



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN**

**Carrera de:**  
Educación en Ciencias Experimentales

**ESTRATEGIA BASADA EN “LA ANALOGÍA” PARA LA ENSEÑANZA-  
APRENDIZAJE DEL TEMA “MOL Y CANTIDAD DE SUSTANCIA” EN SEGUNDO  
DE BACHILLERATO, UNIDAD EDUCATIVA “HERLINDA TORAL.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la  
obtención del título de Licenciado en Educación en  
Ciencias Experimentales

**Autores:**

Noroña Chicaiza Erick Alexander  
CI:1721036075

León Ochoa Bryam Aurelio  
CI:0106999428

**Tutor:**

Wilmer Orlando López González PhD  
CI: 0962305777

**Azogues - Ecuador  
Marzo,2022**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se elaboró con el fin de analizar los efectos que tiene la aplicación de la analogía como estrategia de enseñanza-aprendizaje, para la mejora y la superación de las dificultades conceptuales de mol y cantidad de sustancia en estudiantes del segundo BGU, de la Unidad Educativa “Herlinda Toral” a partir del bloque 1 de la asignatura Química. Esta investigación se dio a consecuencia de las problemáticas diagnosticadas en los estudiantes a partir de la metodología y las estrategias utilizadas por el docente, las cuales no son favorables para la enseñanza de esta temática ya que se presenta un nivel alto de abstracción y de difícil comprensión. La problemática en este estudio consistió en que la mayoría de los estudiantes presentaron confusión en la comprensión del concepto de mol y cantidad de sustancia, ya que estos conceptos son relacionados con magnitudes tales como la masa y el volumen. La realidad investigada se analizó desde el punto de vista del paradigma interpretativo, bajo un enfoque cuantitativo y cualitativo, en donde se utilizaron algunas herramientas de recolección de información como: guía de observación, diario de campo, el uso de un cuestionario de tipo Pre-Test y Post-Test. Como una posible solución a la problemática evidenciada, se elaboró un protocolo de estudio en el cual se emplearon analogías previamente diseñadas para facilitar la comprensión y el aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia en los participantes de la investigación. Los resultados obtenidos demostraron que los estudiantes participantes alcanzaron un mayor nivel de comprensión de los conceptos, mejoraron su participación y desenvolvimiento al aplicar lo aprendido en temáticas posteriores, lo cual nos llevó a concluir que la propuesta cumplió con los objetivos planteados y permitió superar las dificultades halladas en el aprendizaje del concepto mol y cantidad de sustancia.

***Palabras clave:*** estrategias, enseñanza, aprendizaje, mol, cantidad, sustancia, Química

## ABSTRACT

This research work was developed in order to analyze the effects of the application of analogy as a teaching-learning strategy, for the improvement and overcoming of the conceptual difficulties of mole and amount of substance in students of the second BGU, of the Educational Unit "Herlinda Toral" from block 1 of the Chemistry subject. This research was given as a result of the problems diagnosed in the students from the methodology and the strategies used by the teacher, which are not favorable for the teaching of this subject since a high level of abstraction and difficult understanding is presented. The problem in this study was that most of the students presented confusion in understanding the concept of mole and amount of substance, since these concepts are related to magnitudes such as mass and volume. The investigated reality was analyzed from the point of view of the interpretive paradigm, under a quantitative and qualitative approach, where some information collection tools were used such as: observation guide, field diary, the use of a Pre-Test and Post-Test. As a possible solution to the evidenced problem, a study protocol was developed in which previously designed analogies were used to facilitate the understanding and learning of the concept of mole and amount of substance in the research participants. The results obtained showed that the participating students reached a higher level of understanding of the concepts, improved their participation and development by applying what they learned in subsequent topics, which led us to conclude that the proposal met the objectives set and allowed to overcome the difficulties. found in learning the concept mole and amount of substance.

**Key words:** strategies, teaching, learning, mole, quantity, substance, chemistry



## Indice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>Planteamiento del Problema .....</b>	<b>9</b>
Pregunta de investigación .....	13
Objetivos:.....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Específicos.....	14
Justificación .....	14
<b>CAPÍTULO I: Marco Teórico .....</b>	<b>18</b>
Antecedentes .....	18
Bases Teóricas .....	22
El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje.....	23
Enseñanza-Aprendizaje de la Química en el Bachillerato.....	24
Interacciones en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje de la Química.....	26
Perspectiva del Conocimiento Químico: Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia .....	28
La estrategia de Enseñanza .....	29
Concepto de Analogía.....	30
La analogía en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje .....	30
El uso de analogías para la enseñanza de la Química .....	32
Bases Legales.....	33
<b>CAPÍTULO II: Marco Metodológico .....</b>	<b>35</b>
Paradigma y Enfoque.....	35
Población y Muestra .....	37
Operacionalización de Variables .....	37
Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	40
Observación participativa.....	40
Pretest y Postest.....	41
Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico .....	41
Análisis y discusión de la observación participativa.....	41
Principales resultados mediante el análisis de la prueba diagnóstica (Pre Test).....	43
Principales resultados mediante la prueba de contenido (Postest).....	53



