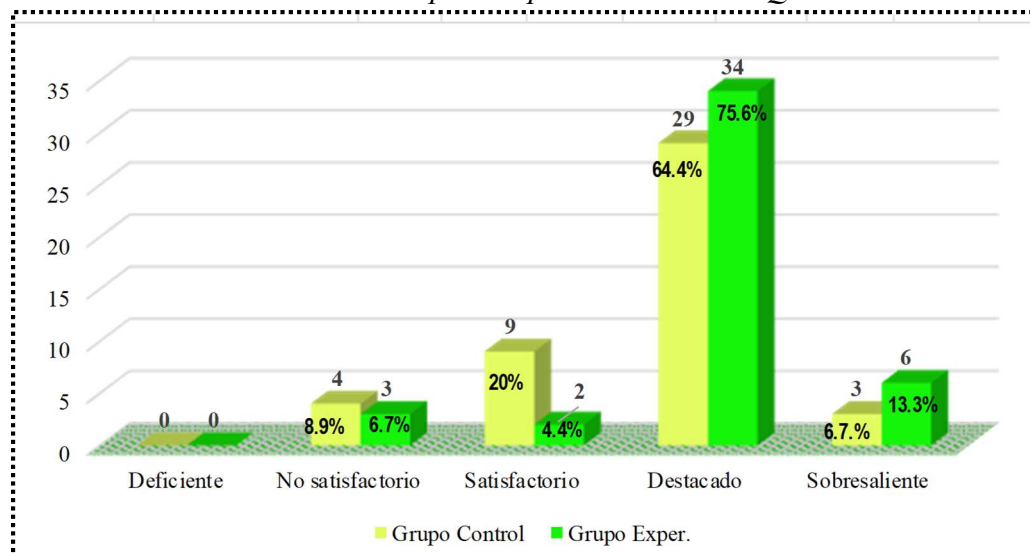
**Tabla 13**

*Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Quiralidad*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	0	0.0	0	0.0
No satisfactorio	4	8.9	3	6.7
Satisfactorio	9	20.0	2	4.4
Destacado	29	64.4	34	75.6
Sobresaliente	3	6.7	6	13.3
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 7**

*Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Quiralidad*



Sobre la dimensión Estereoisomería en la prueba posttest, la tabla 14 y figura 8 presentan los hallazgos del Grupo control, en donde 2.2% (1 estudiante) se ubicó en nivel no satisfactorio, 20% (9) en satisfactorio, 66.7% (30) en destacado y 11.1% (5) en sobresaliente; mientras que en el Grupo experimental se halló al 2.2% (1) nivel no satisfactorio; 6.7% (3) en satisfactorio; 60% (27) en destacado y 31.1% (14) como sobresaliente; en ninguno de los dos grupos se reportan estudiantes en nivel deficiente.

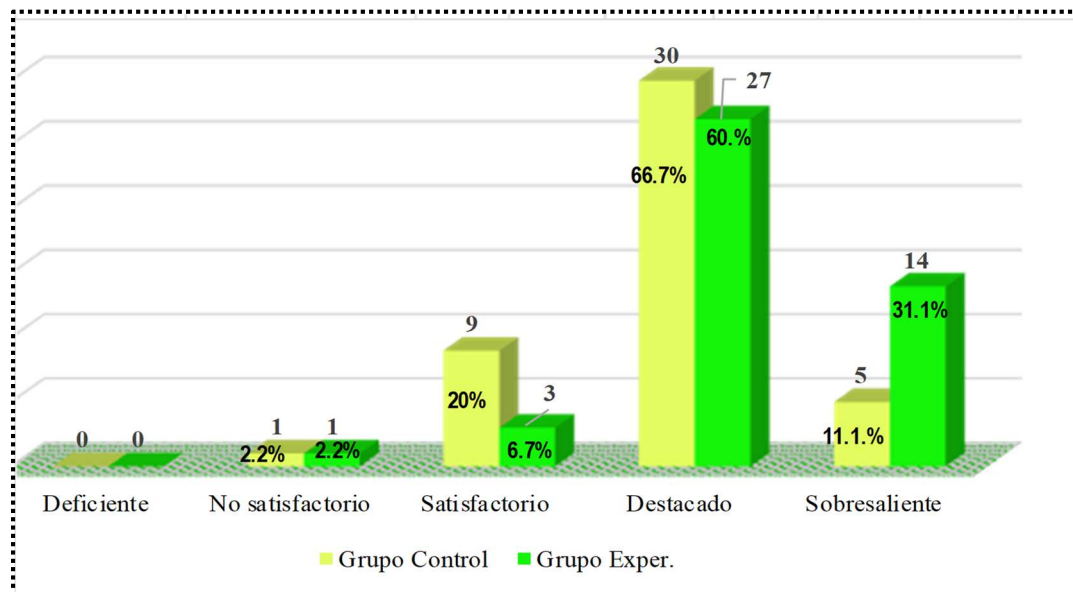
**Tabla 14**

*Frecuencia de niveles de la prueba posttest dimensión Estereoisomería*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	0	0.0	0	0.0
No satisfactorio	1	2.2	1	2.2
Satisfactorio	9	20.0	3	6.7
Destacado	30	66.7	27	60.0
Sobresaliente	5	11.1	14	31.1
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 8**

*Distribución de los niveles en la prueba posttest dimensión Estereoisomería*



Acercas de la dimensión configuración absoluta en la prueba postest, el reporte de tabla 15 y figura 9 indican que en el Grupo control, 20% (9 estudiantes) se ubican en nivel no satisfactorio, 28.9% (13) en satisfactorio, 31.1% (14) como destacado y 20% (9) en sobresaliente; en el Grupo experimental, se halló que el 8.9% (4) en no satisfactorio, 24.4% en satisfactorio, 28.9% (13) en destacado y 37.8% (17) en sobresaliente; no se encontró a ningún estudiante ubicado en nivel deficiente en los grupos analizados.

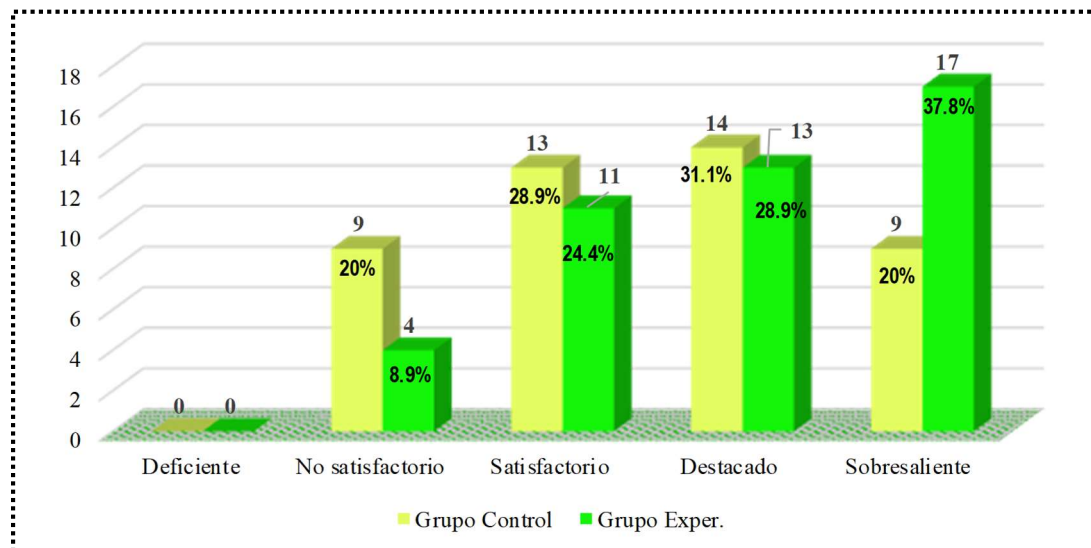
**Tabla 15**

*Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Configuración absoluta*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	0	0.0	0	0.0
No satisfactorio	9	20.0	4	8.9
Satisfactorio	13	28.9	11	24.4
Destacado	14	31.1	13	28.9
Sobresaliente	9	20.0	17	37.8
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 9**

*Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Configuración absoluta*



Para finalizar se tiene la dimensión Actividad óptica y Proyecciones, la tabla 16 y figura 10, exponen los hallazgos de la prueba pretest; en el Grupo Control 8.9% (4) se ubicaron en nivel no satisfactorio, 24.4% (11) en satisfactorio, 60% (27) en destacado y 6.7% (3) en sobresaliente; en el Grupo Experimental el 8.9% (4) en nivel no satisfactorio, 11.1% (5) en satisfactorio; 51.1% (23) destacado y 28.9% (13) en sobresaliente.

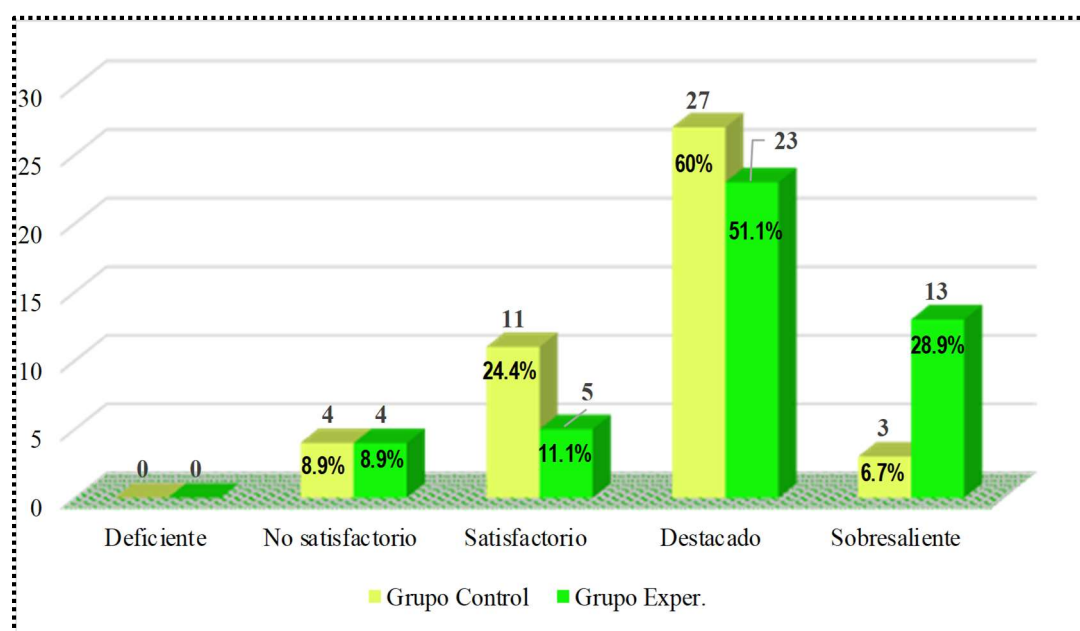
**Tabla 16**

*Frecuencia de niveles de la prueba postest dimensión Actividad óptica y Proyecciones*

