

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN  
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**Chemsketch: un recurso didáctico para el aprendizaje de  
Química Orgánica en estudiantes de bachillerato**

***Chemsketch: A didactic resource for learning Organic Chemistry in  
high school students***

Luis Orlando Chonillo Sislema <sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.  
Email: [luis.chonillo@unach.edu.ec](mailto:luis.chonillo@unach.edu.ec), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7461-1096>

Recibido: 28/05/2024  
Aprobado: 29/06/2024

Revisado: 21/06/2024  
Publicado: 01/07/2024

**RESUMEN**

Actualmente, el estudio de la química se percibe como una ciencia árida, dogmática y difícil, exacerbada aún por metodologías tradicionales. Para revertir esta tendencia, es esencial incorporar recursos digitales para facilitar la comprensión y el aprendizaje de elementos esenciales para el dominio de esta ciencia. El estudio tiene como objetivo analizar la influencia del software Chemsketch en el aprendizaje de química orgánica. Para el acercamiento al objeto de estudio, se lo abordó desde un enfoque mixto, con diseño cuasi experimental, alcance descriptivo, explicativo y transversal, con método hipotético-deductivo de carácter aplicado. Para la recolección de datos, se administraron pruebas de conocimiento pretest y postest a una muestra censal de 75 estudiantes de Tercer Año del Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional San Felipe Neri, constituido por 35 del grupo de referencia y los 40 del grupo de intervención, a quienes se determinaron problemas en la comprensión de los compuestos orgánicos (hidrocarburos, compuestos oxigenados y nitrogenados). La prueba t student para dos muestras independientes evidenció que el aprendizaje de química orgánica mejoró significativamente tras realizar las actividades en Chemsketch al rechazar la hipótesis nula ( $p = 0.04$ ). Al finalizar, se realizó una encuesta de 5 preguntas en escala de Likert que recogen las anécdotas y experiencias de los alumnos, que ilustran la efectividad de Chemsketch en el proceso de aprendizaje de química orgánica.



**PALABRAS CLAVE:** Chems sketch; enseñanza bachillerato; recurso didáctico; enseñanza de la química; química orgánica.

### ABSTRACT

Currently, the study of chemistry is still perceived as an arid, dogmatic and difficult science, exacerbated even by traditional methodologies. To reverse this trend, it is essential to incorporate digital resources to facilitate the understanding and learning of essential skills for mastering this science. The study aims to analyze the influence of Chems sketch software on the organic chemistry learning. To the object of study, it was approached under a mixed approach, of quasi-experimental design, with descriptive, explanatory and transversal scope, with hypothetical-deductive method of character applied. For data collection, pre-test and post-test knowledge were administered to a census sample of 75 third-year students of the Unified General Baccalaureate of the San Felipe Neri Educational Unit consisting of 35 from the reference group and the remaining 40 from the intervention group, who were identified as having problems in understanding organic compounds (hydrocarbons, oxygenated and nitrogen compounds). The t student test for two independent samples showed that the learning of organic chemistry increased significantly after the activities in Chems sketch by rejecting the null hypothesis ( $p = 0.04$ ). At the end, a survey of 5 questions in Likert scale was carried out, which collected the anecdotes and experiences of the students, illustrating the effectiveness of Chems sketch in the learning process of organic chemistry.

**KEY WORDS:** Chems sketch; baccalaureate teaching; didactic resource; chemistry teaching; organic chemistry.

### INTRODUCCIÓN

Como en todas las áreas, la enseñanza de la Química requiere de estrategias específicas para que los estudiantes comprendan los contenidos y, al mismo tiempo, desarrollen habilidades teóricas como experimentales y propongan ideas a problemas cotidianos en el medio (Buitrago, 2012). En este sentido, los estudiantes asumen el papel de científicos, mientras que los docentes se convierten en agentes de innovación en el proceso pedagógico, adoptando métodos, técnicas y procedimientos innovadores para mejorar la enseñanza.

Por su parte, la Química requiere de enfoques innovadores que involucren a los estudiantes a explorar, experimentar y aplicar sus conocimientos. Esto tiene la intención de fortalecer el gusto por las ciencias (Hernández y Benítez, 2018), lo cual resulta esencial para el éxito académico y, a su vez, son piezas claves para la enseñanza de Química.



De la misma manera, la enseñanza de la Química en el Bachillerato responde a la necesidad de establecer un eslabón desde dos ámbitos: el cognitivo, relacionado con el desarrollo intelectual y científico, y el axiológico, relacionado con el desarrollo de la personalidad (Ministerio de Educación, 2019, p. 1072). Por lo tanto, es crucial que los docentes en todos los niveles, desde la educación media hasta la superior, dirijan sus métodos de enseñanza y aprendizaje hacia la vanguardia de las últimas innovaciones didácticas que son imprescindibles en la actualidad para facilitar un mejor proceso de aprendizaje en los estudiantes.

Actualmente, las estrategias docentes en el quehacer pedagógico están abiertas a un vasto y rico mundo de posibilidades para transformar los métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje; algunas estrategias que pueden indicarse son: simulaciones de realidad virtual, aumentada; plataformas de aprendizaje en línea; softwares educativos, laboratorios virtuales; recursos gamificados e interactivos (Bizzio et al., 2024; Chonillo Sislema, 2024; Marcano, 2020) que han permitido a los educadores ampliar el alcance de la enseñanza en el aula, en donde las moléculas cobran vida en las pantallas, las reacciones químicas se despliegan en tiempo real con animaciones que ayudan a mantener el interés, la curiosidad y la motivación en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Rodríguez et al., 2021); asimismo la inclusión de los recursos didácticos han llevado consigo el propósito de derribar barreras y hacer que el aprendizaje de la Química sea más accesible, interactivo y dinámico favoreciendo el desarrollo de la creatividad y la socialización de experiencias.