<b>Capítulo III. Propuesta.....</b>	<b>67</b>
Propuesta de Uso de Analogías como Estrategia de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia en el Bachillerato. ....	67
Resultados de la propuesta.....	80
<b>Capítulo IV: Conclusiones .....</b>	<b>82</b>
Conclusiones.....	82
Recomendaciones .....	83
Referencias.....	84
Anexos .....	91
Anexo1. Cuestionario Concepción Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia .....	91
Anexo 2 Representación gráfica pregunta No.5 .....	92
Anexo 3. Figura “Reconocer magnitudes y unidades” .....	92
Anexo 4. Gráfico: Clase 1, Momento 1, Actividad c.....	93
Anexo 5. Gráfico: Orientación al concepto de mol y cantidad de sustancia.....	93
Anexo 7. Gráfico. Ejercicios de aplicación de mol.....	95
Anexo 8. Guía de problemas. Actividad “a”, Momento 3, Clase 1. ....	95
Anexo 9. Gráfico. Actividad de evaluación de la clase en Kahoot. ....	98
Anexo 14. Grafico. Analogía de estudiante .....	98
Anexo 10. Analogías para el Concepto de Cantidad de Sustancia. Clase 2.....	99
Anexo 11. Analogías para el Concepto de Mol .....	99
Anexo 12. Guía de ejercicios. Actividad “a”. Evaluación Clase 2. ....	100
Anexo 13. Grafico. Ejercicios subidos a Classroom.....	101
Anexo 14. Gráficos. Exposición de Analogías de Estudiantes. ....	102
Anexo 15. Diario de Campo / Guía de observación.....	103

## Introducción

La Química acerca a los estudiantes a un mundo al cual no tienen fácil acceso con sus sentidos, mediante la comprensión de los fenómenos habituales que se presentan en la vida cotidiana. Por lo cual, se pretende que los estudiantes conozcan a profundidad el lenguaje y las aplicaciones de la Química, en este punto el educador tiene la responsabilidad de utilizar estrategias adecuadas para que el aprendizaje se desarrolle de manera más óptima, ya que esta ciencia presenta ciertos temas de difícil comprensión para los estudiantes, como es el caso del concepto de mol y cantidad de sustancia.

Los conceptos de mol y cantidad de sustancia presentan un cierto grado de dificultad al momento de aprender y enseñar dentro de niveles como el bachillerato, esto se ha puesto en evidencia en varias publicaciones y artículos relacionados, dado que es un concepto de carácter abstracto, característica que en la química tiende a ser muy común entre sus conceptos (Furió, 2002), la importancia de este concepto como conocimiento previo, es muy alta ya que se utiliza durante el aprendizaje y uso de conceptos como molaridad, molalidad que son conocimientos inmediatamente próximos hasta estequiometría, este último siendo esencial en el desarrollo de una química en cursos finales de bachillerato e incluso en todos los niveles académicos universitarios si el estudiante se decide por una carrera relacionada a la Química.

Lo abstracto o complicado que conlleva estudiar conceptos como mol y cantidad de sustancia en niveles educativos como secundaria o bachillerato es ampliamente mencionado por autores que estudiaron dificultades y estrategias para su adecuado aprendizaje y una correcta enseñanza. Entre ellos podemos mencionar a Furió (2002), quien realiza un amplio trabajo en el

área de química y especialmente realiza estudios referentes a los conceptos antes mencionados, obteniendo resultados como: su naturaleza abstracta, la deficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el desconocimiento del docente y el estudiantado, los errores y conficciones que se presentan al trabajar con conceptos como masa, volumen y peso

En relación a lo abstracto del concepto de mol y cantidad de sustancia y su importancia se hacen menciones a las dificultades que surgen tanto a docente como estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, contextualizando dichas dificultades podemos mencionar a la analogía como una opción o instrumento apto para un mejor aprendizaje de conceptos abstractos químicos, aunque según Duit (1991), este método siempre ha tenido un cierto grado de controversia dentro de la enseñanza de las ciencias, a pesar de ello, si se seleccionan y se construyen correctamente las analogías pueden estas contribuir al aprendizaje y evolución de conceptos (Ceacero, et al., 2002).