Niveles	Grupo Control		Grupo Exper.	
Deficiente	0	0.0	0	0.0
No satisfactorio	4	8.9	4	8.9
Satisfactorio	11	24.4	5	11.1
Destacado	27	60.0	23	51.1
Sobresaliente	3	6.7	13	28.9
Total	45	100.0	45	100.0

**Figura 10**

*Distribución de los niveles en la prueba postest dimensión Actividad óptica y Proyecciones*



## 4.1.2 Prueba de Hipótesis

### 4.1.2.1. Prueba de normalidad

Con el propósito de identificar qué tipo de distribución presenta la data y con ello establecer la prueba estadística para contrastar las hipótesis planteadas, se realizó la prueba de normalidad, considerando que la muestra total fue de 90 estudiantes se consideró el análisis de Kolmogorov-Smirnov; en este sentido como se expone en la tabla 17 la significancia en todos los casos fueron menores que el margen de error ( $p < 0.05$ ), en virtud a este resultado, se realizó las pruebas de hipótesis con el estadístico de prueba no paramétrica U de Man Whitney considerando para este finalidad un nivel de significancia de 0,05.

**Tabla 17**

*Análisis de normalidad*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aprendizaje de estereoquímica pretest	0.108	45	0.012	0.962	45	0.014
Aprendizaje de estereoquímica postest	0.147	45	0.000	0.964	45	0.010
Quiralidad pretest	0.208	45	0.000	0.897	45	0.000
Quiralidad postest	0.208	45	0.000	0.899	45	0.000
Estereoisomería pretest	0.197	45	0.000	0.893	45	0.000
Estereoisomería postest	0.195	45	0.000	0.890	45	0.000
Configuración absoluta pretest	0.190	45	0.000	0.864	45	0.000
Configuración absoluta postest	0.267	45	0.000	0.806	45	0.000
Actividad óptica y Proyecciones pretest	0.191	45	0.000	0.861	45	0.000
Actividad óptica y Proyecciones postest	0.188	45	0.000	0.908	45	0.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

#### 4.1.2.2. Prueba de hipótesis general

**Ha:** El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Estereoquímica en los alumnos de pre-Grado de Ciencias.

**Ho:** El uso de Software de modelamiento molecular no mejora significativamente el aprendizaje de Estereoquímica en los alumnos de pre-Grado de Ciencias.

**Tabla 18**

*Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de estereoquímica*

Observación	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig (bilateral)	U de Mann-Whitney	Z
Pretest	Control	45	45.70	2056.50	0.941	1003.500	-0.073
	Experimental	45	45.30	2038.50			
	Total	90					
Postest	Control	45	36.54	1644.50	0.001	609.500	-3.278
	Experimental	45	54.46	2450.50			
	Total	90					

Según lo reportado en la tabla 18 sobre la prueba de hipótesis general, se obtuvo en p-valor=  $0.001 < 0.05$  y  $U = 609.500$  en los resultados del postest, precisando con ello que entre el grupo control y el grupo experimental existe diferencia estadísticamente significativa, por tanto queda desestimada la hipótesis nula y se da por admitida la hipótesis alterna, es decir el uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Estereoquímica en los alumnos de pre-Grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

### 4.1.2.3. Prueba de hipótesis específicas

#### Prueba de hipótesis específica 1

**H<sub>1</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de quiralidad en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**H<sub>0</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular no mejora significativamente el aprendizaje de quiralidad en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**Tabla 19**

*Prueba de U de Mann Whitney Aprendizaje de quiralidad*

Observación	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig (bilateral)	U de Mann-Whitney	Z
Pretest	Control	45	45.73	2058.00	0.929	1002.000	-0.089
	Experimental	45	45.27	2037.00			
	Total	90					
Postest	Control	45	38.57	1735.50	0.008	700.500	-2.640
	Experimental	45	52.43	2359.50			
	Total	90					

Por otro lado, acerca del análisis de la prueba de hipótesis específica 1, se halló un p-valor=  $0.008 < 0.05$  y  $U = 700.500$  en los resultados del postest, precisando en este sentido que entre el grupo control y el grupo experimental existe diferencia estadísticamente significativa, por tal queda desestimada la hipótesis nula y se da por admitida la hipótesis alterna, es decir El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de quiralidad en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

## Prueba de hipótesis específica 2

**H<sub>2</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de estereoisomería en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**H<sub>0</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular no mejora significativamente el aprendizaje de estereoisomería en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**Tabla 20**

*Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de estereoisomería*

Observación	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig (bilateral)	U de Mann-Whitney	Z
Pretest	Control	45	44.53	2004.00	0.718	969.000	-0.361
	Experimental	45	46.47	2091.00			
	Total	90					
Postest	Control	45	39.80	1791.00	0.031	756.000	-2.151
	Experimental	45	51.20	2304.00			
	Total	90					

Considerando los resultados de la tabla 20 con respecto a la prueba de hipótesis específica 2, se obtuvo un p-valor= 0.031 < 0.05 y U = 756.000 en los resultados del postest, lo cual significa que entre el grupo control y el grupo experimental existe diferencia estadísticamente significativa, por tanto se desestima la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna, es decir El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de estereoisomería en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.



### Prueba de hipótesis específica 3

**H<sub>3</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de configuración absoluta en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**H<sub>0</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular no mejora significativamente el aprendizaje de configuración absoluta en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**Tabla 21**

*Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de configuración absoluta*

Observación	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig (bilateral)	U de Mann-Whitney	Z
Pretest	Control	45	42.41	1908.50	0.227	873.500	-1.207
	Experimental	45	48.59	2186.50			
	Total	90					
Postest	Control	45	40.13	1806.00	0.003	771.000	-2.024
	Experimental	45	50.87	2289.00			
	Total	90					

La tabla 21 expone los hallazgos de la prueba de hipótesis específica 2, en la misma se obtuvo un p-valor = 0.003 < 0.05 y U = 771.000 en los resultados del postest, lo que se interpreta que entre el grupo control y el grupo experimental existe diferencia estadísticamente significativa, por tanto se desestima la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna, es decir El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de configuración absoluta en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

#### Prueba de hipótesis específica 4

**H<sub>4</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de actividad óptica y proyecciones en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**H<sub>0</sub>:** El uso de Software de modelamiento molecular no mejora significativamente el aprendizaje de actividad óptica y proyecciones en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

**Tabla 22**

*Prueba de U de Mann Whitney de Aprendizaje de actividad óptica y proyecciones*

Observación	Grupos	N	Rango promedio	Suma de rangos	Sig (bilateral)	U de Mann-Whitney	Z
Pretest	Control	45	48.28	2172.50	0.292	887.500	-1.055
	Experimental	45	42.72	1922.50			
	Total	90					
Posttest	Control	45	39.61	1782.50	0.001	747.500	-2.200
	Experimental	45	51.39	2312.50			
	Total	90					

Del mismo modo, la tabla 22 expone los resultados de la prueba de hipótesis específica 4, en la cual se observa un  $p\text{-valor} = 0.001 < 0.05$  y  $U = 747.500$  en los resultados del posttest, lo que significa que entre el grupo control y el grupo experimental existe diferencia estadísticamente significativa, en virtud al hallazgo queda desestimada la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna, es decir El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de actividad óptica y proyecciones en alumnos de pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima.

### 4.3. Discusión de resultados

Sobre el objetivo general, los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna por lo que se demuestra que el uso de un Software de modelamiento molecular tiene una influencia favorable sobre el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pregrado de ciencias de una universidad de Lima.

El análisis descriptivo de los resultados pretest indica que los dos grupos de trabajo (grupo control y grupo experimental) tuvieron resultados homogéneos y muy poco diferenciados clasificando a los alumnos con conocimientos deficientes (56% en el grupo control y 58% en el grupo experimental) y no satisfactorios (44% en el grupo control y 42% en el grupo experimental) en estereoquímica. Los resultados posttest claramente favorecen al grupo experimental que presenta un mayor incremento de alumnos con conocimientos destacados (36% en el grupo experimental sobre el 11% en el grupo control). Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Casselman (2021), que evaluó el uso de modelos virtuales para facilitar la comprensión de estereoquímica y también con los obtenidos por Lystiarini (2021), que evaluó en un grupo de 46 alumnos el uso de un programa de visualización molecular para mejorar algunos conceptos de estereoquímica como longitud y ángulos de enlace, geometría molecular y polaridad.

La prueba de normalidad aplicada para un total de 90 alumnos fue de Kolmogorov-Smirnov y resultó con un valor de significancia  $p = 0.012$  ( $p < 0.05$ ) lo que indica que los datos obtenidos no tienen una distribución normal por lo que las pruebas de hipótesis se realizaron con la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney.

Respecto a la Hipótesis general, el índice de significancia de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.001 < 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula

confirmándose que el uso de un software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de estereoquímica.

Para el caso de la prueba de la hipótesis específica 1 respecto al aprendizaje de Quiralidad hubo un mayor incremento en el porcentaje de alumnos con nivel destacado y sobresaliente (76% y 14% respectivamente) para el grupo experimental que para el grupo de control (64% y 7% respectivamente). El índice de significancia obtenido fue de  $p = 0.008 < 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis alterna, es decir, que el uso de un software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Quiralidad. Durmaz (2018) llegó a los mismos resultados al realizar un estudio sobre la enseñanza teórica de la estereoquímica a una muestra de 28 alumnos de la especialidad de Educación en la especialidad de Química y Biología recomendando el uso de software de modelamiento molecular.