De acuerdo con Narvárez (2024), la educación de química requiere de nuevos enfoques de aprendizaje relacionados con el avance de la tecnología dentro del aula y fuera de ella.

En Ecuador, de acuerdo con el último informe del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) en el año 2023, se constató que durante el periodo lectivo 2021-2022, el 72,5 % de los alumnos evaluados alcanzaron el nivel de logro elemental, seguido del 25,6 % que alcanzaron el nivel de logro satisfactorio y el 0,8 % el nivel de logro excelente en Química en el examen nacional (INEVAL, 2023). Así mismo, en torno al aprendizaje de los compuestos orgánicos académico, en comparación con el periodo anterior 2020-2021 (33.3 %), mostró que el 45.0% de los estudiantes requieren refuerzo en esta área temática.

El poco interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de los compuestos del carbono evidencia que se requiere cambiar la manera que el alumnado comprende el estudio de los grupos funcionales. Pues Pérez Rivero et al. (2019) manifiesta que, cuando los estudiantes aprenden química orgánica, con frecuencia se sienten abrumados por la enorme variedad y complejidad de información que deben adquirir acerca de los compuestos orgánicos, los mismos que se agrupan en "grupos funcionales", ya que cada grupo aporta propiedades físicas, químicas y aplicaciones.



De igual manera, Chonillo Sislema et al. (2024) sostiene que la química posee un amplio diccionario de términos abstractos y ha sido históricamente considerada como una disciplina desafiante para estudiantes y educadores por igual. De la misma manera, son alarmantes los índices de fracasos académicos en la asignatura de química en el bachillerato, cuyas causas se deben a la desmotivación, metodología y estereotipos que perjudican la asimilación de los conceptos; sobre todo, los conocimientos enciclopédicos se vuelven memorísticos y repetitivos, lo que ha provocado el desagrado y frustración en el estudiante debido a la escasez de herramientas que faciliten la comprensión de los temas (Gómez, 2011; Layza et al., 2022; Marcano, 2020).

En el diagnóstico realizado a los estudiantes de Tercer Año del Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional San Felipe Neri, del periodo académico 2022-2023, se constató una baja comprensión para identificar, nombrar, diferenciar y visualizar estructuras orgánicas. Esto corrobora la necesidad de acudir al uso de recursos tecnológicos, para mejorar el entendimiento y enriquecer el aprendizaje significativamente (Vargas et al., 2023). En este caso, se propone utilizar al simulador de modelado molecular ChemsSketch como recurso educativo para el aprendizaje de química orgánica, el mismo que permite la construcción, visualización y representación de estructuras moleculares orgánicas, inorgánicas, polímeros, organometálicos y estructuras de Markush (Becerril y Chávez, 2016), para fomentar la comprensión práctica de los conceptos teóricos.

Ante este panorama, resulta crucial que los docentes se mantengan al día con las últimas innovaciones didácticas y continúen desarrollando sus propias habilidades pedagógicas. La formación continua y la adopción de nuevas tecnologías y metodologías son esenciales para mejorar la calidad de la enseñanza de la Química (Narváez, 2024). Al hacerlo, los docentes no solo mejoran su propia práctica, sino que también inspiran a sus estudiantes a desarrollar un amor por las ciencias.

En este sentido, resulta de gran importancia determinar si la aplicación de ChemsSketch mejora el aprendizaje de Química Orgánica en los estudiantes de Tercer Año de Educación del Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional San Felipe Neri.

## MÉTODOS

En la investigación se utilizó el enfoque mixto secuencial que reúne características cuantitativas y cualitativas; asimismo, para la construcción metodológica se aplicó el diseño cuasiexperimental, el cual facilitó la comprensión del fenómeno a estudiar de tipo pretest y posttest con grupo no experimental (Ecuación 1), ya que se manipuló deliberadamente la variable independiente y se determinaron los efectos que se causan en la variable dependiente.



$$\frac{\text{Grupo intervención } O_1 \text{ ChemSketch } O_3}{\text{Grupo referencia } O_2 \quad O_4} \quad [1]$$

Donde:

GI: Grupo intervención

GR: Grupo referencia

O1 y O3: Prueba Pretest

O2 y O4: Prueba Postest

En esta investigación se trabajó con una población de 75 estudiantes de Tercer Año del Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscomisional San Felipe Neri, del periodo académico 2022-2023, constituido por 35 estudiantes del grupo de referencia y 40 del grupo intervención, los mismos que fueron elegidos mediante un muestreo no probabilístico de tipo censal, la cual implica trabajar con toda la población. Se adaptó a las aulas concedidas por el colegio para llevar el estudio a cabo sin establecer criterios de inclusión-exclusión.

Para la recolección de datos en la ruta cuantitativa se utilizaron evaluaciones estandarizadas pretest y postest de conocimientos de las temáticas de química orgánica. En la línea cualitativa se elaboraron cinco preguntas en una encuesta que recoge las anécdotas y experiencias de los estudiantes, instrumentos que fueron analizados en SPSS V.27 para determinar la fiabilidad (Tabla 1) a través del alfa de Cronbach.