En cada aspecto cotidiano y especialmente en la enseñanza suelen utilizarse analogías al momento de encontrarse con conceptos que tienen un nivel alto de complejidad o que tienden a ser abstractos al momento de explicarlos, especialmente en la Química ya que esta materia contiene una infinidad de términos que no tienen la característica de ser captados a simple vista. Al momento de enseñar la ciencia en cuestión dentro del aula como menciona Treagust, Duit y Nieswandt (2000), se proporciona una cantidad insuficiente o limitada de analogías que no permitirían la correcta comprensión de conceptos tan abstractos como los del área de Química. En las últimas décadas las analogías han sido de gran utilidad para la enseñanza de la Química, por ello se utilizan comparaciones que parecieran ya tener un modelo planteado a seguir para explicar de forma macro los fenómenos que se dan de manera microscópicas (Harrison y De Jong, 2005).

El razonamiento analógico se basa en una comparación de dos o más conceptos, estructuras, fenómenos o funciones, donde uno de ellos debe ser ya conocido o de fácil interpretación, y él o los otros deben presentarse como nuevos, desconocidos o que hayan tenido previamente dificultad en su aprendizaje. El fenómeno familiar debe caracterizarse por tener una relación muy estrecha con el fenómeno a explicar, para esto se plantea una serie de relaciones que correspondan a características o componentes que ambos fenómenos poseen. Sin embargo, Harrison y De Jong (2005), mencionan que esta comparación se plantea como una limitante al momento de utilizar analogías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Una analogía puede comprenderse como la comparación entre dos estructuras o funciones entre dos dominios: uno de estos dominios debe ser ya conocido, entendido o asimilado previamente y otro dominio nuevo o parcialmente nuevo de conocimiento (Duit, 1991). Generalmente, consta de las siguientes características: Objeto u objetivo que representa la cuestión desconocida a plantearse, cuestión conocida que se denominará como análogo y finalmente se necesitan procesos que relacionan al objeto u objetivo con el análogo y correspondan a características similares de ambos. Se debe tener en cuenta las características no relacionales o similares entre análogo y objeto que serán las limitantes que tenga la analogía.

Es por esto que en el siguiente trabajo se plantea investigar el problema relacionado con las diferentes concepciones que tienen los estudiantes en torno al concepto de mol y cantidad de sustancia, además se busca saber cuál es el efecto que produce la aplicación de analogías como estrategia de enseñanza en la temática del concepto de mol y cantidad de sustancia, la investigación se llevó a cabo con un grupo de estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad educativa Herlinda Toral de la ciudad de Cuenca. Este problema nace después de

plantear interrogantes que engloban aspectos como: dificultades de aprendizaje, conocimientos previos, concepción del concepto de mol y cantidad de sustancia en el área de Química.

Todo esto recopilado a través de la experiencia adquirida durante prácticas preprofesionales y un pretest aplicado a los estudiantes. Para finalizar el capítulo, se presenta la justificación de la investigación, tomando en cuenta la recopilación de diversos autores que exponen sobre la importancia de la construcción del concepto de mol y cantidad de sustancia. Esto para resolver las interrogantes descritas se plantea un objetivo general y específicos que guiarán la investigación hacia la solución del problema planteado.

### **Planteamiento del Problema**

En general, las ciencias experimentales en bachillerato tienden a presentar conceptos concretos con un nivel alto de abstracción, esto y todas las dificultades adicionales que se presentan en el proceso enseñanza-aprendizaje, provocan que tanto el docente como el estudiante sorteen todos estos problemas antes descritos con mucha dificultad, ocasionando que no se lleguen a cumplir los objetivos planteados por el enseñante para el desarrollo de sus clases.

El aprendizaje de cualquier tema científico se considera siempre como un proceso complejo, en el cual se deben manejar varias dimensiones científicas que necesariamente se basan en estudios previos e intermedios al que se desea enseñar y aprender hasta llegar a formar una idea más formal, científicamente hablando. Es decir, no solo se necesita la habilidad y conocimientos del docente, sino conocer el contexto académico en el cual se encuentra el estudiante al llegar al tema (Driver, et al., 1994).

La Química, especialmente dentro de las ciencias experimentales, tiene el grado más alto de conceptos abstractos, teniendo como uno de los conceptos fundamentales de la asignatura, al concepto de mol y cantidad de sustancia; por lo tanto, el docente tiene la labor de guiar al estudiante a que construya un concepto adecuado que no solo lo lleve a comprender la temática planteada en ese momento, sino a relacionarla con temas previos y futuros.

