



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



JOB π BS

DACB • UJAT

Journal of Basic Sciences

Volumen 10 • número 28 • mayo-agosto 2024

ISSN:2448-4997

<https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs>



Es grato entregar a los lectores el número 28 del Journal of Basic Sciences, en donde se han integrado reportes de investigación alrededor de diferentes temáticas, con aspectos que cubren la búsqueda de estrategias sostenibles, el desarrollo de la ciencia de los materiales y aportaciones dirigidas a la enseñanza de las ciencias. Así, se presenta el desarrollo de una propuesta para la síntesis de bioplásticos a partir de un desecho agroindustrial como lo es la pectina, la cual se considera un recurso renovable y de fácil acceso. Mediante una serie de transformaciones químicas, se logró la obtención de un material polimérico con propiedades apropiadas para procesos térmicos. Por otro lado, ante la problemática derivada de una gestión inadecuada de residuos plásticos, se cuenta con estrategias de reciclaje de este tipo de materiales, con lo que se logran beneficios tanto al medio ambiente como a la economía, derivado de lo anterior, se desarrolló un estudio para reciclar polietileno de alta densidad para generar soportes que pueden ser empleados en la reparación de mobiliario escolar, proponiendo así una alternativa viable para reducir los residuos plásticos, obteniendo un material práctico con un gran potencial de utilidad. La ciencia de los materiales persigue el diseño y obtención de nuevas sustancias destinadas a cumplir funciones específicas, en función de un diseño apropiado de sus propiedades, en este tenor, se presenta un reporte para la obtención de materiales híbridos preparados a partir de grafito convenientemente tratado, con la finalidad de obtener electrodos para supercondensadores, que puedan tener una alta capacidad de almacenamiento energético. Este proceso se describe como económico y con la ventaja de poder ser realizado en un tiempo relativamente corto. Continuando con el diseño de nuevos materiales, se presenta la obtención de zeolitas modificadas con cobre mediante un proceso mecanoquímico. Este tipo de modificaciones permite generar propiedades novedosas, con aplicaciones inusuales. En el reporte incluido en este número, se describe la preparación de la zeolita modificada, su caracterización estructural y la comparación contra el material original, con la finalidad de estudiar el efecto del proceso aplicado. En otro orden de ideas, se incluye una contribución que explora el desarrollo de un recurso didáctico para aplicarlo en el aprendizaje de la química. Específicamente, se propone una estrategia lúdica basada en un cómic para facilitar la adquisición de conocimientos relacionados con la simetría molecular. Al mostrar diferentes facetas en donde se ve involucrado el desarrollo de las ciencias básicas, se espera que este número cumpla con las expectativas y resulte de interés para la comunidad de lectores del Journal of Basic Sciences.

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

- Lic. Guillermo Narváz Osorio. Rector
- Dr. Luis Manuel Hernández Govea. Secretario de Servicios Académicos
- Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez. Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación
- Dr. Pablo Marín Olán. Director de Difusión, Divulgación Científica y Tecnológica

Directorio Divisional

División Académica de Ciencias Básicas

- Dra. Hermicenda Pérez Vidal. Directora
- Dr. Luis Manuel Martínez González. Coordinador de Investigación
- M.C. Abel Cortazar May. Coordinador de Docencia
- L.Q. Esmeralda León Ramos. Coordinador de Difusión Cultural y Extensión

Comité Editorial

- Dr. Carlos Ernesto Lobato García. Editor en Jefe
- Dr. Adib Abiu Silahua Pavón. Gestor Editorial
- Mtra. Claudia Gisela Vázquez Cruz. Editora Asociada. Actuaría
- Mtra. María Hortensia Almaguer Cantú. Editora Asociada. Ciencias de la Computación
- Dr. José Arnold González Garrido. Editor Asociado. Ciencias Farmacéuticas
- Dr. José Luis Benítez Benítez. Editor Asociado. Física
- Mtro. Guillermo Chávez Hernández. Editor Asociado. Geofísica
- Dra. Addy Margarita Bolívar Cimé. Editora Asociada. Matemáticas
- Dra. Nancy Romero Ceronio. Editoria Asociada. Química



CONTENIDO

	Pag.
Pectin Extracted from Orange Peel (Citrus Sinensis) to Obtain Bioplastic: Synergistic Effects with Alginate	1-9
Sustitución Sostenible del Tablero de MDF-Melamina en Mesas Binarias Desechadas en Instituciones de Educación Superior	10-21
Exfoliación mecánica relevante en la síntesis de materiales tipo polioxometalatos y GO	22-35
Síntesis mecanoquímica de zeolita A modificada con Cu	36-42
Implementación de un cómic para la enseñanza de simetría molecular en química	43-55

Implementación de un cómic para la enseñanza de simetría molecular en química

Hernández de la Cruz, R¹, Romero-Ceronio, N¹, Lobato-García, C., E.¹, Vilchis-Reyes M., A¹. Frías-Méndez, R¹. Acosta Pérez, L., I.^{1*}

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Km. 1 Carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez, A.P. 24, Cunduacán, C.P. 86690, Tabasco, México. teléfono: 9331333508

*lap00012@docente.ujat.mx

Resumen

En este estudio, se exploró el uso del cómic como material didáctico en la enseñanza de la simetría molecular para estudiantes del área de química de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. El comic está diseñado con el propósito de facilitar la adquisición de conocimientos en temas químicos complejos a través de un aprendizaje lúdico, sencillo, creativo y eficaz, para promover el aprendizaje significativo y estrategias cognitivas. La investigación se llevó a cabo con un enfoque mixto, se utilizó la técnica de recolección de datos por medio de encuestas en dos partes. Los datos recopilados fueron tabulados mediante gráficos de barras y de pastel para su posterior análisis. En términos de proporciones, se observó un incremento significativo en el número de respuestas correctas tras la lectura del cómic. Específicamente, la tasa de aciertos aumentó de un 30.6% inicial a un 55.6% posterior a la intervención con el cómic.

Palabras claves: Enseñanza de la química, cómic, aprendizaje significativo, estrategia cognitiva y material didáctico.