**Tabla 1. Estadísticas de fiabilidad**

	Alfa de Cronbach	N de elementos	Valor
Encuesta de percepción	0,818	5	Buena
Pruebas estandarizadas	0,720	2	Aceptable

En la aplicación de los instrumentos, se obtuvo el consentimiento y la aprobación de los participantes en la investigación. En primer lugar, se otorgó el permiso para la divulgación de la información con fines estrictamente académicos. En segundo lugar, se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los estudiantes participantes. Asimismo, en el caso de los menores de edad, se obtuvo el consentimiento informado de sus representantes legales.

Para la presentación de los resultados, se utilizó la estadística descriptiva e inferencial con prueba de hipótesis para este propósito. Se emplearon los paquetes estadísticos IBM SPSS *Statistics* 27 y R Studio, que permitió generar tablas y gráficos para la presentación de los resultados. Esto facilitó identificar las deficiencias y los logros en la estrategia destinada a mejorar el desempeño académico de los estudiantes.

Para probar la hipótesis de investigación, se aplicó el estadístico inferencial t de Student para muestras independientes, aplicando entonces la prueba de normalidad que determinó el uso de la estadística inferencial. Para ello, se ocupa la fórmula 2.

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad [2]$$



Donde:

M1 y M2: medias de ambos grupos

S: desviación típica

n: número de casos

### Propuesta didáctica con Chemscketch

En la figura 1 se ejemplifican algunas de las actividades, integrando Chemscketch y casos de estudio. Esto permitió que el conocimiento de química orgánica sea más enriquecedor, fomentando alumnos analíticos e indagadores.

## CHEMSKETCH EN QUÍMICA ORGÁNICA

### HIDROCARBUROS

**META DE APRENDIZAJE:** Escribir el nombre IUPAC y dibujar las fórmulas estructurales condensadas y fórmulas de esqueleto.

Isabel, una ingeniera química, idaga sobre los combustibles y sus propiedades. Para entender mejor los compuestos decide estudiar el 2,2,4-trimetilpentano, comúnmente conocido como isoocetano un componente principal de la gasolina. ¿Utilizando chemscketch dibuje la estructura del isoocetano e identifique los grupos funcionales y describe algunas propiedades comunes?



### OXIGENADOS

**META DE APRENDIZAJE:** Escribir los nombres IUPAC y dibujar las fórmulas estructurales condensadas y fórmulas de esqueleto.

Diego un ingeniero alimentario recomienda utilizar BHA (2-tert-butil-4-hidroxianisol) un antioxidante que se utiliza como conservador en alimentos en artículos horneados, mantequilla, carnes y bocadillos. ¿Utilizando chemscketch dibuje la estructura del BHA e identifique los grupos funcionales y su estructura en 3D?



Los artículos horneados contienen BHA como conservador.

### NITROGENADOS

**META DE APRENDIZAJE:** Nombrar aminas usando nombres IUPAC y comunes; dibujar las fórmulas estructurales condensadas dados los nombres. Clasificar las aminas como primarias, secundarias o terciarias.

Se conoce por los químicos que el repelente de insectos DEET puede formarse a partir de la amidación del ácido 3-metilbenzoico con N,N-dietilamina. En chemscketch dibuje la fórmula estructural condensada del DEET y su reacción.






VITAMIN

Figura 1. Ejemplos de la estrategia didáctica con Chemscketch

En la continuidad de las unidades abordadas, los estudiantes seleccionaron los logros en la rúbrica (Tabla 2) que fueron alcanzando y mejorando paulatinamente con el avance del estudio.

Tabla 2. Rúbrica de evaluación en las unidades de aprendizaje.

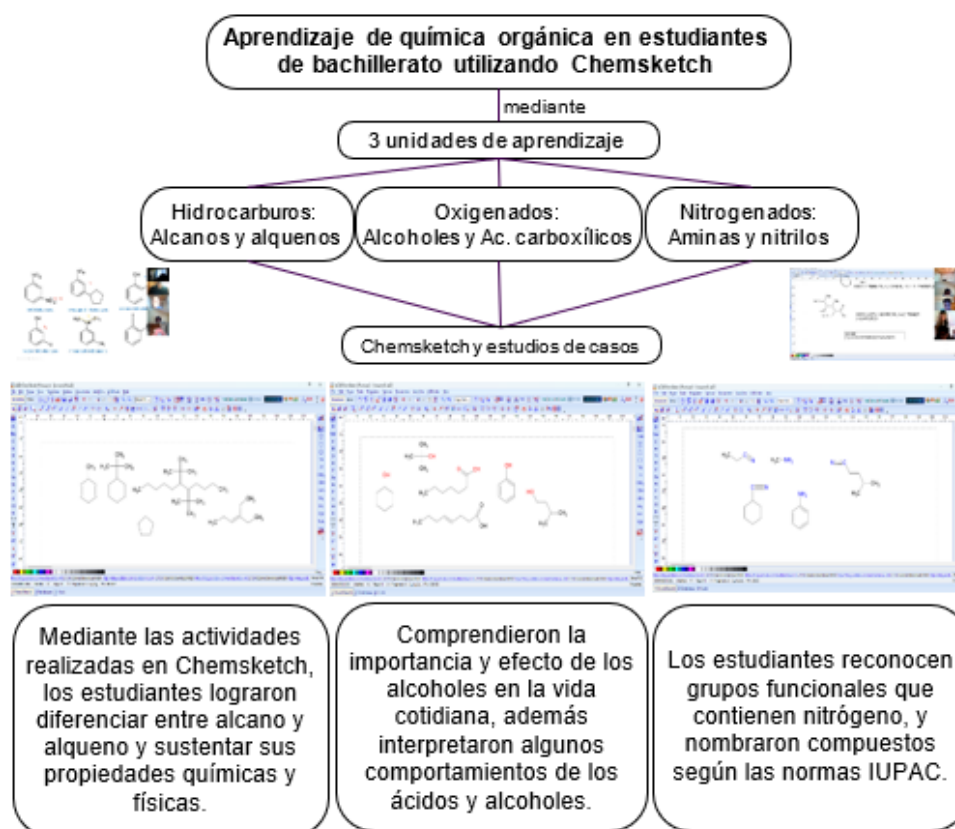
Con la herramienta Chemscketch usted logro...	Indicadores de logro		
	Lo he logrado	Aún me falta dominarlo	No lo he logrado
Mejorar paulatinamente la usabilidad del software			
Dibujar con facilidad la estructura orgánica			
Generar la nomenclatura a cada compuesto			
Determinar el grupo funcional del compuesto			
Determinar las propiedades químicas de las estructuras			
Esquematar los métodos de obtención y reacciones			