Para la evaluación de la hipótesis específica 2 sobre el aprendizaje de Estereoisomería los resultados indican que hubo un menor desempeño de los alumnos del grupo experimental en el nivel satisfactorio (7% en el grupo experimental y 20 % en el grupo control) y en el nivel destacado (60% en el grupo experimental y 67% en el grupo control) en favorecimiento del rendimiento a nivel Sobresaliente (31%) en el grupo experimental y 11% en el grupo control. El índice de significancia obtenido en la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.0031 < 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula confirmándose que el uso de un software de modelamiento molecular mejora el aprendizaje de Estereoisomería.

Al respecto, Delgado (2020), en su investigación sobre el uso del Software ChemSketch para el aprendizaje de competencias cognitivas en Química Orgánica encontró una mejora significativa desde un 83% de alumnos en categoría deficiente y sólo 3% en la categoría de

bueno en competencias cognitivas en el test inicial hasta un 83% de alumnos en la categoría de bueno y 17% en la categoría regular en competencias cognitivas en el test final recomendando el Software ChemSketch para la elucidación estructural y diseño tridimensional de las moléculas orgánicas que son parte fundamental del reconocimiento de los diferentes tipos de Estereoisomería.

En el caso de la hipótesis específica 3, la evaluación del aprendizaje sobre la asignación de la Configuración Absoluta se mide la capacidad del alumno para proyectar en el espacio la posición de los átomos y los enlaces de una estructura tridimensional se observa un incremento significativo en el nivel sobresaliente para los alumnos del grupo experimental con un 38% sobre un 20% del grupo de control. El índice de significancia de la prueba de hipótesis de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.003 < 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis alterna que determina que sí hay una influencia significativa en el uso de un Software de modelamiento molecular y el aprendizaje de Configuración Absoluta. Durmaz (2018), también obtuvo resultados similares indicando que el uso de un Software de modelamiento molecular permite asignar correctamente las prioridades de los grupos sustituyentes sobre un centro quiral y así determinar correctamente la configuración absoluta.

Para la hipótesis específica 4 que evalúa la actividad óptica y las proyecciones se observa un mayor incremento en los niveles de satisfactorio y destacado para el grupo control (24% y 60% respectivamente) sobre los resultados obtenidos para el grupo experimental (11% y 51% respectivamente). Sin embargo, se observa para el grupo experimental un mayor incremento en el nivel sobresaliente con un 29% sobre un 7% del grupo de control. El índice obtenido para la prueba de hipótesis fue de  $p = 0.001 < 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Los resultados obtenidos son consistentes con lo afirmado en la teoría constructivista de Bruner (1972), que afirma que el aprendizaje depende de la forma en la cual se estructure el conocimiento para su presentación y la secuencia utilizada de trabajo que permite que sean los alumnos los que descubran por deducción cada uno de los conocimientos y alcancen así cada uno de los objetivos de aprendizaje. Asimismo, también son consistentes con lo propuesto en la teoría de Siemens (2004), que propone el uso de los adelantos tecnológicos como el desarrollo de software y la accesibilidad en cualquier lugar a través de las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

En la evaluación del objetivo general, el índice de significancia de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.001 < 0.05$  lo cual demuestra que el uso de un Software de Modelamiento Molecular mejora significativamente el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pregrado de ciencias de una universidad de Lima, 2023.

Para el primer objetivo específico referente al aprendizaje de Quiralidad el índice de significancia de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.008 < 0.05$  por lo que se demuestra que el uso del Software de Modelamiento Molecular permite una mejor comprensión, reconocimiento e identificación de los centros quirales, principalmente carbonos quirales que caracterizan a los compuestos orgánicos que presentan quiralidad.

Sobre el segundo objetivo específico, el uso del Software de Modelamiento Molecular, el índice de significancia de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.0031 < 0.05$  lo cual indica que

también influye eficientemente en el aprendizaje de la Estereoisomería debido a que un reconocimiento de las estructuras que presentan esta característica no sólo deben cumplir con el requisito de tener la misma fórmula molecular sino que además deben tener la misma secuencia de enlaces diferenciándose sólo en la posición espacial de los mismos lo cual se puede establecer y reconocer claramente con la ayuda de un Software de Modelamiento Molecular que permite la estructuración y la rotación espacial en tres dimensiones de los compuestos analizados.

Respecto al tercer objetivo específico, el índice de significancia de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.003 < 0.05$  por lo que se demuestra que el uso de un Software de Modelamiento Molecular mejora el proceso de aprendizaje para asignar correctamente la Configuración Absoluta sobre un centro quiral ya que se requiere la aplicación de las reglas que asignan prioridades para cada uno de los grupos sustituyentes unidos a un centro quiral y las estructuras desarrolladas en un software de modelamiento molecular facilita su identificación y determinar su posición espacial.

Sobre el cuarto objetivo específico, referido al aprendizaje de la actividad óptica y proyecciones el índice de significancia de la U de Mann Whitney fue de  $p = 0.001 < 0.05$  que demuestra que el uso de un Software de Modelamiento Molecular permite un mejor reconocimiento de las estructuras que presentan esta propiedad física y también permite diferenciarlas de aquellas moléculas que, a pesar de tener centros quirales, no presentan quiralidad y por lo tanto no tienen actividad óptica.



## 5.2 Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones están dirigidas a los docentes de Química Orgánica y a los responsables del diseño del contenido de los cursos básicos de Química Orgánica, recomendamos incluir el uso de los Softwares de Modelamiento Molecular en el dictado de cursos de Química Orgánica básica ya que mejoran el proceso de aprendizaje y existe una gran variedad de Software Libre y capacitación online disponible.

A los docentes universitarios recomendamos utilizar un Software de modelamiento molecular para favorecer en los alumnos el aprendizaje referido a la identificación de centros quirales en un compuesto orgánico ya que permite un mejor reconocimiento de su cantidad, posición espacial y características.

A los alumnos recomendamos el uso de un Software de Modelamiento Molecular para un mejor aprendizaje de la identificación de los diferentes tipos de Estereoisomería que existe entre compuestos orgánicos como enantiomería, diastereoisomería e isomería geométrica ya que visualizar las moléculas en un formato tridimensional facilita identificar las diferentes posiciones espaciales de los enlaces que caracterizan a estos compuestos.

A los docentes y también a los alumnos universitarios recomendamos el uso de un Software de Modelamiento molecular para mejorar el aprendizaje de una correcta asignación de la configuración absoluta ya que este proceso requiere aplicar correctamente las reglas de Cahn-Ingold-Prelog y este proceso requiere identificar claramente la correcta posición espacial de cada uno de los grupos sustituyentes sobre un centro quiral.

A los alumnos, respecto al proceso de aprendizaje del reconocimiento de estructuras que presentan actividad óptica, recomendamos el uso de un Software de Modelamiento Molecular ya que va a permitir diferenciar claramente a estructuras con centros quirales y actividad óptica de los compuestos meso, que son también compuestos con centros quirales pero que también tienen un plano de simetría por lo que no van a presentar actividad óptica.

## REFERENCIAS

- Ahluwalia, V. (2022). *Stereochemistry of Organic Compounds*. Ed. Springer
- Álvarez-Gonzales, R., Delgado-Yanez, N. y Hernández-Tabio, J. (2020). El uso del software educativo en la representación de estructuras moleculares de sustancias orgánicas. Ministerio de Educación. Cuba.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (Vol. 2). Trillas.
- Carey, F., Giuliano, R., Allison, N. y Bane, S. (2020). *Organic Chemistry*. Mc Graw Hill Education.
- Casselman, M., Eichler, J. y Atit, K. (2021). Advancing multimedia learning for science: Comparing the effect of virtual versus physical models on student learning about stereochemistry. *Science Education*, 1–30. <https://doi.org/10.1002/sce.21675>
- Castañón, G. (2017). O cognitivismo é um humanismo. *Psicologia Argumento*, 25(48), 51-64.
- Chávez, M. (2019). Tecnología de información y comunicación (TICS) Conceptos, clasificación, evolución, efectos de las TICS, ventajas y desventajas, comunidades virtuales, impacto y evolución de servicios. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3374>
- Delgado, D. (2020). *Efecto del uso del Software ChemSketch en las competencias cognitivas en la asignatura de Química Orgánica*. [Tesis de Doctorado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Universidad César Vallejo.
- Delgado-Yanes, N. y Oristela-Cuellar, J. (2021). El uso de softwares educativo en la enseñanza de la Química de la carrera Bioinformática. *IV conferencia científica internacional UCIENCIA 2021. La Habana, Cuba*.

- Durmaz, M. (2018). Determination of Prospective Chemistry Teacher's Cognitive Structures and Misconceptions about Stereochemistry. *Journal of Education and Training Studies*. 6, 9, 13-20.
- Elford, D., Lancaster, S. y Jones, G. (2021). Stereoisomers, Not Stereo Enigmas: A Stereochemistry Escape Activity Incorporating Augmented and Immersive Virtual Reality. *J. Chem. Educ.* 98, 1691–1704.
- Farah, E. y Rahmadani, A. (2021). Development of 21st Century Skills-Based Stereochemistry Learning Tools to train Students' Argumentation Skills. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 7(4), 822-833.
- Fernández, E. (2016). Aprendizaje constructivista para el análisis de estructuras mediante el uso de un entorno virtual. *Revista Tecnocientífica URU*, 9, 41-50.
- Fernández, R. y Delavant, M. (2008). Educación y Tecnología, un binomio excepcional. Grupo Editor K.
- Gutierrez, M. y Barajas, D. (2019). Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica I. *Educación Química*. 30(4). 57-70.
- Headley, A. (2020). *Organic Chemistry, Concepts and Applications*. Wiley.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill
- Khasanah, A., Copriady, J. y Rasmiwetti (2019). The Development of assessment instrument using teslet models in stereochemistry materials. *International Journal of Educational Best Practices*. 3 (1). pp. 29-42.
- Klein, D. (2021). *Organic Chemistry*. Wiley

- Kumar, D. (2020). *Comparative Study of Molecular Modelling Software for Science Education*. Vol-6 Issue-2. 1746-1753.
- Leontyev, A. (2015). Development of a Stereochemistry Concept Inventory. [Doctoral dissertation. University of Northern Colorado].
- Listyarini, R. (2021). Implementation of Molecular Visualization Program for Chemistry Learning. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 9(1), 64-75. doi:<https://doi.org/10.33394/j-ps.v9i1.3941>
- Malyskhina, M. y Novikov, A. (2021). Modern Software for Computer Modeling in Quantum Chemistry and Molecular Dynamics. *Compounds*. 1, 134–144.
- Merino, C., Vargas, J., Bernal, S., Nilo, N., Quiroz, W., Arellano, M. y Castillo, J. (2017). La estereoisomería en los libros de texto y el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje con realidad aumentada para promover la visualización. X Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias.
- Ministerio de Educación (2016). Programa curricular de educación secundaria. Ed. Del Ministerio de Educación.
- Mistry, N., Singh, R. y Ridley, J. (2020). A Web-Based Stereochemistry Tool to Improve Students' Ability to Draw Newman Projections and Chair Conformations and Assign R/S Labels. *Journal of Chemical Education*. 97 (4). pp. 1157-1161.
- Moreira, P., Barros, J. y Lima, T. (2022). Let's talk about Stereochemistry for a moment: a home experiment conducted with college students in social isolation. *Electron J. Chem.* 14(2), 130-133.