En este caso, el concepto de mol y cantidad de sustancia, si bien necesita un conocimiento previo importante, es igual de importante conocer los temas futuros relacionados, como molalidad, molaridad, normalidad, y aún más avanzados como estequiometría que necesitan el manejo de esta unidad de medida.

Estos conceptos en especial necesitan ser impartidos con mucha eficacia porque son la base para la formación de concepciones en estudiantes de cursos superiores, es por ello que durante las prácticas preprofesionales realizadas en segundo de BGU paralelos "A" y "B" se pudo evidenciar que las estrategias utilizadas por el docente del área de Química son poco eficaces y muy rutinarias, ya que existía muy poca participación de los estudiantes durante la clase, además existían varios problemas para comprender estos conceptos. Tanto para entender a qué magnitud pertenece y al emplearla con otras magnitudes como: volumen y masa.

El problema de confundir masa, volumen o número de entidades químicas viene dado porque el concepto de mol y cantidad de sustancia no es introducido en la gran mayoría de planificaciones curriculares, esta es una magnitud esencial en la química, pero olvidada dentro del aprendizaje en el colegio (Furió, et al., 2000). Y esto a lo largo del desarrollo académico del estudiante puede provocar dificultades en comprensión teórica de la Química y de su aplicación práctica.

Para una concepción más idónea sobre las dificultades de los estudiantes se realizó una prueba de contenido (pretest), la cual contiene preguntas relacionadas a la temática de la investigación, esta prueba fue dirigida a una población correspondiente a todos estudiantes de segundo de BGU de la Unidad Educativa “Herlinda Toral” de los cuales se tomó una muestra de 50 estudiantes pertenecientes a los paralelos “A y B”, este cuestionario confirmó los problemas observados en clase. Después de obtener los resultados de la encuesta podemos mencionar ejemplos de autores con similares problemáticas que han trabajado de la misma manera con diferentes muestras de estudiantes y docentes.

García (1990), mediante encuestas realizadas a estudiantes correspondientes a bachillerato arrojan una gran cantidad de respuestas erróneas que se alejan de definiciones de la IUPAC, estos datos concluyen la hipótesis que estos conceptos tienen un aprendizaje muy superficial, en cambio, citando a Dierks (1981), nos indica que solamente pueden realizarse hipótesis sobre las diferentes definiciones, dificultades de aprendizaje, lo abstracto del concepto cantidad de sustancia y los varios significados que se le da a la palabra mol. El autor se enfoca en los diversos significados que mediante una revisión bibliográfica se le atribuyen a la palabra mol (porción de sustancia, unidad de masa, número de partículas). Además, se sugiere muy atentamente el aprendizaje de cantidad de sustancia como magnitud para poder entender a su unidad el mol.

En concordancia, en una investigación realizada por Cervellati (1982), a una muestra de estudiantes de bachillerato indicó que el principal problema era que los estudiantes relacionaban al mol con la magnitud de masa, no solían definirla como la unidad de cantidad de sustancia y

estas dificultades se convertían en problemas dentro de la solución y entendimiento de ejercicios estequiométricos.

La enseñanza, es decir, las metodologías, estrategias, herramientas y demás métodos usados por el docente, fueron los principales puntos señalados para poder explicar esta deficiencia. Para mitigar estas fallas se recomendó: revisar metodologías de enseñanza, así poder conocer si el problema en la secundaria principalmente eran el concepto de mol, trabajar con masa, volumen y partículas o bien un problema general que abarque todos estos.

Entonces mediante estos estudios se demuestra principalmente las deficiencias y dificultades en cuanto a los conocimientos del estudiante, pero podemos mencionar también a las estrategias usadas por el docente, el conocimiento del docente y demás mediante los siguientes planteamientos: a menudo cantidad de sustancia y mol como conceptos suelen interpretarse dentro de la teoría atómico-molecular, dentro de la cual también se mencionan masa molecular y constante de Avogadro, es por esto que al no dedicarle suficiente importancia desde un inicio y abordarla aparte para crear una idea más adecuada se confunde con otros conceptos, relacionados, pero no precisamente iguales (Tullberg et al., 1994).

Se puede mencionar también que se presentan dificultades en la secuencia de enseñanza del concepto de mol al estudiante, resultando de cierto modo la metodología utilizada por parte del docente como la principal causa de que esto ocurra (Lazonby et al., 1985). Se aprende a calcular moles, pero no su concepto y podría considerarse suficiente hasta cierto grado, pero plantear una idea simplemente numérica, siendo tan abstracto el concepto epistemológico provoca tales deficiencias.