## RESULTADOS

Con base en lo indicado, se procede a presentar los resultados cuantitativos y cualitativos, los mismos que se exponen en tres secciones. La primera exhibe los logros de las experiencias realizadas en Chems sketch, seguida por la comprobación de la hipótesis con los datos de las pruebas y las actividades realizadas; finalmente se exponen los criterios de los estudiantes frente al uso de este recurso didáctico.

### Logros utilizando Chems sketch

El articular las actividades en Chems sketch mediante el estudio de casos permitió que el estudiante analice e indague con mayor claridad los logros que se esperó alcanzar (Figura 2). Esto se debe a que los recursos didácticos no son valiosos por sí mismos; su utilidad se justifica cuando se integran con otros contextos que generan un alto grado de interés en los estudiantes (Villacreses et al., 2017).



**Figura 2. Logros alcanzados en la secuencia propuesta**

### Análisis inferencial: prueba de hipótesis

Luego de determinar algunos logros importantes en la secuencia, se procedió a analizar la información obtenida de las evaluaciones aplicadas; se realizó la tabulación de los datos a los que se aplicaron diversos tratamientos estadísticos.

### Normalidad de las calificaciones

A los datos obtenidos se les aplicó el estadístico Shapiro–Wilk para determinar si su distribución es normal. Se orientó por seleccionar esta prueba por ser la más adecuada, debido a que la muestra fue de menos de 50 observaciones que busca comprobar los supuestos.

— Supuestos

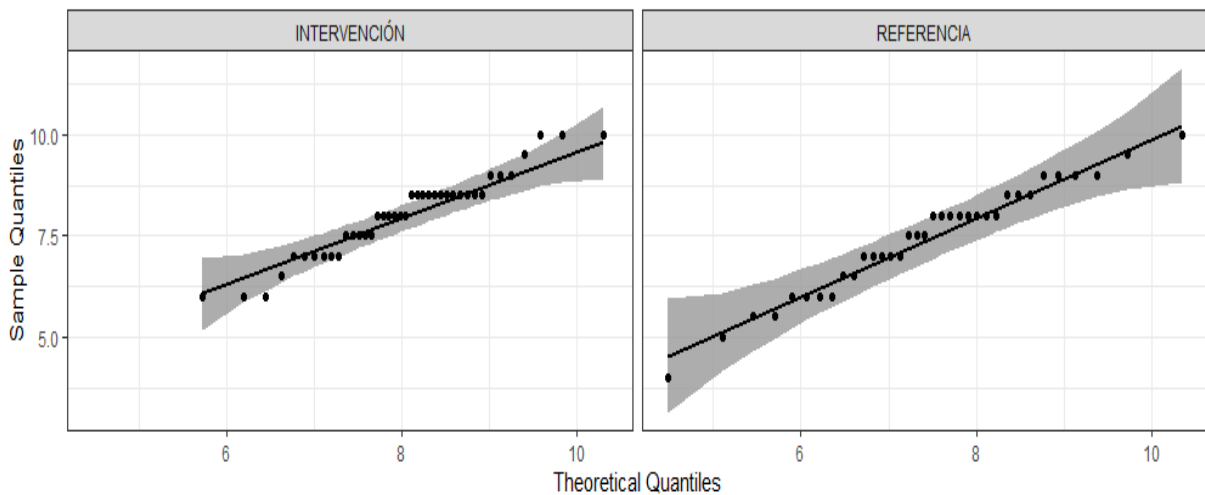
$H_0$ . Los datos no provienen de una distribución normal.

$H_1$ . Los datos provienen de una distribución normal.

— Decisión

Si el p-valor obtenido es mayor que el nivel de significación 0.05, se acepta la hipótesis alternativa, la cual manifiesta que la distribución de los datos es normal.

En la figura 3 se observa que los puntos del gráfico QQ no siguen la línea recta en ambos grupos y algunos datos están fuera de la banda de confianza, lo que indica que los datos no se distribuyen normalmente. Asimismo, al examinar los resultados del estadístico, Shapiro-Wilk indica que la variable calificación en el grupo de referencia indica un valor de 0.972 con un p-valor 0.496, el cual es mayor a  $<0.05$ ; mientras, en el grupo intervención se obtuvo un valor estadístico de 0.950 con un p-valor de 0.074 mayor a  $<0.05$ ; por lo tanto, se asume que la variable en ambos grupos sigue una distribución normal.