- Navarro, A., Raggio, G., Ruiz, H. y Grados, E. (2022). Software Educativo en el aprendizaje de los estudiantes universitarios. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*. 6 (25). Pp. 1375-1385.
- Nunes da Silva, J., Esdras de Andrade-Uchoa, D. y Souza-Lima, M. (2019). Stereochemistry Game: Creating and Playing a Fun Board Game To Engage Students in Reviewing Stereochemistry Concepts. *J. Chem. Educ.* DOI: 10.1021/acs.jchemed.8b00897
- Orrego-Riofrío, M. y Aimacaña-Pinduisaca, C. (2018). Herramienta multimedia Educaplay como recurso didáctico para el proceso enseñanza-aprendizaje de química y física general. *Pol. Con.* 26 (3). Pp. 44-57.
- Plass, J., Milne, C., Homer, B., Schwartz, R., Hayward, E., Jordan, T., Verkuilen, J., Ng, F., Wang, Y. y Barrientos, J. (2012). Investigating the Effectiveness of Computer Simulations for Chemistry Learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 49, 3, 394–419.
- Raupp, D., Serrano, A., Leandro, T., Martins, C. y Campello de Souza, B. (2010). Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*. 9, 1, 18-34.
- Raupp, D., Prochnow, T., Del Pino, J. y Andrade, A. (2020). La capacidad de comprensión del campo conceptual de la estereoquímica: los desafíos que preceden a los problemas de visualización espacial. *ACTIO, Curitiva*, 5 (1). pp. 1-21.
- Rios, A. (2018). *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 de Maestría, Universidad privada Antonio Guillermo Urrelo]. Repositorio UPAGU.

- Rodriguez, V., Canchola, S., Muñoz, E. y Garzón, R. (2022). Repositorio de Software Educativo: Una cartografía conceptual. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 11 (1). Art. 7.
- Romero, R., Vidal, L. y Ramírez, D. (2019). Organic chemistry basic concepts teaching in students of large groups at Higher Education and Web 2.0 tools. *Actualidades Investigativas en Educación*. 19(1), 1-31. DOI: 10.15517/aie.v19i1.35589
- Romero, V. (2018). Metodologías y Tecnologías de la Información en la Educación. Editorial Área de Innovación y Desarrollo.
- Saenz, L. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED.
- Salame, I. y Kabir, S. (2022). Examining Student's Spatial Ability and Its Impact on the Learning of Stereochemistry. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(4).
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2.  
[http://www.itdl.org/Journal/Jan\\_05/article01.htm](http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm)
- Smith, M. (2020). *March's Advanced Organic Chemistry*. Wiley
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Editorial Pearson.
- Tigse-Parreño, C. (2019). El Constructivismo según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación*. 2(1) 25-28.
- Torrenteras, J. (2015). Las teorías de aprendizaje y la formación de herramientas técnicas. *Revista de Educación a Distancia*, 34, 25-31.

Velásquez-Revilla, L. y Revilla-Puentes, J. (2018). Elaboration of conceptual maps for the teaching of the Organic Chemistry. *Rev. Cubana Quím.* 30(3). 539-558.

Wade, L. y Simek, J. (2023). *Organic Chemistry*. Pearson.



## Anexos

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de ciencias de una Universidad de Lima, 2023?	Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de ciencias de una Universidad de Lima.	El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Estereoquímica en los alumnos de Pre-Grado de ciencias.  El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Quiralidad, Estereoisomería, Configuración Absoluta y Actividad óptica y proyecciones en alumnos de Pre-Grado de Ciencias de una Universidad de Lima.	Variable 1 Software de Modelamiento Molecular	Tipo de Investigación: Aplicada.  Método de Investigación: Hipotético deductivo.  Diseño de la Investigación: Cuasi-experimental.
¿De qué manera influye el uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Quiralidad, Estereoisomería, Configuración Absoluta y Actividad óptica y proyecciones en alumnos de Pre-grado de ciencias de una Universidad de Lima, 2023?	Determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de Quiralidad, Estereoisomería, Configuración Absoluta y Actividad Óptica y proyecciones en alumnos de Pre-grado de ciencias de una Universidad de Lima.	El uso de Software de modelamiento molecular mejora significativamente el aprendizaje de Quiralidad, Estereoisomería, Configuración Absoluta y Actividad óptica y proyecciones en alumnos de Pre-Grado de Ciencias de una Universidad de Lima.	Variable 2 Aprendizaje de Estereoquímica  Dimensiones: • Quiralidad • Estereoisomería • Configuración Absoluta • Actividad Óptica y proyecciones	Población: 220 alumnos matriculados de la Escuela de Ciencias de una Universidad de Lima Metropolitana matriculados en el periodo 2023.  Muestra: 02 grupos de trabajo con 45 alumnos en cada grupo.

## Anexo 2. Instrumento.

---

**Nombre:** Inventario de Conceptos de Estereoquímica.

---

**Autor:** Alexey Leontyev (2015).

**Descripción:** el instrumento consta de 20 preguntas de opción múltiple que tienen por objetivo determinar el nivel de conocimiento en el tema de estereoquímica a nivel básico.

**Formato:** preguntas de opción múltiple.

**Puntuación:** un (01) punto por pregunta correcta.

**Administración:** individual.

**Tiempo de administración:** 30 minutos.

**Población objetivo:** estudiantes de cursos básicos de química orgánica de nivel universitario.

---

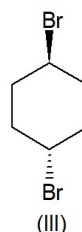
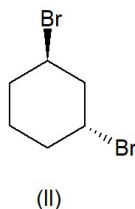
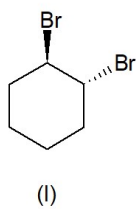
## Estereoquímica

Apellidos y Nombres: .....

---

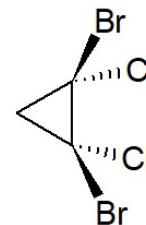
1. ¿Cuál(es) de las siguientes moléculas es (son) aquirales?

- a) (I)
- b) (II)
- c) (III)
- d) (I), (II) y (III)

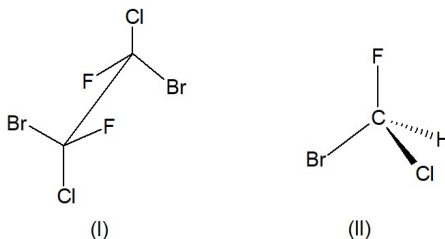


2. ¿La siguiente molécula es quiral?

- a) Sí, porque no se puede superponer con su imagen especular.
- b) Sí, porque tiene un átomo de carbono con cuatro sustituyentes diferentes.
- c) No, porque es un compuesto racémico.
- d) No, porque tiene un plano de simetría.



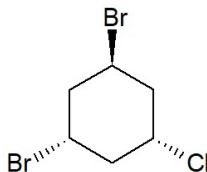
3. ¿Cuáles de las siguientes moléculas es (son) quiral(les)?



- a) Sólo (I).
- b) Sólo (II).
- c) (I) y (II).

4. ¿Cuántos estereocentros existen en el siguiente compuesto?

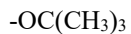
- a) Cero.
- b) Uno.
- c) Dos.
- d) Tres.



5. Un compuesto tiene  $n$  estereocentros. ¿Cuál es el número máximo de estereoisómeros posibles para este compuesto?

- a)  $2^n$
- b)  $n^2$
- c)  $2n$
- d)  $2n + 2$

6. ¿Cuál de los siguientes sustituyentes tiene la más alta prioridad de acuerdo a las reglas de Cahn-Ingold-Prelog?



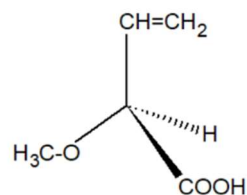
- a) -Cl, porque tiene el más alto número atómico.
- b) -F, porque es el elemento más electronegativo.
- c) -OC(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, porque es el de mayor tamaño.

7. ¿Cuál de los siguientes sustituyentes tiene la más alta prioridad de acuerdo a las reglas de Cahn-Ingold-Prelog?



- a) -NH<sub>2</sub>, porque el N es más electronegativo que el Br.  
 b) -NH<sub>2</sub>, porque tiene más átomos que el Br.  
 c) -Br, porque tiene mayor número atómico que el N.  
 d) -Br, porque es de mayor tamaño que el N.

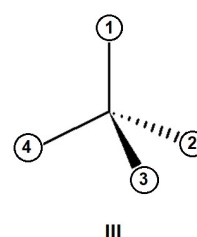
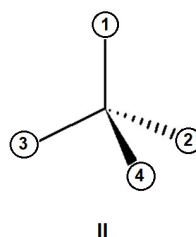
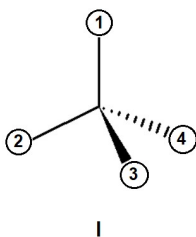
8. ¿Cuál es la configuración y la prioridad relativa de los sustituyentes sobre el centro estereogénico en la siguiente molécula?



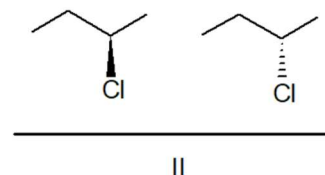
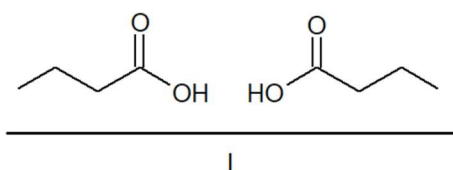
- a) Configuración R, Prioridad: HC=CH<sub>2</sub> > COOH > OCH<sub>3</sub>.  
 b) Configuración R, Prioridad: OCH<sub>3</sub> > COOH > HC=CH<sub>2</sub>.  
 c) Configuración S, Prioridad: OCH<sub>3</sub> > COOH > HC=CH<sub>2</sub>.  
 d) Configuración S, Prioridad: HC=CH<sub>2</sub> > COOH > OCH<sub>3</sub>.