Varios estudios revelan que las graves deficiencias detectadas en la enseñanza tradicional de estos conceptos son las principales razones por las cuales surgen las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje. Si bien estos conceptos llevan décadas dentro del campo científico y académico, no puede enseñarse o más bien dadas las dificultades de aprendizaje, no se debería enseñar con métodos tradicionales, teniendo toda la tecnología enfocada a la didáctica en nuestras manos y de fácil alcance (Gabel y Bunce, 1994).

Aún con esto, el aprendizaje de conceptos científicos requiere el desarrollo multidisciplinario de competencias que son características de la metodología científica y de una forma de enseñar con un nivel de coherencia adecuado. Como se mencionó antes, los conceptos científicos tienen conceptos muy concretos, pero al mismo tiempo son abstractos, entonces la metodología y didácticas usadas deben tener coherencia entre lo que se aprendió y lo que se va a aprender (Millar, 1989; Gil et al., 1991).

Como interrogante para el problema científico a investigar tenemos:

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo contribuye el uso de analogías a la comprensión y aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia en estudiantes de segundo de BGU?

## **Objetivos:**

### ***Objetivo General***

Analizar los efectos que tiene la aplicación de la analogía como estrategia de enseñanza-aprendizaje para la mejora y la superación de las dificultades conceptuales implícitas en el proceso de aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia.

### ***Objetivos Específicos***

- Fundamentar el proyecto con investigación bibliográfica que aborde el tema de analogías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Diagnosticar la situación que tienen los alumnos de segundo de bachillerato en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de Mol y Cantidad de Sustancia.
- Construir e implementar una planificación que integre analogías que contribuyan al proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de Mol y Cantidad de Sustancia.
- Valorar el estado alcanzado por los estudiantes sobre el concepto de mol y cantidad de sustancia del segundo año de BGU, bajo la aplicación de las analogías como estrategia de aprendizaje.

## **Justificación**

El aprendizaje de la Química es fundamental, ya que se le considera como pilar fundamental en el estudio de varias disciplinas consideradas indispensables en el desarrollo de la vida del ser humano. Cabe mencionar que no existe actividad humana que no contemple fenómenos químicos, por lo tanto, los docentes tienen la responsabilidad de enseñar

adecuadamente esta asignatura de tal manera que se genere un aprendizaje mucho más significativo y permita al estudiante comprender lo que sucede en su entorno.

En los primeros años en los cuales el estudiante recibe la asignatura de Química, una de las principales temáticas que el docente les enseña a sus alumnos, es el concepto de mol y cantidad de sustancia, dos concepciones importantes porque son conceptos básicos de los cuales se basan otras temáticas (estequiometría, ecuaciones químicas, balance de masa y carga, etc.), las cuales son más complejas.

Es por ello que en el Currículo de Niveles de Educación Obligatoria (2016), específicamente en el nivel de Bachillerato General Unificado (BGU), en el área de ciencias naturales, en la asignatura de Química se establecen objetivos y destrezas de desempeño que se pretende que el estudiante los logre alcanzar al culminar sus estudios, a continuación, se describen algunos objetivos y destrezas de desempeño que tratan específicamente sobre la enseñanza y el aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia:

O.CN.Q.5.2. “Demostrar conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios, teorías y leyes relacionadas con la química a partir de la curiosidad científica, generando un compromiso potencial con la sociedad.”

O.CN.Q.5.3. “Interpretar la estructura atómica y molecular, desarrollar configuraciones electrónicas y explicar su valor predictivo en el estudio de las propiedades químicas de los elementos y compuestos, impulsando un trabajo colaborativo, ético y honesto.”

A continuación, se dará a conocer las destrezas que les considera como imprescindibles dentro de la matriz de destrezas con criterios de desempeño de la asignatura de química para el nivel de Bachillerato General Unificado:

CN.Q.5.2.10. “Calcular y establecer la masa molecular de compuestos simples a partir de la masa atómica de sus componentes, para evidenciar que estas medidas son inmanejables en la práctica y que por tanto es necesario usar unidades de medida mayores, como el mol.”

CN.Q.5.2.11. “Utilizar el número de Avogadro en la determinación de la masa molar de varios elementos y compuestos químicos y establecer la diferencia con la masa de un átomo y una molécula.”

Por lo tanto, el docente del área química tiene la responsabilidad de alcanzar estos objetivos que plantea “El Currículo de Niveles de Educación Obligatoria”, para ello tendrá la necesidad de utilizar estrategias, modelos, simuladores, etc, en sus clases para poder alcanzar los objetivos.