**Figura 3. Gráfico cuantil-cuantil de normalidad**

En la tabla 3, al examinar los resultados del estadístico Shapiro-Wilk para la variable "aprendizaje" en el grupo de referencia, se obtuvo un valor de 0.972 con un p-valor de 0.496, que es mayor a 0.05. Por otro lado, en el grupo de intervención se obtuvo un valor estadístico de 0.950 con un p-valor de 0.074, también mayor a 0.05. Por lo tanto, se asume que la variable "aprendizaje" en ambos grupos sigue una distribución normal.



**Tabla 3. Resultados de la prueba de normalidad**

Variable	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	$p$	Estadístico	gl	$p$
Aprendizaje	Referencia	,153	35	,038	,972	35	,496
	Intervención	,156	40	,015	,950	40	,074

a. Corrección de significación de Lilliefors

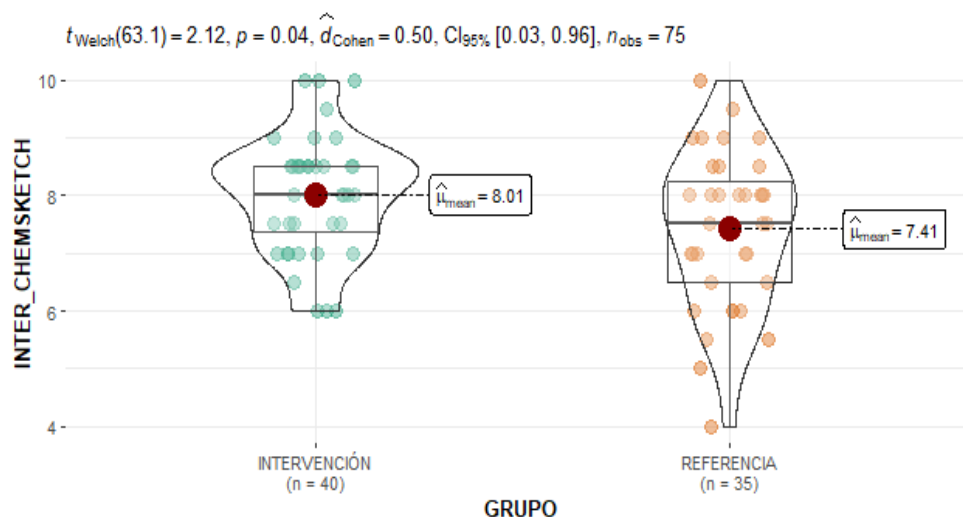
### Comprobación de la hipótesis e interpretación de los resultados

Atendiendo a los requerimientos de la prueba de normalidad, se quiere constatar las medias de las dos muestras independientes. Para ello, se utilizó la prueba paramétrica T de *Student* para comparar las medias de dos grupos de caso (Guillen et al., 2019).

— Homocedasticidad

En este estudio se encontró que la prueba de Levene,  $F(1,74) = 3,084$ ,  $p > .083$ , muestra un p-valor mayor a 0.05, que asume que los datos son homogéneos  $\sigma^2 = \sigma^2$  en ambos grupos.

— Estadístico t-student (Figura 4)


**Figura 4. Resultados de la prueba t-student para muestras independientes**

— Hipótesis

$H_0$  No existe diferencia entre los estudiantes del grupo de intervención y de referencia con respecto al rendimiento académico después de realizar las actividades en Chemsketch.

$H_1$  Existe diferencia entre los estudiantes del grupo de intervención y de referencia con respecto al rendimiento académico después de realizar las actividades en Chemsketch.

En conclusión, en esta prueba los resultados mostraron que las actividades utilizando Chemsketch fueron mayores en el grupo de intervención (Media = 8,01; DE = 1,36) que en el grupo de referencia (Media = 7,41; DE = 1,36). Esto significa que el aprendizaje de química orgánica fue 0,6 de calificación más alta en promedio en el grupo intervención, en comparación con el grupo de referencia. La prueba t de medias independientes mostró que

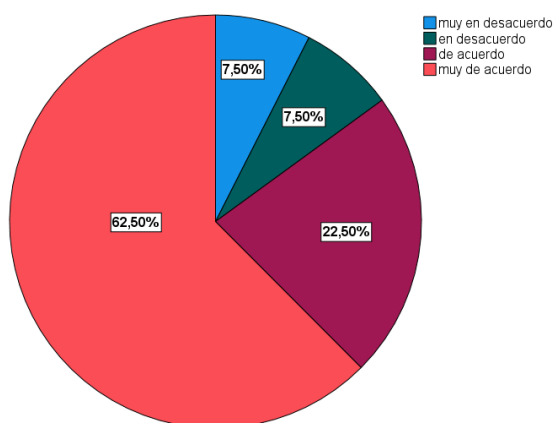
esta diferencia es significativa:  $t(63.1) = 2.12, p < 0.04$  (95% CI = [0.03, 0.96]). Esto demuestra que existen diferencias entre los estudiantes del grupo de intervención y de referencia con respecto al rendimiento académico después de realizar las actividades en Chems sketch.