9. En las siguientes moléculas los sustituyentes se han ordenado de acuerdo a su prioridad, donde "1" tiene la más alta prioridad y "4" la más baja prioridad. ¿Cuál de las moléculas tiene configuración R?

- a) I.  
 b) II.  
 c) III.  
 d) I y III.

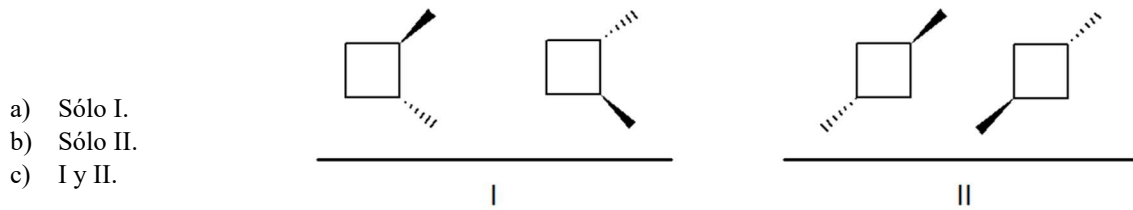


10. Indique cuál de los siguientes pares de compuestos representa un par de enantiómeros.



- a) Sólo I.  
 b) Sólo II.  
 c) I y II.

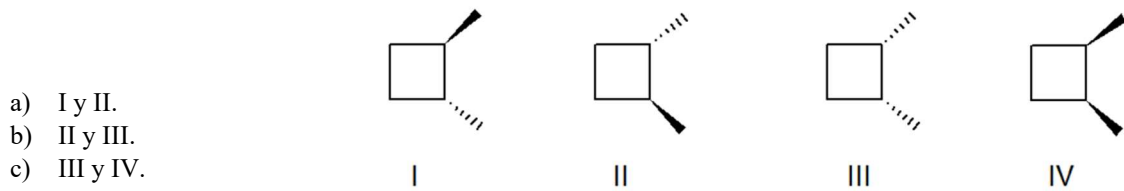
11. Indique cuál de los siguientes pares de compuestos representa un par de enantiómeros.



12. ¿Cuál de las siguientes propiedades físicas es(son) diferente(s) para compuestos que son enantiómeros entre sí?

- a) Punto de ebullición.  
b) Actividad óptica.  
c) Punto de ebullición y Actividad óptica.

13. Indique cuál de las siguientes opciones representa un par de diastereoisómeros.



14. ¿Cuál de los siguientes enunciados es verdadero respecto a las propiedades físicas de los diastereoisómeros?

- a) Los puntos de ebullición son iguales. La actividad óptica es igual, pero en sentido opuesto.  
b) Los puntos de ebullición son iguales. La actividad óptica es numéricamente diferente.  
c) Los puntos de ebullición son diferentes. La actividad óptica es numéricamente diferente.  
d) Los puntos de ebullición son diferentes. La actividad óptica es igual, pero en sentido opuesto.

15. ¿Cuál es la relación entre los siguientes compuestos?



16. ¿Cuál de las siguientes opciones puede rotar el plano de la luz polarizada?

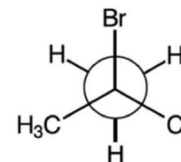
- a) Una mezcla 50:50 de enantiómeros.  
b) Una mezcla 50:50 de diastereoisómeros.  
c) Un compuesto meso.

17. ¿En qué dirección rota el plano de la luz polarizada el (*S*)-2-hexanol?

- a) En sentido horario debido a que es dextrorrotatorio.
- b) En sentido antihorario debido a que tiene una configuración (*S*).
- c) No se puede indicar sin datos experimentales.

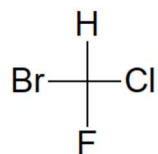
18. ¿La siguiente molécula es quiral?

- a) Sí, porque no se puede superponer con su imagen especular.
- b) Sí, porque tiene un átomo de carbono con cuatro sustituyentes diferentes.
- c) No, porque es un compuesto meso.
- d) No, porque no tiene un átomo de carbono con cuatro sustituyentes diferentes.



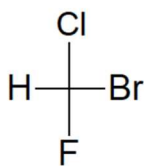
19. En la siguiente proyección Fischer, el Cloro...

- a) Se proyecta hacia ti.
- b) Se proyecta alejándose de ti.
- c) Está localizado en el plano del papel.



20. ¿Qué átomo(s) de la siguiente estructura se encuentra(n) detrás del plano de la página?

- a) H y Br.
- b) Cl y F.
- c) Sólo el Br.
- d) Sólo el H.



### Anexo 3. Validez del instrumento

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magíster / Doctor: Olivio Nino Castro Mandujano

#### Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de Maestría en Docencia Universitaria requiero validar los instrumentos a fin de recoger la información necesaria para desarrollar mi investigación, con la cual optaré el grado de Maestro.


El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias Químicas - 2023" y, debido a que es imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de Investigación y Docencia en Química.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

  
López Gabriel, José Luis  
DNI 08149594

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y Nombres del juez validador. Dr/ Mg: Olivio Nino Castro Mandujano

DNI: 07683880  
Doctor en Ciencias Químicas.

Especialidad del validador: Química Orgánica y Química de los Productos Naturales

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de Enero del 2023



Firma del Experto Informante.



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. / Doctor: Julio César Santiago Contreras

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de Maestría en Docencia Universitaria requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de Maestro.


El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias Químicas - 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de Investigación y Docencia en Química.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

  
López, Gabriel, José Luis  
DNI 08149594

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [  ]    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y Nombres del juez validador. Dr/Mg: JULIO CESAR SANTIAGO CONTRERAS

DNI: 08505549

Especialidad del validador: DOCTOR EN CIENCIAS

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia. se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 de ENERO del 20<sup>23</sup>



Firma del Experto Informante.

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. / Doctor: Victor Raúl García Villegas

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de Maestría en Docencia Universitaria requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de Maestro.

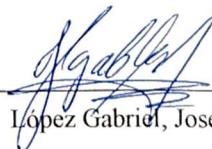
El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias Químicas - 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de Investigación y Docencia en Química.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



López Gabriel, José Luis

DNI 08149594

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y Nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Victor Raúl García Villegas

DNI: 40602422

Especialidad del validador: Doctor en Fisicoquímica Molecular

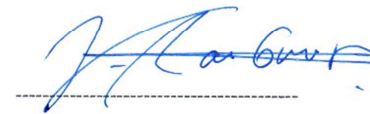
16 de enero del 2022

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. / Doctor: RUBEN EDUARDO CUEVA MESTANZA

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de Maestría en Docencia Universitaria requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de Maestro.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias Químicas - 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de Investigación y Docencia en Química.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



---

López Gabriel, José Luis

DNI 08149594

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y Nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. RUBEN EDUARDO CUEVA MESTANZA

DNI: 41232655

Especialidad del validador: DOCTOR EN CIENCIAS

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

17 de ENERO del 2023.



Firma del Experto Informante.



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. / Doctor:

José Augusto Flores Garcés

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa de Maestría en Docencia Universitaria requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para desarrollar mi investigación y con la cual optaré el grado de Maestro.

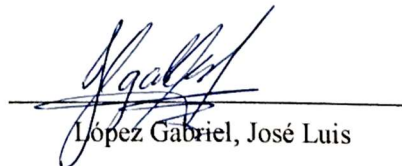
El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias Químicas - 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a Usted, ante su connotada experiencia en temas de Investigación y Docencia en Química.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de Usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

  
López Gabriel, José Luis

DNI 08149594

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SÍ HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []    Aplicable después de corregir [  ]    No aplicable [  ]

Apellidos y Nombres del juez validador. Dr/Mg: JOSÉ AUGUSTO FLORES GARCÉS

DNI: 08155719

Especialidad del validador: MAESTRO EN DOCENCIA UNIVERSITARIA Y GESTIÓN EDUCATIVA

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

23 de ENERO del 2023

  
Firma del Experto Informante.



#### Anexo 4. Confiabilidad del instrumento

Se determinó la confiabilidad a través de la prueba estadística Kuder Richardson con un resultado de 0.813 lo cual indica que el instrumento posee una alta confiabilidad.

#### Fiabilidad

[ConjuntoDatos3]

#### Escala: ALL VARIABLES

##### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	20	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	20	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

##### Estadísticas de fiabilidad

	N de elementos
KR-20	20
,813	

## Anexo 5. Aprobación del Comité de Ética



### COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

#### CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 06 de julio de 2023

Investigador(a)  
**José Luis López Gabriel**  
**Exp. N°: 0514-2023**

---

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) evaluó y **APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: “Uso de software de modelamiento molecular en el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pre-grado de ciencias de una universidad de Lima, 2023” Versión 02 con fecha 29/05/2023.
- Formulario de Consentimiento Informado Versión 01 con fecha 25/04/2023.

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) José Luis López Gabriel y a los investigadores colaboradores (no aplica)

La **APROBACIÓN** comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. La vigencia de la aprobación es de dos años (24 meses) a partir de la emisión de este documento.
2. El Informe de Avances se presentará cada 6 meses, y el informe final una vez concluido el estudio.
3. Toda enmienda o adenda se deberá presentar al CIEI-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
4. Si aplica, la Renovación de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,

  
**Yenny Marisol Bellido Fuente**  
**Presidenta del CIEI-UPNW**



Avenida República de Chile N°432. Jesús María  
Universidad Privada Norbert Wiener  
Teléfono: 706-5555 anexo 3290 Cel. 981-000-698  
Correo: [comite.etica@uwieneredu.pe](mailto:comite.etica@uwieneredu.pe)

## Anexo 6: Formato de consentimiento informado

### Consentimiento Informado

**Institución:** Universidad privada Norbert Wiener

**Investigador:** López Gabriel, José Luis

**Título:** Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023

---

#### Propósito del estudio

Lo invitamos a participar de un estudio llamado: “Evaluación del uso de Software de Modelamiento Molecular en el aprendizaje de Estereoquímica en alumnos de Pre-grado de Ciencias de una Universidad de Lima, 2023”. Este es un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Privada Norbert Wiener. El propósito de este estudio es determinar la influencia del uso de Software de modelamiento molecular en el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de Pre-grado de una Universidad de Lima. Su ejecución permitirá determinar si con el uso de un software de modelamiento molecular se mejora significativamente el aprendizaje de estereoquímica.