Para una correcta enseñanza, el docente debe basarse en principios constructivistas para el mejor aprendizaje de los estudiantes; por esta razón esta investigación demuestra la importancia de utilizar estrategias para un aprendizaje activo. Estas proporcionan al docente herramientas para promover en los estudiantes un aprendizaje significativo y conceptual en química.

La importancia especialmente de conocer adecuadamente el concepto de mol y cantidad de sustancia como se mencionó anteriormente, se fundamenta principalmente en conocimientos futuros, ya que el mol es utilizado en gran cantidad, especialmente cuando se realiza cálculos de

molaridad, molaridad, normalidad, cálculos estequiométricos, entre otros, pero también es importante el correcto aprendizaje de su desarrollo histórico así se puede apreciar que estos conceptos vienen de diversos estudios, teorías y apreciaciones científicas. Para el profesorado,, en cambio, es relevante manejar un conocimiento correcto e histórico porque implica una memorización de nombres, datos y un conocimiento científico más marcado (Bruce, 1991). El docente entonces crea un modelo principalmente histórico y puede sembrar en el estudiante la curiosidad científica necesaria para que pueda aprender dentro y fuera del aula.

Sumando a esto se puede marcar la importancia de lo que debe saber un docente y entre las competencias profesionales que deben adquirir se resalta la necesidad de conocer a profundidad el tema mencionado y que originó la construcción de este conocimiento científico y para compartir esto debe plantearse una revisión de estrategias educativas relacionadas (Furió, 1994). Es por todo esto que es necesario no solo conocer el concepto epistemológico tanto por estudiantes como docentes, sino también su historia y para el docente es sumamente importante el saber que estrategias usar dentro de su aula, siempre considerando el contexto grupal e individual.

## CAPÍTULO I: Marco Teórico

A continuación, se describen los antecedentes que sustentan esta investigación, estas contribuyen con aportes principalmente metodológicos y de carácter conceptual epistemológico que permiten estudiar tanto a docentes como estudiantes y su conocimiento relacionado al concepto de mol y cantidad de sustancia. Además, se realizará una revisión bibliográfica relacionada al desarrollo conceptual iniciando por su historia, desarrollo científico, última posición científica de su significado y uso, perspectivas en cuanto cómo se enseña y aprende tradicionalmente, dificultades y estrategias desarrolladas dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

### **Antecedentes**

En este punto se aborda algunas investigaciones relacionadas proceso enseñanza-aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia, las mismas que servirán como guía de cuáles son las dificultades tanto para docente como para estudiante sobre el entendimiento de este concepto. Estas dificultades serán evidenciadas mediante una contribución metodológica mediante la cual se documentaron dichos hallazgos que aún afectan el proceso académico en el área de Química, entre las cuales, Vega y López (2020), en su trabajo titulado: “Concepciones de estudiantes de Educación Media General sobre mol y cantidad de sustancia” realizan un estudio con el objetivo de revelar las concepciones que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General en el proceso de construcción del concepto de mol y cantidad de sustancia.

En este trabajo se utilizaron datos de 28 estudiantes entre las edades de 14 y 17 años correspondientes a Educación Media General, esta información se recopiló en primera instancia utilizando el método de observación y luego procediendo a aplicar un cuestionario dividido en

dos partes: la primera consta de preguntas abiertas relacionadas al concepto de mol y cantidad de sustancia, con la finalidad de conocer las perspectivas de los estudiantes. En la segunda parte se aplicaron preguntas en relación a Moles-cantidad de sustancia-masa, relación conceptual Moles-concentración, relación  $Mol \cdot PV = nRT$  y relación Mol- Estequiometría

Mediante los resultados obtenidos se evidenció que los estudiantes participantes tenían ideas muy genéricas, sin poder definir a mol y cantidad de sustancia de una manera adecuada, no establecían relaciones entre conceptos y la separación entre unidad de medida y su magnitud, existiendo una confusión entre mol, masa y volumen, y en relación entre lo macro y microscópico. Los autores llegan a la conclusión de que existe la necesidad de una estrategia que aborde los conceptos de mol y cantidad de sustancia de manera más amplia y con mayor profundidad, esto permite enfocarnos en las dificultades de los estudiantes para diferenciar magnitudes del Sistema Internacional, así como también definiciones relacionadas como la constante de Avogadro y así poder generar una alternativa dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje que permita a los estudiantes internalizar estos conceptos y aplicarlos en futuros temas. El aporte de este artículo para el desarrollo del presente trabajo de investigación es metodológico, ya que brinda las herramientas para la recolección de datos de manera cualitativa y cuantitativa mediante el uso de su cuestionario.