### Experiencias con estudiantes

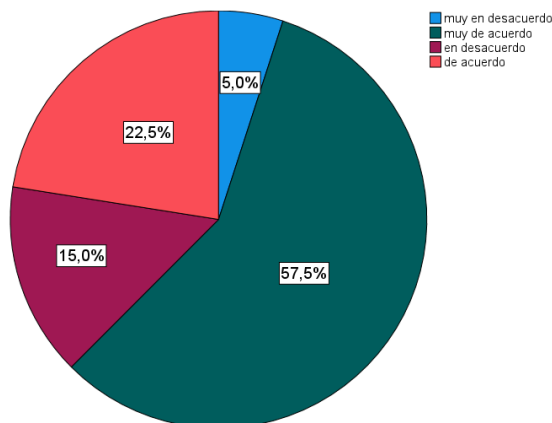
Para recoger las anécdotas y experiencias de los estudiantes respecto de esta nueva forma de abordar el aprendizaje de química orgánica a través de una forma didáctica, se construyeron cinco preguntas, para conocer si este recurso es un aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tras el análisis de las preguntas en la figura 5, un 85,0 % menciona que el uso de Chems sketch optimiza el aprendizaje de química orgánica (62,50 % "muy de acuerdo" y 22,50 % "de acuerdo"). Por su parte, un 15,0 % manifestaron que Chems sketch no resultó eficaz para el aprendizaje (7,50 % "en desacuerdo" y 7,50 % "muy en desacuerdo").

Mientras, en la pregunta de la figura 6, el 80 % de encuestados están "muy de acuerdo" y "de acuerdo" con que la inclusión de Chems sketch es una alternativa pedagógica innovadora para el estudio de química orgánica. Por otro lado, un 20,0 % de los participantes expresó estar "en desacuerdo" y "muy en desacuerdo", indicando una tendencia negativa hacia el factor de utilidad de Chems sketch.



**Figura 5.** ¿Considera que el uso de Chems sketch optimiza el aprendizaje de química orgánica?



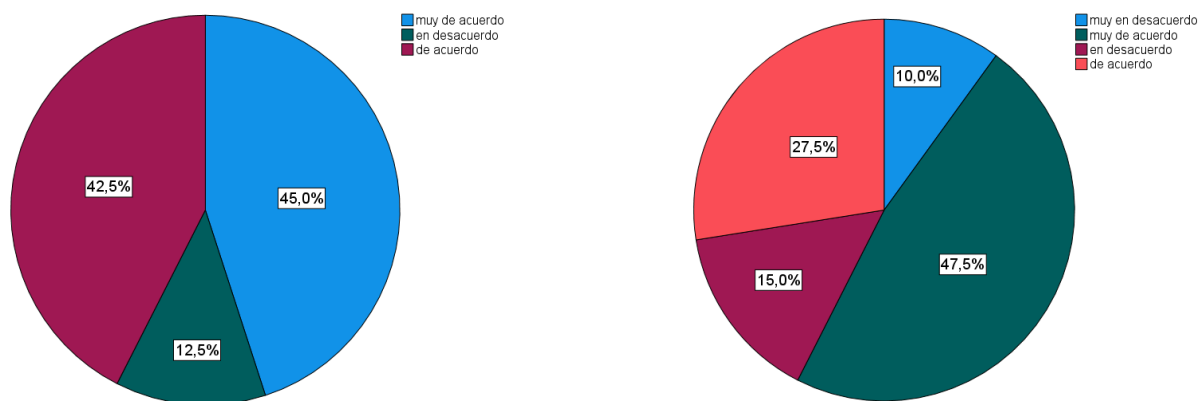
**Figura 6.** ¿Chems sketch se ve como una alternativa pedagógica innovadora para la enseñanza-aprendizaje de química orgánica?

Con respecto a la pregunta de la figura 7, el 15,0 % mencionó estar "en desacuerdo" y el 10,0 % "muy en desacuerdo", que los estudiantes mejoraron sus habilidades para nombrar, dibujar y deducir las diferentes estructuras orgánicas. Por lo contrario, un 75,0 % asumieron que mediante Chems sketch mejoró dichas habilidades (47,5 % "muy de acuerdo" y 27,5 % "de acuerdo").

En cambio, en la figura 8, el 87,5 % de los encuestados respondió estar "de acuerdo" o "muy de acuerdo" con que las actividades realizadas en Chems sketch ayudaron a comprender las

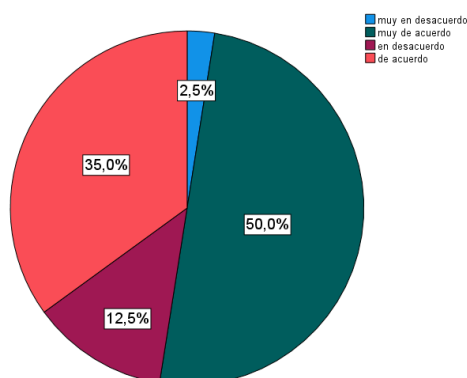


estructuras y propiedades. No obstante, una notable cantidad de encuestados (40,0 %) difieren en esta pregunta. Quienes manifestaron estar en desacuerdo con que Chems sketch ayudó a entender las estructuras y las propiedades de las moléculas.



**Figura 7.** ¿Las experiencias utilizando Chems sketch mejoraron mis habilidades para nombrar, dibujar y deducir estructuras orgánicas?  
**Figura 8.** ¿Chems sketch como recurso didáctico ayuda a comprender las estructuras y propiedades de las moléculas orgánicas?