Abstract

Herein we explore the use of a comic book as didactic material in the teaching of molecular symmetry for organic chemistry students at Juárez Autonomous University of Tabasco. The comic was designed with the purpose of facilitating knowledge acquisition of complicated chemical topics through play-based, simple, creative, and effective learning, to promote meaningful understanding and cognitive strategies. The research was carried out with a mixed approach, and a two-part survey technique was used to collect data. The collected data were tabulated using bar and pie charts for further analysis. In terms of proportions, a significant increase in the number of correct answers was observed after reading the comic book. Specifically, the correct rate increased from 30.6% initially to 55.6% after the intervention with the comic.

Keywords: Teaching chemistry, comics, meaningful learning, cognitive strategy, and teaching material

Recibido: 07 de junio de 2024, Aceptado: 14 de agosto de 2024, Publicado: 30 de agosto de 2024

1. Introducción

Las moléculas presentan un arreglo espacial específico que puede determinar su simetría. Esta se puede definir a través de elementos y operaciones de simetría [1]. Una operación de simetría se refiere a una acción, en donde se aplica un elemento, que al realizarse no se distingue el estado final de la molécula respecto a su estado original. Estas acciones u operaciones son: identidad, rotación, reflexión e inversión. Por otro lado, los elementos de simetría son: puntos, líneas o planos, en los que se lleva a cabo la operación de simetría [2].

La simetría molecular tiene una amplia relevancia en diversos campos. Se sabe que las propiedades físicas de los compuestos dependen de la estructura molecular de los mismo, así bien la simetría molecular puede ayudar a establecer argumentos para predecir ciertas propiedades, como la rotación de la luz polarizada. También, la geometría molecular contribuyó para que los científicos pudieran proponer teorías para explicar el enlace covalente [3]. En consecuencia, la geometría molecular es un tema indiscutiblemente esencial dentro del currículo de las licenciaturas del área de química, sin embargo, la enseñanza de este tópico representa un desafío tanto para el docente como para los estudiantes.

Por otro lado, en los últimos años, se ha observado un incremento en el número de cómics publicados. Un ejemplo notable es la editorial Panini Manga en España, que ha experimentado un aumento en la publicación de cómics desde 2013 hasta 2022, según las estadísticas publicadas por Statista en 2023 [4]. Hoy en día, los cómics abordan una amplia variedad de temas, incluyendo áreas científicas como la química [5].

Los cómics pueden ser una herramienta interesante para la divulgación científica, ya que permiten dramatizar temas científicos y hacer que el lector se involucre en el tema [6-7], de cierta manera el cómic es una representación de temas planteados en la vida cotidiana, ordenados para llamar la atención del receptor. En él se presentan conceptos o ideas que pueden ser tanto aceptados como rechazados por la sociedad [8]. Por consiguiente, el cómic es considerado un medio de difusión masiva, dirigido a un gran número de personas y la lectura de este puede influir en ellas de manera directa o indirecta [9].

Por lo tanto, el cómic puede ser una estrategia metodológica efectiva en la pedagogía, por su composición tiene la facilidad de captar la atención de los estudiantes [10]. De modo que, en la educación, los comics pueden ayudar a simplificar temas complejos y hacerlos más accesibles y comprensibles para una audiencia más amplia [11], como se ha podido observar en distintos autores. Según un estudio de Aquino et ál. [12], el cómic puede mejorar la relación entre el alumno y el docente, aumentar la motivación y mejorar el rendimiento en las evaluaciones posteriores.

En el caso de la química, las ilustraciones pueden ayudar a visualizar estructuras moleculares, reacciones químicas y propiedades de los elementos. Además, cuando se presentan de manera creativa, las imágenes pueden captar la atención de los estudiantes y hacer que el aprendizaje sea más atractivo [5], en donde, las estrategias cognitivas permiten a los alumnos interactuar, analizar y criticar la información, fomentando así el aprendizaje, el pensamiento y la creatividad. Esta interacción permite que el profesor facilite la información a través de estrategias y recursos variados y atractivos en comparación con los de antes [13].

De allí la importancia de diseñar e implementar un comic como herramienta didáctica para ayudar en la formación de los alumnos. En esta investigación se presenta el uso del comic como material didáctico en la

enseñanza de los principios básicos de simetría molecular. El estudio se realizó con una muestra de 32 estudiantes del área de química de la División Académica de Ciencias Básicas (DACB), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), con el fin de promover en los estudiantes el aprendizaje significativo por medio de estrategias cognitivas cercanas a ellos como es el comic.

2. Aspectos teóricos

El aprendizaje es un elemento crucial en el ámbito educativo. Este proceso se regula y organiza de acuerdo con el entorno en el que se encuentran los estudiantes, con el objetivo de motivarlos y fomentar su crecimiento durante el proceso de aprendizaje [9]. En este proceso, tanto los educadores como los estudiantes se involucran activamente, utilizando diversos recursos de aprendizaje para alcanzar los objetivos establecidos. La importancia del aprendizaje radica en su universalidad; puede ocurrir en cualquier lugar, ya sea en la escuela, en casa o en cualquier otro entorno de la vida cotidiana. Además, el aprendizaje puede suceder en cualquier momento, sin limitaciones.

A lo largo de la historia, las imágenes han servido como un medio ilustrativo capaz de transmitir sucesos, ya sean reales o imaginarios. Las imágenes, siendo un medio visual, pueden comunicar información a través de lo que se representa en ellas. Con el paso de los años, en 1984, estas imágenes continuas se fusionaron con la escritura, transformándose en una forma de expresión artística conocida como cómic [14].

Un cómic es una serie de sucesos conectados cronológicamente a través de imágenes y diálogos. Existen diversas interpretaciones de lo que es un cómic, como la de Sealtiel Alatraste, quien menciona que el cómic es una secuencia de viñetas que presentan las acciones y actitudes de cada uno de los personajes, destacando que cada uno es único. Es importante recalcar que el cómic es un medio de difusión masivo, capaz de transmitir información a través de diálogos, imágenes, planos, viñetas, entre otros elementos. Estos elementos acompañan la historia desde el inicio hasta el final, siguiendo una línea temporal que marca un antes y un después. Por lo tanto, siendo un medio de difusión masiva, puede ser creado por cualquier persona y utilizado para diversos temas [14].