#### Procedimientos

Si usted decide participar en este estudio, se le realizará lo siguiente:

- Aplicación de un cuestionario de evaluación de conceptos de estereoquímica conformado por veinte (20) preguntas objetivas. El cuestionario se aplicará en dos momentos, al inicio y al final de la investigación.

El cuestionario puede demorar 30 minutos y cada pregunta tiene 3 o 4 alternativas de las cuales deberá escoger sólo una de ellas como respuesta correcta. Los resultados del cuestionario se le entregarán a usted en forma individual o almacenarán respetando la confidencialidad y el anonimato.

#### Riesgos

Su participación en el estudio no representa ningún tipo de riesgo físico, psicológico, social o académico. No será expuesto a ningún tipo de ejercicio físico ya que la aplicación de la evaluación o cuestionario se realizará en los ambientes de un aula de clase. No se ejercerá ningún tipo de presión psicológica ya que la interacción con el evaluador(es) se realizará de forma cordial y podrá realizar cualquier tipo de consulta acerca del cuestionario y su contenido.

#### Beneficios

Usted se beneficiará al participar del presente estudio ya que el tema de estereoquímica evaluado en el cuestionario forma parte principal de su formación en Química Orgánica y los resultados de la evaluación se compartirán con usted de forma individual de manera que podrá conocer su rendimiento y los temas o contenidos en los que decidirá realizar actividades de reforzamiento.

**Costos e incentivos**

Usted no deberá pagar nada por la participación. Tampoco recibirá ningún incentivo económico ni medicamentos a cambio de su participación.

**Confidencialidad**

Nosotros guardaremos la información con códigos y no con nombres. Si los resultados de este estudio son publicados, no se mostrará ninguna información que permita su identificación. Sus archivos no serán mostrados a ninguna persona ajena al estudio.

**Derechos del paciente**

Si usted se siente incómodo durante la evaluación, podrá retirarse de este en cualquier momento o no participar en una parte del estudio sin perjuicio alguno. Si tiene alguna inquietud o molestia, no dude en preguntar al personal del estudio. Puede comunicarse con el investigador principal José Luis López Gabriel al número de celular +51 989 026 713 o al comité que validó el presente estudio, Dra. Yenny M. Bellido Fuentes, presidenta del Comité de Ética para la investigación de la Universidad Norbert Wiener, tel. +51 924 569 790. E-mail: [comité.etica@uwiener.edu.pe](mailto:comité.etica@uwiener.edu.pe)

**CONSENTIMIENTO**

Acepto voluntariamente participar en este estudio. Comprendo qué cosas pueden pasar si participo en el proyecto. También entiendo que puedo decidir no participar, aunque yo haya aceptado y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento. Recibiré una copia firmada de este consentimiento.

\_\_\_\_\_  
Participante  
Nombres: .....  
DNI: .....

Investigador:  
José Luis López Gabriel  
DNI 0814954

## Anexo 7. Carta de aprobación de la institución para la recolección de datos



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
**FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA**  
Central: 619 7000 anexos 1230    Telefax: 1209, 1218  
Ciudad Universitaria – Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1

ESCUELA PROFESIONAL DE QUÍMICA

**EL DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE QUÍMICA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, quien suscribe deja:**

### CONSTANCIA

Que, el Quím. **JOSÉ LUIS LÓPEZ GABRIEL** docente del Departamento Académico de Química Orgánica, tiene la autorización de esta escuela, para la aplicación de un instrumento de medición (Cuestionario) sobre el tema de Estereoquímica a los alumnos del curso de Química Orgánica I como parte del proyecto de investigación "Uso de software de modelamiento molecular en el aprendizaje de estereoquímica en alumnos de pre-grado de ciencias de una universidad de Lima, 2023".

Se expide la presente **CONSTANCIA** a solicitud de la parte interesada para los fines que considere conveniente.

Ciudad Universitaria, 17 de julio 2023.



UNMSM

Firmado digitalmente por SANTIAGO  
CONTRERAS Julio Cesar FAU  
20140822202 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 29.08.2023 11:13:07 -05:00

**Dr. JULIO CÉSAR SANTIAGO CONTRERAS**  
Director de la E.P. de Química

## **Anexo 8. Programa de intervención**

# **PROGRAMA DEL CURSO DE ESTEREOQUÍMICA**

**Nombre del Programa:** Aprendizaje de Estereoquímica utilizando el Software ChemSketch como estrategia didáctica.

### **Justificación del Programa:**

El aprendizaje del tema de estereoquímica requiere desarrollar las habilidades de proyección en tres dimensiones de las estructuras moleculares orgánicas a fin de reconocer las características que definen su reactividad. Se debe reconocer la hibridación de los átomos que conforman la molécula y a partir de esto se deduce la forma o geometría espacial de cada zona molecular con sus respectivas longitudes y ángulos de enlace. También se debe evaluar la presencia de heteroátomos y su respectiva hibridación lo que permite definir la presencia de orbitales con pares libres de electrones que pueden participar de procesos de deslocalización electrónica o brindar a la estructura propiedades básicas. La identificación de centros quirales y luego de diferentes tipos de isomería relacionada como los enantiómeros o diastereoisómeros es también importante y requiere de la aplicación de reglas específicas de nomenclatura para poder indicar la posición precisa de los enlaces en el espacio que es lo único que diferencian a estas estructuras. Este trabajo requiere el uso de modelos moleculares por lo que se utilizará el Software ChemSketch para el desarrollo práctico de la asignatura.

### **Descripción del Programa:**

Se utilizará el Software ChemSketch como estrategia didáctica para el aprendizaje del tema de estereoquímica en alumnos de pregrado de ciencias.

El programa se iniciará con un diagnóstico de los conocimientos y dificultades que tienen los alumnos sobre el tema de estereoquímica a fin de establecer el uso del Software ChemSketch como estrategia para mejorar el aprendizaje.

El ChemSketch es un Software educativo desarrollado para estructurar en dos y tres dimensiones a las estructuras moleculares.

Este Software también permite la obtención de datos de las características de estas estructuras como ángulos y longitudes de enlace que permiten evaluar la reactividad molecular y representar esquemas como los mecanismos de reacción.

## **Objetivos del Programa:**

### **Objetivo General**

- Aplicar un programa utilizando el Software ChemSketch como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje del tema de estereoquímica en alumnos de ciencias.

### **Objetivos específicos:**

- Estructurar moléculas orgánicas en dos y tres dimensiones.
- Reconocer enlaces y su proyección espacial.
- Cálculo de propiedades estructurales como longitudes y ángulo de enlaces.
- Reconocimiento de la presencia de centros quirales (carbonos quirales)
- Determinación de la configuración absoluta de los carbonos quirales.
- Determinación del número total de isómeros de los compuestos con carbonos quirales.
- Identificación de planos de simetría en los compuestos meso.
- Reconocimiento de la isomería geométrica.

## Sesión 01

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Importancia de la Estereoquímica.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: presentar la importancia de la estereoquímica y aplicar la evaluación pretest.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
<b>INICIO</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Saludo y bienvenida a estudiantes, aplicación del pretest.</li><li>2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿es importante la forma espacial de una estructura molecular para evaluar su reactividad?</li><li>3. Motivación: Video, estereoquímica y medicamentos <a href="https://www.youtube.com/watch?v=0Fm1zDzFMp8">https://www.youtube.com/watch?v=0Fm1zDzFMp8</a> Comentarios y reflexión.</li></ol>	Cuestionarios impresos Equipo multimedia Pizarra Plumones
<b>DESARROLLO</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Importancia de la Estereoquímica, explicación:<ul style="list-style-type: none"><li>• Porqué se forman las estructuras moleculares.</li><li>• Cómo se forman las estructuras moleculares.</li><li>• Qué formas pueden adoptar las moléculas</li><li>• Efectos de su forma sobre la reactividad</li><li>• Cómo estudiar la estereoquímica.</li></ul></li></ol>	Pizarra Plumones Equipo multimedia
<b>CIERRE</b>	<p>Preguntas metacognitivas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Es importante conocer la forma espacial de las moléculas?</li></ul>	Pizarra Plumones



## Sesión 02

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Presentación del Software ChemSketch.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: reconocer el entorno de trabajo en el software ChemSketch.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Saludo y bienvenida a estudiantes.</li><li>2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿cómo se puede estudiar la estereoquímica?</li><li>3. Motivación: Video sobre el ChemSketch <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5vMfY02MLo8">https://www.youtube.com/watch?v=5vMfY02MLo8</a> Comentarios y reflexión.</li></ol>	Video Chat Classroom
DESARROLLO	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Presentación del Software ChemSketch, explicación:<ul style="list-style-type: none"><li>• Ventana principal</li><li>• Creación de archivos</li><li>• Manejo de archivos</li></ul></li></ol>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	<p>Preguntas metacognitivas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cuáles son las ventajas de conocer el entorno de trabajo en el ChemSketch?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot shows a Zoom meeting interface. At the top, it says "Jose Luis Lopez Gabriel (Tú, presentando)". The main window displays the ChemSketch software interface with a chemical structure of 2-methylheptane. The structure is a zigzag line representing a heptane chain with a methyl group (CH<sub>3</sub>) attached to the second carbon. The software window title is "ACD/ChemSketch (FreeWare) - [nombre1.Lab2]". On the right side of the Zoom window, there is a list of participants: Jose Luis Lopez Gabriel (with a green circle), Luciana Milagros Jaime ... (with a green circle), Lia Midori Giraldo Cruz (with a red circle), and a group of 113 más (with a red circle containing 'J' and 'R'). At the bottom of the Zoom window, there are icons for chat, mute, video, and other meeting controls. The system tray at the bottom shows the time as 22:13 and the user as opc-fmqd-pba.