Finalmente, en la figura 9 se observa que del 100% de los encuestados, el 50,0 % y el 35,0 % indican estar muy de acuerdo y de acuerdo que les gustaron las clases de química utilizando Chems sketch. Es decir, un 85,0 % del alumnado considera beneficioso su empleo en el aprendizaje de química orgánica.



**Figura 9.** Me gustan las clases de química utilizando Chems sketch.

## DISCUSIÓN

El estudio reitera el potencial de los recursos digitales como medios didácticos para facilitar en gran medida la tarea de enseñar y aprender, mejorando de esta manera la productividad en el proceso pedagógico (Sampaolesi et al., 2023). Además, Parra Vallejo (2023) menciona que “la utilización de una variedad de herramientas, actividades creativas, interactivas, y

dinámicas bien organizadas hacen que el proceso de aprendizaje sea relevante, motivador y significativo". (p. 107)

Así, Vizcarra y Vizcarra (2021) exponen que existen varias formas para transformar la enseñanza de la Química que despiertan el interés y la motivación de los estudiantes, ofreciendo experiencias de aprendizaje más enriquecedoras y significativas.

Los resultados expuestos muestran que Chems sketch es una herramienta educativa que permite diseñar actividades interactivas para facilitar el aprendizaje de Química Orgánica, esto gracias a que posee una interfaz con varias herramientas para dibujar estructuras, esquematizar reacciones, generar la nomenclatura, determinar propiedades físicas, visualizar estructuras en 3D, calcular la distancia internuclear y ángulos de enlace de los diferentes compuestos orgánicos.

Para establecer si la hipótesis planteada en esta investigación es o no verdadera, se realizó una prueba para verificar su incidencia en el rendimiento académico entre el grupo de intervención y el de referencia. Los valores encontrados ponen de manifiesto que las actividades utilizando Chems sketch mejora significativamente en el aprendizaje de Química Orgánica, con un valor de significancia de 0.04. De igual forma, al examinar los resultados inferenciales, se constata que la media de calificación del grupo de intervención es mayor que la del grupo de referencia, con un valor t de 2,12. Por lo tanto, existe evidencia suficiente para ratificar que el uso de Chems sketch sí influyó en el desempeño académico.

Esto concuerda con el estudio de Becerril y Chávez (2016), quien menciona que Chems sketch mejora el desempeño académico de estudiantes. Esto recae en que para los estudiantes que lo utilizaron, la interactividad de Chems sketch puede facilitar el estudio de características y propiedades de los principales grupos funcionales orgánicos y de su nomenclatura. También Barradas Arenas et al. (2023) refuerza lo anterior, quien concluye que el uso de simuladores brinda oportunidades nuevas de adquirir nuevos conocimientos a los estudiantes, de esta manera su aprendizaje sale de la monotonía, y se vuelve más fácil de aprender (Becerril y Chávez, 2016). Por lo tanto, se reconoce la importancia de utilizar simuladores moleculares para lograr un aprendizaje más significativo.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el 85,0 % de los estudiantes consideran que Chems sketch como recurso didáctico optimiza el aprendizaje de química orgánica y al mismo 85,0 % les gustaron las clases de química orgánica al trabajar con el software. Estas aseveraciones quedan reflejadas en que al 80,0 % de los alumnos lo ven como una alternativa innovadora. Asimismo, el 75,0 % de los estudiantes mejoraron sus habilidades cognitivas gracias al uso de Chems sketch y el 87,5 % de los alumnos comprendieron mejor las estructuras y propiedades de las moléculas orgánicas dibujadas con Chems sketch, abordando uno de los mayores desafíos en la enseñanza de la química orgánica: la visualización y comprensión de las estructuras moleculares en tres dimensiones. Según Orrego y Aimacaña (2023)



Chemsketch "facilita la formulación de la nomenclatura, el diseño tridimensional y la predicción de las propiedades de los compuestos formulados" (p. 149). También, al no dar demasiadas instrucciones; sólo se requirió de algunos conceptos básicos, llevó a que el alumno realice la actividad por sí solo, fomentando su autoaprendizaje. Ya que para los estudiantes

[...] que tienen grandes habilidades para el uso de la computadora, les resultó interesante, fácil de usar y atractivo, en el sentido de que mediante su aplicación pueden ir aprendiendo tanto las características de los diferentes grupos funcionales, como asignar el nombre IUPAC de las estructuras que van dibujando. (Becerril y Chávez, 2016, p. 2)

En conjunto, estos resultados indican que mediante el uso de Chemsketch los estudiantes pueden poner en práctica los nuevos conocimientos para adquirir otros más complejos; , por tanto, aún es indudable la asesoría del docente en la integración de tecnologías innovadoras en el aula para potenciar el aprendizaje y la participación (Jara et al., 2024).

## CONCLUSIONES

La aplicación de Chemsketch, al integrarse con casos de estudio, produjo una mejora altamente significativa en el aprendizaje de química orgánica de los estudiantes de tercer año del bachillerato general unificado, tal como lo demuestra la prueba de hipótesis según el estadístico t de Student, cuyo valor obtenido fue de 2.12 entre los grupos intervención y referencia con una diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ ). Las evaluaciones periódicas mostraron un incremento en las calificaciones promedio, evidenciando que el uso de herramientas tecnológicas innovadoras como Chemsketch puede ser una estrategia pedagógica efectiva para enriquecer la enseñanza en el nivel secundario.