Como docentes la principal función es enseñar, para lo cual se hace uso de diversas estrategias basadas en corrientes educativas. Se parte desde la definición de enseñar como un proceso que guía y facilita el aprendizaje humano, durante el cual se transmite información del profesor al alumno [15]. No obstante, existen varias perspectivas sobre la enseñanza. Por ejemplo, Rochina et ál. [16] sostienen que la enseñanza implica organizar conceptos científicos para aplicarlos en los alumnos, para enriquecer y expandir los recursos humanos. Por otro lado, Granata et ál. [17] ven la enseñanza como una actividad social en la que las personas pueden influir en los demás, y esta influencia se manifiesta en función de su determinación y necesidades. Con base en lo anterior, la enseñanza es una actividad organizada y social en las que se transmite conocimientos e ideas de profesor a alumno, durante este proceso las instrucciones dadas enriquecen los conocimientos en el alumno.

En el pasado, los alumnos solían estar menos involucrados en su proceso de aprendizaje debido a la prevalencia de modelos educativos tradicionales, donde los docentes proporcionaban la información directamente a los alumnos sin mucha interacción. Actualmente, los enfoques modernos promueven una interacción entre docentes y alumnos, esta interacción es la base para lograr un aprendizaje significativo y acompaña los procesos cognitivos, para generar una estrategia de enseñanza efectiva según Talanquer [18].

Para que una persona adquiriera nuevo conocimiento, ésta deberá de darle sentido a la información que se le proporciona, conectando y procesando la nueva información con los conocimientos previos. El uso de representaciones visuales, como dibujos, gráficos o diagramas, puede facilitar el aprendizaje, ya que ayuda a simplificar la información y promueve el aprendizaje, lo que favorece la retención y la recuperación de información a largo plazo y así dar respuestas con menor esfuerzo ante un problema propuesto. El conocimiento regresa de manera casi automática, todo esto debido al uso de una estructura cognitiva establecida desde un inicio [18].

Los materiales didácticos en el aula representan una herramienta valiosa que los docentes pueden emplear para hacer la enseñanza más interactiva y efectiva, facilitando así la transmisión de conocimientos durante el proceso de aprendizaje. Estos recursos permiten que el estudiante se conecte de manera más práctica y entretenida con los contenidos de su formación [19]. La elaboración de material didáctico involucra elementos que puedan captar la atención del estudiante, como aspectos auditivos, visuales o figuras, encaminado a propiciar un medio para el aprendizaje significativo [20].

Como se mencionó en la introducción, el entendimiento de la simetría molecular puede ser un desafío para los estudiantes, ya que a menudo encuentran dificultades para visualizar estructuras tridimensionales. Sin embargo, hoy en día existen cada vez más recursos de aprendizaje que pueden asistir en este aspecto. Estos recursos abarcan desde métodos físicos o manuales hasta el uso de tecnologías avanzadas como aplicaciones o programas informáticos. En estos, se pueden observar los elementos y operaciones de simetría de diversas moléculas que se están estudiando. Esta facilidad para identificar modelos en 2D y 3D y aplicar las diferentes operaciones de simetría, no solo facilita el aprendizaje, sino que también fomenta el interés de los estudiantes en la simetría molecular [21].

El inicio del estudio de la simetría molecular puede resultar confuso para los estudiantes. Imaginar y realizar operaciones de simetría mentalmente puede ser especialmente desafiante cuando se agregan más átomos a las moléculas, ya que esto complica su visualización mental. Las aplicaciones digitales pueden ser una herramienta eficaz en este contexto, ya que proporcionan a los alumnos un catálogo de moléculas para elegir y visualizar junto con sus operaciones de simetría [22].

Los modelos físicos y virtuales, ambos facilitan el aprendizaje y la visualización de la simetría molecular para los estudiantes. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Rattanapirun et al. [22], en el que se emplearon diversas tareas que implicaban la creación de modelos en 2D y 3D. Estas tareas incluían la formulación de preguntas, la observación y la generación de conclusiones propias por parte de los estudiantes, todo con el objetivo de aprender y reforzar los conceptos de la simetría molecular

La comprensión visoespacial puede ser potenciada por diversas modalidades, aunque aún existe un amplio margen para la investigación en este campo. En el ámbito de la química, la visualización juega un papel fundamental en la creación de materiales didácticos. La interacción de los estudiantes con herramientas digitales puede ser una opción valiosa para aprender y visualizar ciertos temas en química. Según Nicola, esta interacción puede ser especialmente útil en la enseñanza de la química, donde la visualización es una habilidad esencial [23].

La simetría juega un papel crucial en la química, ya que su comprensión permite descifrar patrones y estructuras. Esta se aplica en diversas áreas de la química, incluyendo el estado sólido, la simetría en los orbitales y la química orgánica. Existen estudios que han explorado la simetría molecular y su impacto en

el aprendizaje de los estudiantes, destacando el uso de representaciones químicas y la percepción de los estudiantes al utilizar modelos tangibles. Estas actividades involucran objetos, guías y herramientas de visualización [24].

Los químicos a menudo recurren al razonamiento visual cuando interpretan representaciones 2D en papel. Este es un aspecto esencial del aprendizaje, ya que las moléculas pueden ser predichas y visualizadas en una variedad de formatos. Desarrollar esta capacidad de visualización es fundamental para un aprendizaje efectivo [25].

Según Tuvi et al. [26], el uso de herramientas digitales para la visualización en 3D de moléculas ha demostrado ser beneficioso para los estudiantes. Estas herramientas no solo mejoran el aprendizaje, sino que también ayudan a superar diversas dificultades, como la visualización de moléculas complejas. Este hallazgo está respaldado por entrevistas realizadas a los estudiantes después de la implementación de estas herramientas. Dibujar moléculas de manera digital se ha convertido en un método didáctico efectivo para definir los elementos de simetría de cualquier molécula que se esté estudiando

3. Metodología diseño, elaboración y evaluación del cómic

El estudio se realizó en tres etapas. En la primera etapa, se realizó el diseño del cómic, se comenzó con la selección de un tema central disciplinar dentro del área de la química, una vez seleccionado el tema de geometría molecular se procedió a la redacción del guion. Este guion se centró en desarrollar una historia con diálogos coherentes y técnicos. Después, se avanzó a la fase artística, en la que se realizaron bocetos hasta alcanzar el diseño preliminar de la historieta. A continuación, el comic fue evaluado por expertos, se contó con la colaboración de dos profesionales de química y un profesor del área de educación, con sus recomendaciones y opiniones se mejoró tanto la parte disciplinar como la parte pedagógica del mismo.