Por otro lado, Furió, et al. (2000), aplicaron y compararon 8 estrategias de enseñanza sobre el concepto mol y cantidad de sustancia dentro de su artículo titulado: “Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada”, en las cuales para cada una se planteó objetivos, herramientas de recolección de datos y temas relacionados al concepto de mol y cantidad de sustancia. Si bien

cada instrumento y sesión tiene un objetivo planteado, el objetivo general de la investigación se basa en la identificación de problemas relacionados a la enseñanza-aprendizaje del concepto mol y cantidad de sustancia y el diseño y aplicación de estrategias didácticas para su mejora.

En este estudio se obtuvieron resultados que evidenciaron la dificultad que existe dentro del proceso enseñanza-aprendizaje de los conceptos de mol y cantidad de sustancia, donde se determinaron las deficiencias epistemológicas en la enseñanza tradicional, los errores que se comenten al usar el mol dentro de temas como molaridad, molalidad y normalidad, además del insuficiente nivel de conocimiento de los conceptos mol y cantidad de sustancia por parte del profesorado. La población del estudio estuvo conformada por 341 estudiantes, divididos en cinco grupos de primero de bachillerato de cinco instituciones educativas.

Dentro de este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: el conocimiento conceptual e histórico de mol por parte de los docentes es necesario, aunque no suficiente, llegando a determinar que las actividades didácticas para la enseñanza son generalmente nulas o inadecuadas, confundiendo al mol como cantidad de masa y la necesidad de herramientas y estrategias especialmente didácticas que contribuyan a la internalización de los conceptos de mol y cantidad de sustancia. Dado su enfoque y similitud en cuanto a dificultades encontradas, además que su población y muestras se asimilan en cuanto a edades y nivel académico, aporta procedimientos metodológicos para el desarrollo de estrategias, en este caso haciendo uso de analogías dentro del planteamiento y desarrollo de las clases correspondientes a lo que se plantea proponer dentro del desarrollo de esta investigación.

La investigación de Raviolo y Lerzo (2016), titulada “Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual”, se realizó con el objetivo de hacer un estudio sobre

la superación dificultades conceptuales de estequiometría, en los estudiantes de primer semestre de las carreras de Licenciatura en Biología y Profesorado en Física y Química de la UNAM, en donde se tomó una muestra de 42 individuos. La problemática que evidenciaron los autores fue que los estudiantes presentan varias dificultades y falencias en torno a la aplicación y conceptualización de la estequiometría, estas observaciones se pudieron contrastar tras la aplicación de una prueba pre test y una guía de observación.

Para una posible solución de la problemática, los autores han generado una propuesta de enseñanza con un orden progresivo de complejidad, es decir que mientras se avanza con los temas de la clase su nivel de dificultad aumenta, la propuesta de enseñanza consistió en una clase de tres horas, en la cual los estudiantes recibieron una clase secuencial de estequiometría mediante el uso de las analogías. Este proceso consistía en que primero se presenta una situación analógica, en este caso se basa en la “preparación de sándwich de jamón” y otra situación Química, generando una relación entre las dos situaciones. Luego de la aplicación de la propuesta de enseñanza se aplicó una prueba de contenido para evaluar los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

Posteriormente, al realizar el análisis de los resultados de la prueba post test, se puede evidenciar un incremento en cuanto a respuestas correctas y el nivel de participación de estudiantes en la clase aumento, por lo tanto, los autores concluyen que el utilizar analogías como una estrategia para la enseñanza de conceptos con nivel alto de abstracción y complejidad puede traer beneficios para los estudiantes, como la facilitación de comprensión de conceptos complejos de manera tal que los estudiantes no memorizan los conocimientos; sin embargo, los

autores mencionan que este tipo de temáticas deben ser complementados con visitas a los laboratorios y demás actividades didácticas.

Este trabajo provee un aporte metodológico y epistemológico mediante las herramientas y resultados planteados y obtenidos en la aplicación de la propuesta y definiciones teóricas y conceptuales de conceptos químicos y de la analogía dentro de planificaciones en el área de Química para solventar dificultades especialmente en el tema de estequiometría.