## Sesión 03

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Dibujar átomos, representar enlaces, borrar átomos.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Iniciar el uso básico del software ChemSketch.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Saludo y bienvenida a estudiantes.</li><li>2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿qué características esperamos encontrar en un software de modelamiento molecular?</li></ol>	Video Chat Classroom
DESARROLLO	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Dibujo de átomos y enlaces, explicación:<ul style="list-style-type: none"><li>• Elección de tipo de átomo.</li><li>• Elección del tipo de enlace.</li><li>• Cómo cambiar átomos en la estructura.</li><li>• Cómo borrar átomos.</li></ul></li></ol>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	<p>Preguntas metacognitivas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Es complicado dibujar estructuras en el ChemSketch?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot shows a Zoom meeting in progress. The main window displays the ChemSketch software interface with a whiteboard containing chemical structures. On the left, a vertical periodic table is visible. The central whiteboard shows the chemical formula  $\text{CH}_4$  at the top, with two structural representations below it: a Lewis structure of ammonia ( $\text{NH}_3$ ) and a skeletal structure of propane ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ). The right side of the screen shows a list of participants: Jose Luis Lopez Gabriel, Renzo Sebastian Zeball..., Sophia Carolina Leon P..., and 109 más. The bottom of the screen shows the Zoom control bar with icons for mute, video, chat, and other functions. The system tray at the bottom left shows the time 20:07 and the user name opc-fmqd-pba.

## Sesión 04

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre dibujo de átomos y enlaces, borrar átomos.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Dibujar correctamente estructuras sencillas.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿cómo elegimos los átomos a incluir en una estructura?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Dibujo de átomos y enlaces, explicación: <ul style="list-style-type: none"><li>• Estructurar moléculas del tipo hidrocarburos.</li><li>• Estructurar moléculas con heteroátomos.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo podemos distribuir correctamente a los átomos en el espacio?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a Zoom meeting interface. The main window shows the ACD/ChemSketch software with a chemical structure of 2-methylheptane (CCCC(C)CCCC) drawn on a virtual whiteboard. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a coordinate grid. On the right side of the Zoom window, a list of participants is visible, including Jose Luis Lopez Gabriel, Fernando Alonso Zavala..., and DIEGO ALONSO VALCA..., along with a '69 más' button. The Zoom meeting ID '22:13 | opc-fmqd-pba' is shown at the bottom left, and the Zoom control bar is at the bottom.

## Sesión 05

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Edición y reconocimiento de carbonos quirales.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Reconocer a los carbonos y centros quirales.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿qué características tiene un carbono quiral?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Carbonos quirales: <ul style="list-style-type: none"><li>• Centros quirales y carbonos quirales.</li><li>• Tipos de grupos sustituyentes.</li><li>• Hibridación y geometría espacial de un carbono quiral.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Por qué es importante reconocer a los carbonos quirales?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main video window displays a man with glasses, identified as Jose Luis Lopez Gabriel, holding two ball-and-stick molecular models of chiral centers. The interface includes a top bar with the presenter's name and a 'Dejar de presentar' button. On the right, a list of participants shows icons for Jose Luis Lopez Gabriel, Luciana Milagros Jaime, and Sofia Patricia Allende. At the bottom, there is a toolbar with icons for chat, video, audio, and other meeting controls. The time 22:10 and the meeting ID opc-fmqd-pba are visible in the bottom left corner.

## Sesión 06

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios para edición y reconocimiento de carbonos quirales.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Editar y reconocer correctamente a los carbonos y centros quirales.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Saludo y bienvenida a estudiantes.</li><li>2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿cómo se reconoce a un carbono quiral?</li></ol>	Video Chat Classroom
DESARROLLO	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Carbonos quirales:<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructuras con un carbono quiral</li><li>• Estructuras con dos o más carbonos quirales.</li></ul></li></ol>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	<ol style="list-style-type: none"><li>4. Preguntas metacognitivas<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo podemos indicar la posición de enlaces en el espacio sobre un carbono quiral?</li></ul></li></ol>	Tableta gráfica

The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays the ChemSketch software with two chiral molecules. The left molecule has a central carbon atom bonded to Cl (top), F (left), OH (bottom, dashed bond), and H (right, wedged bond). The right molecule has a central carbon atom bonded to Cl (top), HO (left, dashed bond), F (right), and H (bottom, wedged bond). The Zoom interface includes a participant list on the right with names: Jose Luis Lopez Gabriel, DIEGO ALONSO VALCA..., Luciana Milagros Jaime ..., and 89 más. The bottom status bar shows the time 22:12 and the meeting ID opc-fmqd-pba.

## Sesión 07

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Nomenclatura y configuración absoluta.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Nombrar estructuras moleculares con carbonos quirales.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿cómo se indica en la nomenclatura la posición espacial de los enlaces de un carbono quiral?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Carbonos quirales: <ul style="list-style-type: none"><li>• Configuración absoluta R y S.</li><li>• Reglas para determinar la configuración absoluta sobre un carbono quiral..</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo podemos indicar la posición de enlaces en el espacio sobre un carbono quiral?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a Zoom meeting interface. On the left, the ChemSketch software window is open, showing two chemical structures with their names and SMILES strings:

- Structure 1: CCCC(O)C (2S)-pentan-2-ol
- Structure 2: CC1=CCC1 (3R)-3-methylcyclopent-1-ene

On the right, the Zoom chat window is visible, showing a list of participants (95) and a chat message from a user named 'CP' that reads: "Hasta luego profeeeee, muchas graciasssssssss".





## Sesión 09

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Identificación de isómeros.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Identificar tipos de isómeros.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Qué son isómeros y cuantos tipos de isómeros existen?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Isómeros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isómeros estructurales.</li> <li>• Estereoisómeros</li> <li>• Enantiómeros y diastereoisómeros.</li> </ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se reconocen los estereoisómeros?</li> </ul>	Tableta gráfica

The image shows a Zoom meeting interface. On the left, the ChemSketch software window is open, displaying three chemical structures of 1,2,3,4,5-pentanetetrol (sugar alcohols) in a Fischer projection. The structures are:
   
1. D-erythrulose: H-C(OH)-C(OH)-C(OH)-C(OH)-H
   
2. D-threulose: HO-C(OH)-C(OH)-C(OH)-H
   
3. D-xylulose: H-C(OH)-C(OH)-C(OH)-H
   
On the right, the Zoom chat window is visible, showing a list of participants (63) and a message from Axel Huapaya Manc... saying "Okey gracias profesor".



# Sesión 10

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre identificación de isómeros.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Identificar correctamente los tipos de isómeros.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Cuántos tipos de isómeros conoce?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Isómeros: <ul style="list-style-type: none"><li>• Número total de isómeros, fórmula.</li><li>• Identificación de enantiómeros y diastereoisómeros.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Pueden existir menor cantidad de isómeros?</li></ul>	Tableta gráfica

The image shows a Zoom meeting interface. On the left, the ChemSketch software window is open, displaying four chemical structures of 2,3,4,5-tetrahydroxyhexanal. The structures are arranged in two pairs, representing enantiomers and diastereomers. The top pair shows the Fischer projections, and the bottom pair shows the skeletal structures. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a status bar at the bottom. On the right, the Zoom chat window is visible, showing a list of participants and a chat history. The chat history includes a message from Rubén Arroyo: "buenas profe" and a message from Jesús: "Saltar al primer mensaje no leído".

# Sesión 11

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Uso de plantillas de estructuras.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Estructurar modelos moleculares comunes.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Cómo podemos estructurar moléculas comunes más rápidamente?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Plantillas de estructuras: <ul style="list-style-type: none"><li>• Tipos de plantillas.</li><li>• Cómo importar estructuras a la ventana principal.</li><li>• Símbolos, equipos y estructuras comunes.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Es posible representar un mecanismo de reacción?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a virtual classroom environment. On the left, a 'Template Window' is open, showing a grid of numbered chemical structure templates (5-20) for 'Monocyclic Alkanes'. The templates are arranged in rows: Row 1 (5-10), Row 2 (11-14), Row 3 (15-17), and Row 4 (18-20). A sidebar on the left lists various chemical categories like Alkaloids, Amino Acids, and Monocyclic Alkanes. On the right, a 'Participantes (47)' list shows names and status icons. Below it, a 'Chat de la reunión' window shows a message from 'Sandra Ypar...' asking to resolve a PC issue. The bottom of the screen features a control bar with icons for audio, video, security, participants, chat, screen sharing, reactions, applications, whiteboards, and a 'Finalizar' button.

## Sesión 12

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre el uso de plantillas de estructuras.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Practicar la estructuración de modelos moleculares comunes.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Cómo podemos representar estructuras abiertas y cíclicas comunes?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Plantillas de estructuras: <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de los diversos tipos de plantillas.</li><li>• Representación de mecanismos de reacción.</li><li>• Uso de símbolos, equipos y estructuras comunes.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Es posible representar las etapas de un mecanismo de reacción?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a Zoom meeting interface. The main window shows the ChemSketch software with a 3D model of bicyclo[2.1.1]hexane. The text "Bicyclo[2.1.1]hexane" is written in red below the model. The software interface includes a menu bar (File, Edit, Pages, Tools, Templates, Options, Documents, Add-Ons, &CD/Labs, Help), a toolbar, and a vertical element list on the left. The Zoom chat window on the right shows 13 participants: JOSÉ LUIS LO... (Anfitrión, yo), Alexandra Wong Vergara, Alvaro Huamani, Bruno Duran, and Fabiana Príncipe. The chat history includes a message from ZAVALAGA PIMENT... saying "Gracias, profesor hasta luego" and another from ZAVALAGA PIMENT... saying "hasta mañana profeeee". The Zoom control bar at the bottom includes buttons for Silenciar, Iniciar video, Seguridad, Participantes, Chat, Compartir pantalla, Reacciones, Aplicaciones, Pizarras, Más, and Finalizar.

# Sesión 13

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Optimización de estructuras en 2D.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Edición de estructuras.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Cómo podemos representar correctamente una estructura molecular en un plano?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Plantillas de estructuras: <ul style="list-style-type: none"><li>• Edición de estructuras moleculares.</li><li>• Optimización de estructuras en 2D.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué desventajas tiene la visualización 2D de las estructuras moleculares?</li></ul>	Tableta gráfica

The image shows a Zoom meeting interface. On the left, the ChemSketch software window is open, displaying two chemical structures: 4-hydroxybutanal and indole. The Zoom interface includes a top bar with 'Grabando...' and 'Vista', a toolbar with various icons, and a right-hand panel with 'Participantes (96)', a search bar, a list of participants, and a chat window. The chat window shows a message from Jesús Motta: 'acidez y basicidad profe porfa'. The bottom of the screen shows the Zoom control bar with icons for 'Silenciar', 'Iniciar video', 'Seguridad', 'Participantes', 'Chat', 'Compartir pantalla', 'Reacciones', 'Aplicaciones', 'Pizarras', 'Más', and 'Finalizar'.