Posteriormente, se avanzó a la segunda etapa el diseño del instrumento y la selección de la muestra. Como instrumento de evaluación se optó por el cuestionario. Este consta de seis preguntas, cinco de ellas disciplinares cuatro de opción múltiple con tres respuestas enumeradas de la a) a la c) y una pregunta de relacionar columnas, finalmente una pregunta abierta para conocer la opinión sobre el uso del comic como método de aprendizaje. La selección de la muestra fue mediante un muestreo no probabilístico intencional. La investigación se llevó a cabo en División Académica de Ciencias Básicas (DACB) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). La muestra está formada por un total de 32 estudiantes de entre segundo y quinto ciclo matriculados en las carreras del área de química que oferta la DACB-UJAT.

En la tercera etapa se procedió a la recolección y análisis de datos, para la evaluación del comic como material didáctico se utilizó la técnica de la encuesta en dos pasos. En el primer paso, antes de que los alumnos leyeran el cómic, se aplicó el cuestionario previamente diseñado, sin la pregunta abierta, con un tiempo de contestación de aproximadamente 20 minutos. Una vez terminado el primer paso, se procedió al segundo paso, en el que se puso a disposición de los alumnos el cómic en formato físico (no digital) con un tiempo de lectura de aproximadamente 15 minutos. Después de su lectura, se le aplicó nuevamente el cuestionario, con la excepción de que esta vez en la encuesta se le incluyó una última pregunta abierta al final:

¿Qué les pareció este método de aprendizaje basado en la lectura de un cómic?

Para el análisis de los datos recolectados se tomaron los siguientes criterios, no se consideró el género, licenciatura o avance curricular del estudiante, solo se consideró el número de aciertos obtenidos. Las respuestas de cada pregunta se agruparon en antes y después con el propósito de conocer si hubo un incremento en el número de respuestas correctas posterior a la lectura del comic. Para las tabulaciones respectivas se utilizó el programa Excel de Microsoft®. Los resultados se presentan en gráficas de barra y pastel lo que facilitó el análisis del conocimiento aprendido y aplicado. Para calcular la proporción de aciertos antes y después de la lectura del comic se utilizó las siguientes ecuaciones, se estableció que el número de aciertos totales es igual a 160 aciertos que corresponde si el 100% de la muestra (32 estudiantes) responde correctamente las cinco preguntas.

$$P_o = (\Sigma AA/160) \times 100 \quad (1)$$

$$P_c = (\Sigma AD/160) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

AA= Aciertos antes de leer el comic

AD= Aciertos después de leer el comic

P_o= Proporción de aciertos antes de leer el comic,

P_c= Proporción de aciertos después de leer el comic

4. Resultados

Este estudio buscó determinar si el cómic puede ser una herramienta eficaz para agrupar y sintetizar información compleja de manera sencilla. El objetivo es que el alumno se involucre con el tema, en este caso, la simetría molecular, un tema incluido en el plan de estudios del área de química. Se propuso una presentación de información en el aula que rompa con lo convencional con un enfoque carismático, cautivador y lúdico, utilizando ilustraciones y diálogos para enriquecer la experiencia de aprendizaje.

La primera etapa del estudio consistió en el diseño del material didáctico tipo comic para la enseñanza de los elementos y operaciones de simetría. El comic consta de 20 páginas con ilustraciones en blanco y negro, el personaje central es una científica que se adentra en el mundo de las moléculas mediante un experimento. Un ejemplo del comic se puede apreciar a continuación en la Figura 1.

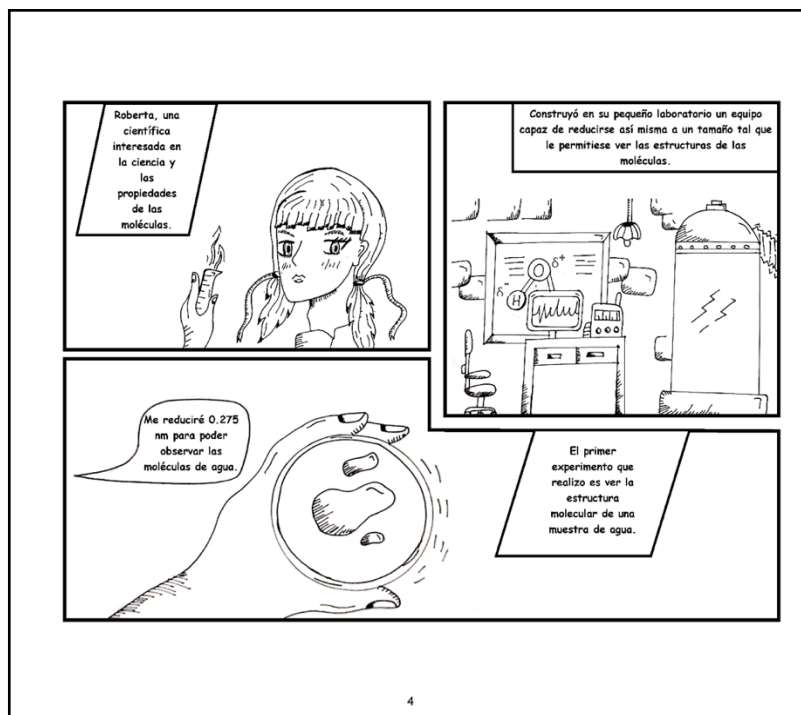


Figura 1. Viñetas del cómic realizado “Pequeñas curiosidades de la ciencia”. Tomado de Acosta-Pérez et al [27].

El comic fue revisado por expertos del área de química y pedagogía, los comentarios y precisiones contribuyeron a mejorar la claridad de la enseñanza de los conceptos mediante las imágenes y el texto. Un ejemplo se muestra en la viñeta que explica la operación de giro C_2 , en la Figura 2, se muestra la viñeta original y la viñeta modificada con base en las observaciones de los expertos.