Las actividades experimentales desarrolladas con Chemsketch captaron el interés de los alumnos, haciéndolos más propensos a involucrarse en las actividades de aprendizaje y mostrando una actitud más positiva hacia la química orgánica. El 85.0 % de los estudiantes indicaron que el uso de esta herramienta optimiza el aprendizaje de la química orgánica, lo que se tradujo en una mayor dedicación al estudio y en la realización de tareas complementarias. Esto promovió un gusto por el estudio de la asignatura, una cultura de autoaprendizaje y una curiosidad científica en los estudiantes.

## REFERENCIAS

Barradas Arenas, U. D., Cocón Juárez, J. F., Pérez Cruz, D., y Vázquez Aragón, M. d. R. (2023). El Impacto de los Simuladores en el Aprendizaje de los Sistemas Digitales. *Revista Docentes 2.0*, 16(1), 67–76. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i1.350>



- Becerril, F. y Chávez, L. M. (2016). *Chemsketch para aprender química orgánica*. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/32907>
- Bizzio, M. Á., Guirado, A. M., y Maturano Arrabal, C. I. (2024). Uso de simulaciones científicas interactivas para fortalecer la formación inicial de docentes de Química. *Revista Educación*, 48(1), 1-20. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.56052>
- Buitrago, Y. del C. (2012). *Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional UNC. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9719>
- Chonillo Sislema, L., Heredia Gavin, D., Chayña Apaza, J., Ramos Pineda, Z., y Sánchez Solórzano, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista Innova Educación*, 6(1), 71–88. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005>
- Chonillo Sislema, L. O. (2024). La herramienta interactiva liveworksheet como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de química. *Chakiñan, Revista de ciencias sociales y humanidades*, 22, 85–99. <https://doi.org/10.37135/chk.002.22.05>
- Gómez, M. R. (2011). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, 19(3), 201. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.3.25832>
- Guillen, O. R., Cerna, B. F., Minami, R., Reyes, F., y Martínez, E. A. (2019). *Guía práctica de SPSS para diseños paramétricos y no paramétricos*. Biblioteca Nacional del Perú. <https://tinyurl.com/2s4kcsyn>
- Hernández, M. Á., y Benítez, A. A. (2018). La enseñanza de las ciencias experimentales a partir del conocimiento pedagógico de contenido. *Innovación educativa (México, DF)*, 18(77), 141–163. <https://n9.cl/y421b>
- INEVAL. (2023). *Informe nacional Ser Estudiante del nivel de Bachillerato*. <https://n9.cl/5stvu>
- Jara, N., Cayllahua, R., y Cayllahua, M. L. (2024). Recursos didácticos digitales en la creatividad de estudiantes de educación primaria. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(33), 650–659. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i33.749>
- Layza, P. A., Andrade, E. M., Fabián, G. E., y Torres, G. N. (2022). Las TIC en la enseñanza de la química: Una revisión sistemática. *TecnoHumanismo*, 2(3), 1–22. <https://doi.org/10.53673/th.v2i3.173>
- Marcano, K. (2020). Estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje de “Los elementos químicos y su información en la tabla periódica”. *Revista Educación las Américas*, 10, 84–105. <https://doi.org/10.35811/rea.v10i0.96>
- Ministerio de Educación. (2019). *Currículo de los niveles de educación obligatoria*. ME. <https://n9.cl/mnlj>



- Narváez, N. K. (2024). *Plataforma virtual Jimdo como recurso de aprendizaje de Química Orgánica con estudiantes de sexto semestre de Pedagogía de Ciencias Experimentales Química y Biología* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio digital. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12564>
- Orrego, M., y Aimacaña, C. (2023). El ChemSketch en el aprendizaje de Química Orgánica. En C. P. Naranjo (Ed.), *Educación: Nuevas Perspectivas* (pp. 137–152). <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.95>
- Parra Vallejo, M. J. (2023). Estrategia Didáctica Enfocada en el B-Learning y el Pensamiento Computacional para Fortalecer el Aprendizaje Matemático. *Revista Docentes 2.0*, 16(1), 95–108. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i1.361>
- Perez Rivero, M., Valdivia, A., y Giamatteo, L. y Montañó-Osorio, C. y Vargas-Rodríguez, Y. (2019). Didactic Strategy for Learning and Teaching of Functional Groups in High School Chemistry. *Science Education International*, 30(2), 85–91. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i2.1>
- Rodriguez, Y., Obaya, A. E., y Vargas Rodriguez, Y. (2021). ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education. *International Journal of Educational Technology and Learning*, 10(2), 56–67. <https://doi.org/10.20448/2003.102.56.67>
- Sampaolesi, S., Barraqué, F., Briand, L. E., y Vetere, V. (2023). El recurso audiovisual como complemento al trabajo experimental en Química. Elaboración de una colección de videos y su socialización en una plataforma de libre acceso. *Educación Química*, 34(3), 32–41. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.3.83833>
- Vargas, Y. M., Obaya, A. E., Sosa, P., Rivero, D., y Lima, S. (2023). El cubo RUBIQUIM como herramienta en el aprendizaje basado en juegos para la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica de sales binarias. *Educación Química*, 34(3), 143–161. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.3.84724>
- Villacreses, E. G., Lucio, A. d. J., y Romero, C. H. (2017). Los recursos didácticos y el aprendizaje significativo en los estudiantes de bachillerato. *Revista Científica Sinapsis*, 2(9). <https://doi.org/10.37117/s.v2i9.94>
- Vizcarra, Y. A., y Vizcarra, A. M. (2021). Laboratorio portátil y aprendizaje de la Química. *Educación Química*, 32(2), 37. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.72724>