# Sesión 14

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre optimización de estructuras en 2D.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Práctica de edición de estructuras y consideraciones 2D.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Qué debemos considerar al representar una estructura molecular en un plano?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Uso de plantillas de estructuras: <ul style="list-style-type: none"><li>• Consideración de hibridación de heteroátomos y enlaces múltiples.</li><li>• Optimización de estructuras en 2D.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué influencia tiene la hibridación de heteroátomos?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a Zoom meeting interface. The main window shows the ChemSketch software with two chemical structures on a virtual whiteboard. The first structure is 4-chloroacetophenone (CC(=O)c1ccc(Cl)cn1). The second structure is 4-amino-1-butylbenzene (CCCCc1ccc(N)cc1). The Zoom chat window on the right shows 112 participants and a message from 'SV' (Sayury Vásquez) thanking the professor for making organic chemistry enjoyable. The Zoom control bar at the bottom includes options for muting, video, security, chat, and screen sharing.

## Sesión 15

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Optimización de estructuras en 3D.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Edición de estructuras y consideraciones 3D.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Qué debemos considerar al representar una estructura molecular en 3D?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Uso de plantillas de estructuras: <ul style="list-style-type: none"><li>• Consideración de hibridación de heteroátomos y enlaces múltiples.</li><li>• Ventana de optimización de estructuras en 3D.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Es posible determinar el volumen de los sustituyentes?</li></ul>	Tableta gráfica

The image shows a Zoom meeting interface. The main window displays the ACD/3D Viewer software, which is showing a 3D ball-and-stick model of a complex organic molecule. The molecule features a central ring system with several substituents, including what appears to be a methyl group and a hydroxyl group. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Tools, Options, ACD/Labs, Help) and a toolbar with various icons for editing and viewing. Below the main window, the Zoom control bar is visible, showing options like 'Silenciar', 'Iniciar video', 'Seguridad', 'Participantes', 'Chat', 'Compartir pantalla', 'Reacciones', 'Aplicaciones', 'Pizarras', and 'Más'. On the right side, the 'Participantes (62)' panel is open, showing a list of participants with their names and initials. Below this, the 'Chat de la reunión' panel is visible, showing a message from a participant asking for more information about the oxidation of alkenes with permanganate. The chat message reads: 'un poco mas sobre la oxidación de los alquenos? con permanganato'. The Zoom interface also shows a search bar for participants and buttons for 'Invitar' and 'Silenciar a todos'.



## Sesión 16

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre optimización de estructuras en 3D.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Práctica de edición de estructuras y consideraciones 3D.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Qué ventajas tiene la representación 3D molecular?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Uso de plantillas de estructuras: <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de tamaño de sustituyentes.</li><li>• Visualización de nubes electrónicas.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué es el efecto estérico?</li></ul>	Tableta gráfica

The image shows a screenshot of a virtual classroom session. The main window displays the ACD/3D Viewer software, which is showing a 3D molecular model of a complex organic structure. The model is rendered with a wireframe and a semi-transparent surface, highlighting the spatial arrangement of atoms and bonds. The software interface includes a menu bar (File, Edit, View, Tools, Options, BCD/Labs, Help) and a toolbar with various manipulation tools. At the bottom of the viewer, the chemical formula C11H21NO is visible, along with the file name "NONAME02.53D".

On the right side of the screen, there is a sidebar with a list of participants (76 total). The list includes names and initials such as JOSÉ LUIS LO... (Anfitrión, yo), ADRIANA ALMERI, Agnes Goniha Atau Chavarria, Aixa Llave, and Alessandra Najarro Salazar. Below the list, there are buttons for "Invitar" and "Silenciar a todos".

At the bottom of the screen, there is a chat window titled "Chat de la reunión". It shows a message from a participant with the name "JL" and the text "https://forms.gle/kasxcCaJaihUunNW6". The chat window also includes a search bar and a "Finalizar" button.

# Sesión 17

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Longitud y ángulo de enlace.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Cálculo de la longitud y ángulos de enlace en estructuras 3D.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Cómo determinamos las longitudes y ángulos de enlace en el ChemSketch?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Longitudes y ángulos de enlace: <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de las longitudes de enlace, elección de átomos.</li><li>• Determinación de los ángulos de enlace.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Por qué es importante conocer las longitudes de enlace?</li></ul>	Tableta gráfica

The image shows a Zoom meeting interface. The main window displays the ChemSketch software with a 3D ball-and-stick model of a molecule. A dialog box titled "Internuclear Distance" is open, showing the initial distance of 1.53 Å and a new value of 1.53 Å. The chat window on the right shows a discussion about the difference between electrophilic and nucleophilic substitution, with a user asking for clarification and another user responding with an apology and a thank you.



# Sesión 18

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre cálculo de longitud y ángulo de enlace.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Predecir la longitud y ángulos de enlace en estructuras 3D.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Por qué es importante conocer las longitudes de los enlaces?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Longitudes y ángulos de enlace: <ul style="list-style-type: none"><li>• Relación entre la longitud y la fortaleza de un enlace.</li><li>• Relación entre el ángulo de enlaces e hibridación.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué influencia tiene la hibridación sobre los ángulos de enlace?</li></ul>	Tableta gráfica

The image shows a Zoom meeting interface. On the left, a window titled 'ACD/3D Viewer (Newsworld - [noname]01.csd)' displays a 3D ball-and-stick model of a molecule. A 'Bond Angle' dialog box is open, showing 'Initial Bond Angle [C 4, C 5, C 6]: 105.306 Deg' and 'New Value: 105.306 Deg'. The Zoom interface includes a top bar with 'Grabando...' and 'Vista', a right sidebar with 'Participantes (93)' and 'Chat de la reunión', and a bottom toolbar with icons for 'Silenciar', 'Iniciar video', 'Seguridad', 'Participantes', 'Chat', 'Compartir pantalla', 'Reacciones', 'Aplicaciones', 'Pizarras', and 'Finalizar'.

# Sesión 19

## I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Representación mediante proyecciones.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: representación de estructuras mediante proyecciones Newman.

## II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Qué son los isómeros conformacionales?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Uso de proyecciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representación de las conformaciones alternada y eclipsada.</li> <li>• Uso de proyecciones Newman.</li> </ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se diferencia la estabilidad en las conformaciones de una molécula?</li> </ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a Zoom meeting interface. On the left, a window titled 'ACD/ChemSketch (Freeware) - [noname01.sk2]' is open, showing a graph of potential energy versus the degree of rotation  $\theta$  for ethane. The x-axis is labeled 'Degrees of Rotation  $\theta$ ' and ranges from 0 to 360. The y-axis is labeled 'E'. The graph shows a periodic wave with peaks at 0, 120, 240, and 360 degrees, and troughs at 60, 180, and 300 degrees. To the right of the graph is a Newman projection of ethane in a staggered conformation, with the front carbon having two hydrogens (H) and the back carbon having two hydrogens (H). On the right side of the Zoom window, the 'Participantes (96)' list is visible, showing names like JOSÉ LUIS LO... (Anfitrión, yo), Agnes Goniva Atau Chavarria, AIKO FLOR NISHIMURA NICASIO, Aixa Llave, AKIRA SELENE QUISPE CALDERO..., and ALEJANDRA ELIZABETH SUAREZ. Below the list is a 'Chat de la reunión' section with messages such as 'Gracias profe' from SARA STEFA... and Stefany Ferro. At the bottom of the Zoom window, there are controls for 'Silenciar', 'Iniciar video', 'Seguridad', 'Participantes', 'Chat', 'Compartir pantalla', 'Reacciones', 'Aplicaciones', 'Pizarras', 'Más', and 'Finalizar'.

## Sesión 20

### I. DATOS GENERALES:

1. Área: Química Orgánica.
2. Tema: Ejercicios sobre representación mediante proyecciones.
3. Duración: 45 minutos
4. Docente: Prof. López Gabriel, José Luis
5. Objetivo: Uso de proyecciones Newman.

### II. SECUENCIA DIDÁCTICA:

MOMENTOS	ACTIVIDADES / ESTRATEGIAS	HERRAMIENTAS Y RECURSOS
INICIO	1. Saludo y bienvenida a estudiantes. 2. Recojo de Saberes. Pregunta propuesta: ¿Qué son los isómeros conformacionales?	Video Chat Classroom
DESARROLLO	3. Uso de proyecciones: <ul style="list-style-type: none"><li>• Uso de proyecciones Newman para ciclos.</li><li>• Evaluación de estabilidad de conformaciones.</li></ul>	Tableta gráfica Software ChemSketch Pizarra virtual
CIERRE	4. Preguntas metacognitivas <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿por qué la conformación alternada es más estable que la conformación eclipsada?</li></ul>	Tableta gráfica

The screenshot displays a Zoom meeting interface. On the left, a window titled 'ACD/ChemSketch (Freeware) - [noname01.sk2]' is open, showing two Newman projections of ethane. The first projection, labeled 'A Eclipsed', shows the two methyl groups overlapping. The second projection, labeled 'B Staggered', shows the two methyl groups offset from each other. The software interface includes a menu bar (File, Edit, Pages, Tools, Templates, Options, Documents, Add-Ons, ACD/Labs, Help), a toolbar with various drawing tools, and a vertical element list on the left side. The Zoom meeting controls at the bottom include buttons for 'Silenciar', 'Iniciar video', 'Seguridad', 'Participantes', 'Chat', 'Compartir pantalla', 'Reacciones', 'Aplicaciones', 'Pizarras', 'Notas', and 'Más'. On the right side of the Zoom window, a 'Participantes (80)' list is visible, showing a search bar and a list of participants with their names and status icons.

## Anexo 9. Reporte de Similitud de Turnitin

### ● 16% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

---

#### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Internet	4%
2	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	2%
3	<b>repositorio.une.edu.pe</b> Internet	<1%
4	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%