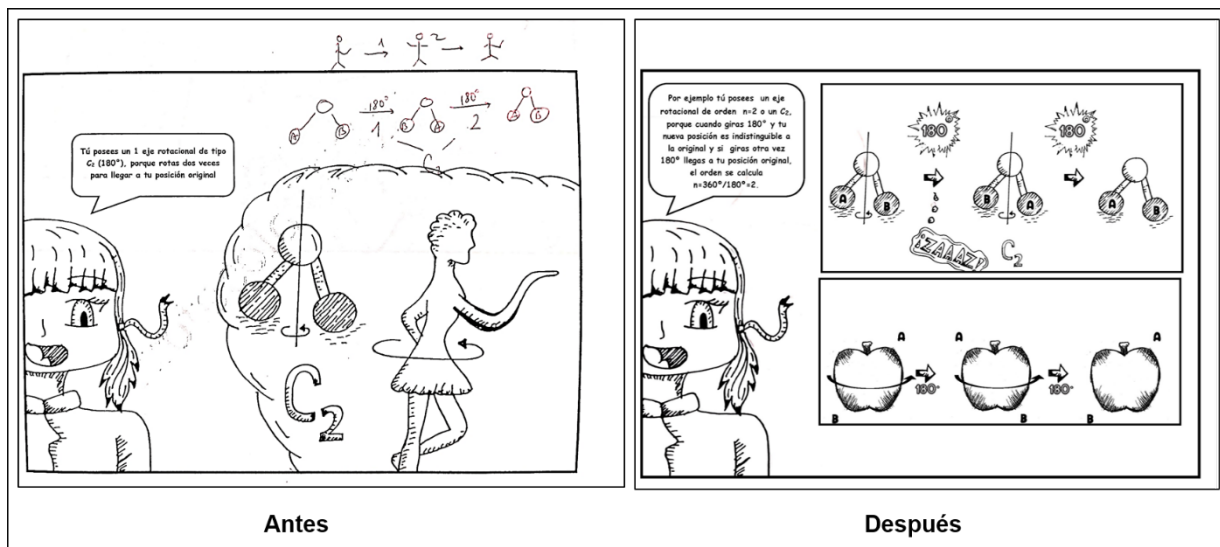


Figura 2. Antes y después revisión de expertos

Posteriormente se procedió a la etapa de evaluación del material didáctico. Los datos obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario se pueden interpretar desde una perspectiva pedagógica, en cuatro de las cinco preguntas se enfocan evaluar si el alumno identifica correctamente conceptos básicos del tema

abordado en el comic, preguntas 1, 2, 3 y 5. Por ejemplo, en la primera pregunta se pide al alumno que seleccione cuando una molécula es simétrica; en la segunda se le pide al alumno que identifique correctamente la lista de los elementos de simetría. Mientras que, en la pregunta tres, se le pide al alumno que relacione el símbolo con elemento de simetría que corresponde; y en la pregunta cinco el alumno debe seleccionar el concepto de grupo puntual. En la pregunta cuatro se evaluó la aplicación de los conceptos, en ella se le presenta al estudiante la molécula del CO_2 y se le pide que seleccione la lista de elementos de simetría presentes en esa molécula. El objetivo era fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes para que llegaran a sus propias conclusiones. En el análisis de los resultados, primero se presenta una discusión de las preguntas 1, 2, 4 y 5, las preguntas 3 y 6 se analizan de forma separada y posteriormente una comparación de proporciones.

En la Figura 3 se presenta un comparativo de las respuestas antes y después de la lectura del comic para las preguntas 1, 2, 4 y 5, de estas las preguntas 1, 2 y 5 son conceptuales y la pregunta 4 es de aplicación. Se calculó el promedio de los porcentajes de aciertos obtenidos por los alumnos antes y después de la lectura del comic, se sumaron los porcentajes de respuestas correctas y se dividió entre el número de preguntas a analizar (4). Antes de la lectura del comic el promedio de los porcentajes de aciertos fue de 36.1%, muchos estudiantes no lograron responder correctamente las preguntas 1, 2, 4 y 5, sin embargo, después de leer el comic este promedio subió al 62.5%, es decir que hubo un notable incremento en el número de alumnos que comprendieron mejor los conceptos y respondieron correctamente las preguntas gracias a la lectura del comic (ver Figura 3).

Estos resultados son consistentes con estudios previos de Kleind y Smaniotto [28], quienes reportaron que el 82.4% de los alumnos consideran a los cómics como una buena herramienta para presentar diversos temas relacionados con la química, a pesar de que el 71% de los alumnos fue su primera experiencia en el que se relacionaron con un comic basado de este tipo, puesto que sus maestros no habían optado por la implementación de esta herramienta didáctica.

Las preguntas uno y dos mostraron un incremento positivo en el porcentaje de respuestas correctas. Esto se debe a que el cómic facilita la familiarización del alumno con el tema a través de ejemplos, gráficas, textos e ilustraciones. Estos elementos promueven la comprensión de la lectura de una manera agradable, atractiva y clara, contribuyendo positivamente al pensamiento crítico, concuerda con lo reportado por Silva et al. [10], quienes mencionan que el contenido debe presentarse con elementos textuales directos, dibujos y tablas.

En la cuarta pregunta, se esperaba que los alumnos aplicaran los conceptos expuestos en el comic y se conservará la tendencia en el aumento del número de aciertos posteriores a la lectura del material. Sin embargo, el porcentaje de respuestas correctas paso del 28% al 34%, si hubo un incremento, pero fue comparativamente menor al observado en las preguntas anteriores (ver Figura 3), este resultado hace evidente la necesidad de complementar con otras herramientas, para ayudar al alumno en la visualización mental de las moléculas en 3D.

En cuanto a la pregunta número cinco, una pregunta conceptual, se conservó la tendencia, se registró un incremento en el porcentaje de aciertos después de la lectura del comic. El comic permitió a los estudiantes recordar conceptos de manera interactiva, curiosa y divertida, (ver Figura 3). Lo que corrobora lo expuesto por Balestiero et al. [6], en su estudio basado en lectura de comics y realización de actividades a alumnos relacionados en el área de química, encontró más del 70% de los encuestados consideran que, el cómic

fácil de entender, más del 50% concuerda que la combinación del lenguaje narrativo e ilustrativo facilita es un elemento que facilita la lectura del comic, más del 80% está de acuerdo que el comic contribuye en el desarrollo del aprendizaje. Los resultados obtenidos en las preguntas 1, 2, 4 y 5 hasta ahora concuerdan, el cómic es una propuesta factible en la de conceptos básicos de simetría molecular.

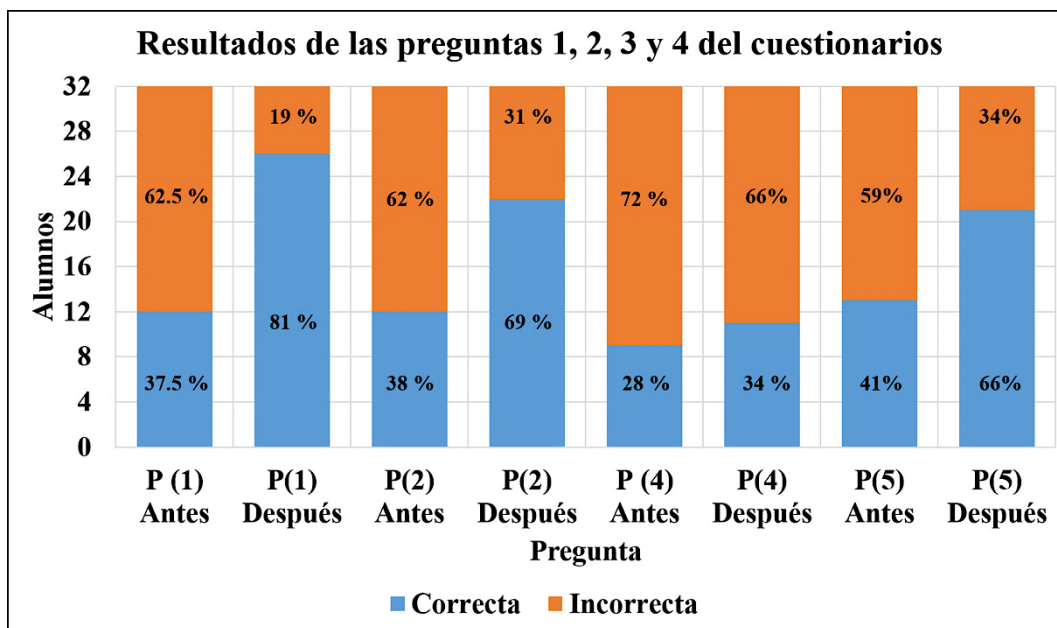


Figura 3. Resultados del cuestionario pregunta 1, 2, 4 y 5(P=pregunta)

La pregunta tres se centró en la relación de símbolo con el elemento de simetría correspondiente, mediante relacionar dos columnas en cinco incisos, es decir es una pregunta conceptual. Para analizar los resultados de la pregunta 3, se optó por agrupar los datos en dos conjuntos: El primero se formó con aquellos que tuvieron dos o menos aciertos y el segundo grupo se consideró a las respuestas con tres o más aciertos. Como se puede apreciar en la Figura 4, antes de leer el comic el 91% de los encuestados tuvieron dos aciertos o menos. Sin embargo, después de leer el cómic, este porcentaje se redujo a un 41%, es decir el 59% de los alumnos tuvieron 3 aciertos o más (ver Figura 4).

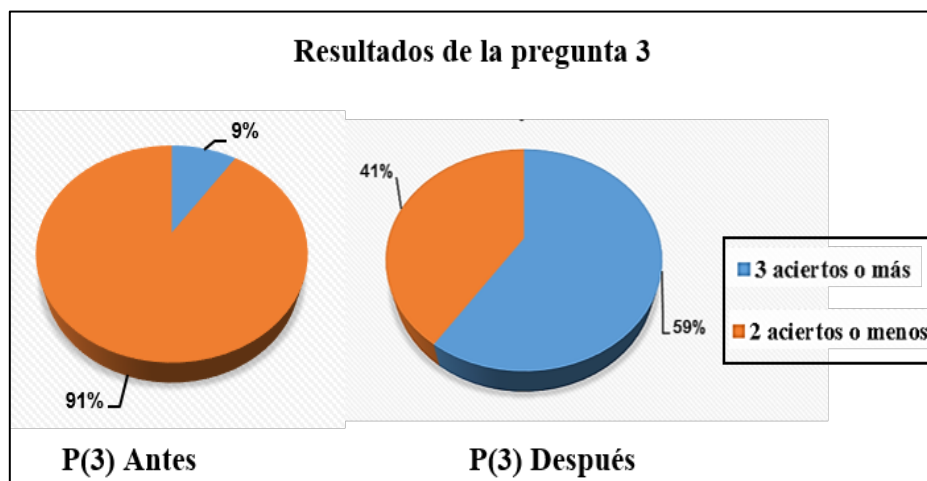


Figura 4. Resultados del cuestionario pregunta tres (P=pregunta)

Los resultados de la pregunta número tres fueron muy alentadores y favorables, se puede atribuir a que el cómic presenta la información de una manera creativa, facilitando la asimilación y la vinculación para relacionar la información. Esta es una dinámica que se aleja de los métodos tradicionales de enseñanza del tema de simetría molecular, el cual suele abordarse con modelos físicos o virtuales tal como señala Rattanapirun et al. [22].

A continuación, se calculó las proporciones de aciertos de antes y después de la lectura del comic. Con las ecuaciones (1) y (2), la proporción de aciertos antes de leer el comic (Po) fue de 30.6 %, mientras que la proporción de aciertos después (Pc) de la lectura del comic fue del 55.6%, lo que indica que Pc fue mayor en aproximadamente 20 puntos porcentuales. Este resultado se ve reforzado por la percepción de los alumnos después de utilizar el cómic. Los estudiantes expresaron sus opiniones en la pregunta abierta hecha en la encuesta después de leer el comic. La mayoría de las respuestas obtenidas fueron favorables. Algunos ejemplos de estas se pueden visualizar en el cuadro siguiente. Los comentarios fueron organizados en categorías y subcategorías para su mejor comprensión.

Tabla 1. Resultados de la pregunta final de la encuesta: *¿Qué les pareció este método de aprendizaje basado en la lectura de un cómic?*

Categoría	Subcategoría	Ejemplos de respuesta
Comentarios positivos	Interesante	<i>“Bastante interesante, me encanto este método... forma más fácil de entender los temas...”</i>
	Entretenido	<i>“Forma muy entretenida de ver un tema las imágenes ayudan a visualizar y tener una mejor idea de lo que lees”</i>
	Divertido	<i>“Es didáctico y ayuda mucho, se aprende de una manera divertida”</i>
	Curioso	<i>“Me pareció muy curiosa e interesante...se aprende de una forma más entretenida y llevadera”</i>
	Comprensivo	<i>“...cuenta con dibujos que ayudan a la comprensión de la lectura o tema”</i>
	Creativo y motivacional	<i>“Da la información de manera creativa y dan ganas de seguir leyendo ya que los dibujos pueden dar un ejemplo”</i>
Comentarios negativos	Llamativo	<i>“Es buen método para captar la atención del lector...”</i>
	Claro	<i>“Es interesante, ayuda dar claridad de los conceptos que podrían resultar confusos”</i>
	Diagrama	<i>“... se me hizo complicado el diagrama de flujo, pero de ahí en fuera pude comprender el resto de la información”</i>

El cómic es un puente de unión entre los conceptos básicos de simetría molecular con situaciones de la vida cotidiana, como lo es la lectura de una historieta. Los resultados avalan al comic como una estrategia para la comprensión del tema de una manera más agradable y creativa, debido al lenguaje sencillo e ilustrado que presenta. Además, la combinación de elementos visuales y textuales en el cómic ayuda a entender la parte conceptual del tema de simetría molecular, lo que lo posiciona como un material didáctico factible para el primer abordaje del tema.

5. Conclusiones

El cómic se ha identificado como una herramienta de apoyo valiosa en el área pedagógica con enfoque químico. Este recurso facilita un entendimiento más eficiente de conceptos complejos, como la simetría molecular, tal como se evidenció en el análisis estadístico correspondiente, sin embargo, con base en los

resultados de la pregunta de aplicación, pregunta 4, es conveniente recomendar emplear el comic como estrategia introductoria al tema y complementar con modelos físicos o virtuales para lograr el abordaje disciplinar del tema. El comic como herramienta didáctica permite tanto al alumno como al docente romper con los métodos tradicionales y centrarse en una zona de confort donde ambos pueden enseñar y aprender sobre temas relacionados con la química de una manera más agradable, y con esto fomentar el pensamiento crítico dentro del aula. Su mayor fortaleza reside en la trama, que incorpora ilustraciones creativas y atractivas, diálogos divertidos y carismáticos. Estos elementos culminan en una estrategia cognitiva, presentando un recurso con información accesible y cautivadora. Esta metodología se puede emplear como actividad disciplinaria, ya que la versatilidad del cómic permite adaptarlo a varios temas.

6. Resumen Grafico

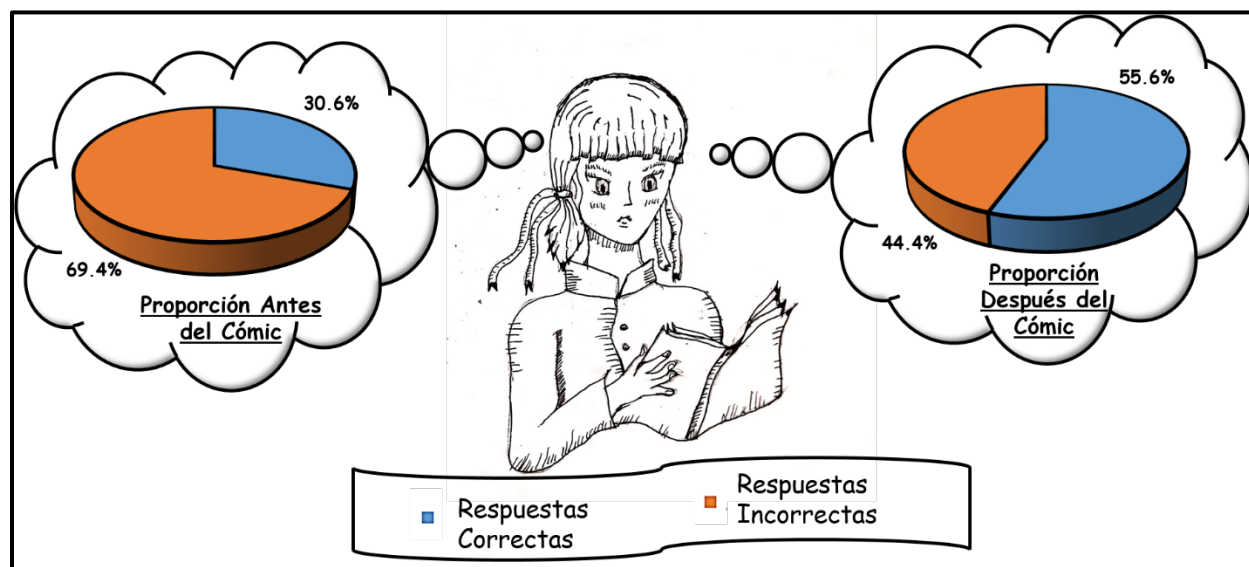


Figura. 5. Ejemplo del Resumen Grafico.

7. Referencias

- [1] J. Medida-Valtierra, y C. Frausto-Reyes, “La simetría molecular”, *Conciencia tecnológica*, vol 30, 2005, <https://www.redalyc.org/pdf/944/94403012.pdf>
- [2] P. Atkins et al, *Atkins química física*. Médica Panamericana, 2008
- [3] M. L. Quiroga-Feijóo, *Esteroquímica conceptos y aplicaciones en química orgánica*. Editorial Sintesis, 2007.
- [4] A. Orus. (2023, 24 de abril). Evolución anual del número de tebeos publicados por Panini Manga en España entre 2013 y 2022 [online]. <https://es.statista.com/estadisticas/1000108/tebeos-publicados-por-panini-manga-en-la-industria-de-comic-espanola/>
- [5] A. L. Castillo-Granada, O. S. Ríos-Calderón, R. Soto-Páez, T. Benítez-Escamilla, y D. A. Contreras-Cruz, “Cómics para el aprendizaje de la espectroscopia infrarroja”, *Educación Química*, vol 32, pp. 11-20, 2021, <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76493>
- [6] G. Balestiero-Silva, C. Sotério, y S. Linhares-Queiroz, “Aplicação de uma história em quadrinhos, trinity, na educação em química”. *Quim Nova*, vol. 44, pp. 890-898, 2021, <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170734>

- [7] J. Hermanns, y H. Kunold, “Mechanism comics as a task in a written exam in organic chemistry for pre-service chemistry teachers”, *Chemistry Teacher International*, vol. 4, pp. 259-269, 2022, <https://doi.org/10.1515/cti-2021-0035>
- [8] E. M. Diago-Egaña, y M. Bedoya-Nieto, “El comic como recurso didáctico: una relación coeducativa”, *Tabanque: Revista pedagógica*, vol. 16, pp. 53-66, 1989, <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/8714>
- [9] B. Mutammimah, y W. Udaibah, “The Development of Learning Media “Petuah Kimia” (A Digital Chemistry Bond Material)”, *JTK: Jurnal Tadris Kimiya*, vol. 7, pp. 103-113, 2022, <https://doi.org/10.15575/jtk.v7i1.17426>
- [10] R. D. Silva-Borges, C. Carolina-Bandeira, y G. E. Luz-Jr, “Interface entre as histórias em quadrinhos e o ensino de química: uma fonte de informação e incentivo à leitura”, *ACTIO: Docência em ciencias*, vol. 5, pp. 1-22, 2020, <http://periodicos.utfpr.edu.br/actio>
- [11] J. Cha, , H. Bum-Kim, , S. Y. Kan, W. Yu-Foo, X. Yi-Low , J. Yi-Ow, D.P. Bala-Chandran, G. Ee-Lee, J.W. Hong-Yong, y P. Wai-Chia, “Integrating organic chemical-based socio-scientific issues comics into chemistry classroom: expanding chemists’ toolbox”, *Green Chemistry Letters and Reviews*, vol. 14, pp. 689-699, 2021, <https://doi.org/10.1080/17518253.2021.2005153>
- [12] F. F. Aquino, A. R. Fiorucci, E. Benetti-Filho, y L. P. Benedetti, “Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma HQ Sobre Conteúdo de História dos Modelos Atômicos para o Ensino de Química. *Orbital: The Electronic Journal of Chemistry*”, vol. 7, pp. 53-58, 2015, <http://dx.doi.org/10.17807/orbital.v7i1.525>
- [13] Z. Cesar, y K. Borja, , “Estrategias cognitivas de aprendizaje en el desarrollo de la retención del léxico en la memoria a largo plazo en la adquisición de un idioma”. *INNOVA Research Journal*, vol. 3, pp. 67-76, 2018, <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n2.2018.725>
- [14] A. Maza., “Un acercamiento al mundo del Cómic: origen, desarrollo y potencialidades”, *Perspectivas docentes*, pp. 35-36, 2011, <https://revistas.ujat.mx/index.php/Cinzontle/article/view/2321>
- [15] P. Tintaya., “Enseñanza y desarrollo personal”, *Revista de Psicología*, vol. 16, pp. 75-86, 2016, http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322016000200005&lng=es&tlng=es
- [16] S. Rochina-Chileno, J.C. Ortiz-Serrano, y L. V. Paguay-Chacha, “La Metodología de la enseñanza aprendizaje en la educación superior: algunas reflexiones”, *Universidad y Sociedad*, vol. 12, pp. 386-389, 2020. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100386
- [17] M. L. Granata, M. C. Chada, y C. Barale, “La enseñanza y la didáctica. Aproximaciones a la construcción de una nueva relación”, *Fundamentos en Humanidades*, vol. 1, pp. 41-49, 2000, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18400103>
- [18] V. Talanquer., “¿Qué hemos aprendido sobre el razonamiento de los estudiantes de química?”, *Perspectivas docentes*, vol. 34, pp. 3-15, 2023, <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.8636413>
- [19] A. M. Manrique-Orozco, y A. M. gallego-Henao, “material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos”, *Revista colombiana de Ciencias Sociales*, vol. 4, pp. 101-108, 2012, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=497856284008>
- [20] R. M. Caamaño-Zambrano, D. T. Cuenca-Masache, A. S. Romero-Arcaya, y N. L. Aguilar-Aguilar, “Uso de materiales didácticos en la Escuela “Galo Plaza Lasso” de Machala: estudio de caso”, *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 13, pp. 318-329, 2021, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000200318
- [21] N. Rattanapirun, y P. Laosinchai, From Outside In: Stretching Students’ Conceptual Understanding of Molecular Symmetry with 2D and 3D Manipulatives, *Journal of Chemical Education*, vol 100, 2023, <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01027>

- [22] N. Rattanapirun, y P. Laosinchai, An Exploration-Based Activity to Facilitate Students' Construction of Molecular Symmetry Concepts, *Journal of Chemical Education*, vol 98, 2021, <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00191>
- [23] N. A. Kiernan, A. Manches, y M. K. Seery, Resources for reasoning of chemistry concepts: multimodal molecular geometry, *Royal Society of Chemistry*, vol 25, 2024, 10.1039/d3rp00186e
- [24] O. M. Crandell, y S. Pazicni, Leveraging cognitive resources to investigate the impact of molecular orientation on students' activation of symmetry resources, *Royal Society of Chemistry*, vol 24, 2023, 10.1039/d2rp00164k
- [25] N. A. Kiernan, A. Manches, y M. K. Seery, The role of visuospatial thinking in students' predictions of molecular geometry, *Royal Society of Chemistry*, vol 22, 2021, 10.1039/d0rp00354a
- [26] I. Tuvi-Arad, y P. Gorsky, New visualization tools for learning molecular symmetry: a preliminary evaluation, *Royal Society of Chemistry*, vol 8, 2007, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2007/rp/b6rp90020h>
- [27] L. I. Acosta-Pérez, R. Hernandez-Cruz, y N. Romero-Ceronio, Pequeñas curiosidades de la ciencia, INDAUTOR, 2024
- [28] V. Klein, y C. Smaniotto-Barin, "Histórias em quadrinhos como elemento de flexibilização do ensino de química", *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, vol. 12, pp. 54-68, 2019, <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8024>