En síntesis, de acuerdo a los aportes de las investigaciones que sirven de antecedentes recién descritos, se puede decir que, las didácticas, estrategias y herramientas utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de mol y cantidad de sustancia, son deficientes, ya sea por la amplitud con la cual se abordan y lo abstracto que puede resultar para un estudiante comprender estas definiciones y la dificultad para internalizar una nueva magnitud y unidad, la cual se aplica en la Química con gran frecuencia. Por ello, los autores (Furió, et al., 2000; Raviolo y Lerzo, 2016; Vega y López, 2020) plantean estrategias que permitan cubrir estos vacíos, haciendo uso de didácticas o herramientas que se alejen de lo tradicional y permita familiarizarse al estudiante con conceptos abstractos, transformándolos en algo concreto, que puedan no solo comprender, sino aplicarlo.

### **Bases Teóricas**

En este apartado se expone, revisa y analiza conceptos, teorías, estrategias y perspectivas en cuanto al concepto de mol y cantidad de sustancia en el área de Química, haciendo referencia al proceso de enseñanza-aprendizaje del tema mencionado, toda esta bibliografía sustenta el problema de investigación y trata de dar respuesta al mismo. Estas teorías relacionadas al tema

tratarán de explicar el concepto dentro del desarrollo científico, antes de revisar las dificultades que se presentan para docentes y alumnos al momento de percibir este concepto y por último una revisión de estrategias que puedan mejorar el aprendizaje y enseñanza mediante el análisis y discusión de las mismas.

### ***El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje***

La enseñanza y el aprendizaje tienen una relación innata, no puede desarrollarse una sin la otra, ya que el educador transmite conocimientos hacia el educando y el guarda lo transmitido por el educador. Es un proceso donde necesariamente se necesitan estos dos participantes, generalmente es a través de estos que se genera el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para que fluya de mejor manera este proceso, el educador debe conocer no solo el concepto que va a compartir, sino también métodos o estrategias que sean pertinentes al contexto del concepto y del educando.

Sánchez (2021), menciona que la enseñanza se genera cuando se asimilan conocimientos que inician desde el no saber, hasta el saber. Este proceso no solo se encuentra dentro de la educación sino viene desde tiempos prehistóricos, se encuentra en cada aspecto del desarrollo del individuo y se formaliza dentro del aula. Por otro lado, el aprendizaje es un proceso más complejo, ya que lo aprendido dependerá del aprendiz, según su reflexión interna lo tome, desarrolle y use.

El educador puede guiar estas características, desarrollando una estrategia basada en lo que pueda considerarse como apto para el educando, así siendo capaz de asimilar la gran mayoría del concepto o en su totalidad, desarrollarlo para que pueda usarlo de inmediato o en futuros conceptos, incluso fuera del aula. Para esto se debe guiar en herramientas que estimulen el

aprendizaje, llamen la atención del educando y tomen la importancia del concepto como algo relevante para su vida como estudiantes y como individuos sociales. Dentro de este aprendizaje, el educador entrega el conocimiento y las actividades hacen que el educando construya el conocimiento en torno al concepto tratado (Sánchez, 2021).

La importancia del docente no solo recae en la planificación de clase, sino en que estas lleven un proceso y construcción adecuada para que dentro del proceso enseñanza-aprendizaje se genere un aprendizaje significativo para el estudiante, transformando de conceptos abstractos a concretos y de concretos a reales dentro de la perspectiva del estudiante (Barcia y Carvajal, 2015).

El concepto de mol y cantidad de sustancia necesita ser impartido de una manera que atraiga al estudiante hacia la realidad del concepto, que la diferencie de conceptos que pueden confundir al estudiante al momento de estudiar este y futuros conceptos dentro del área de química. Se necesita hacer uso de una estrategia que contemple las necesidades del grupo e individuales.

### ***Enseñanza-Aprendizaje de la Química en el Bachillerato.***

La Química es una ciencia que viene construida por conocimiento, culturas y herramientas de diferentes tiempos y lugares, dando como resultado la creación de técnicas cada vez menos rústicas y más especializadas. Lo que se enseña en el colegio, tanto práctico como teórico, es resultado de ese desarrollo de técnicas. Los conceptos y prácticas suelen tener como en toda asignatura un nivel de dificultad acorde al nivel de estudio y al tema planteado, y algunos temas tienen como característica su alto grado de abstracción, es complejo transformar ese criterio abstracto a algo concreto al momento de aprender y enseñar.

Otra característica que dificulta el aprendizaje de la Química es que los libros de texto relacionados se manejan de formas muy lógico-disciplinares, sin propuestas que introduzcan al estudiante el concepto en una situación real o cotidiana, sin tener en cuenta el origen y referencias del mismo a contextos sociales y naturales (Galagovsky,2005). Es decir, frente a una ciencia con conceptos demasiado complejos se sigue utilizando técnicas de enseñanza-aprendizaje poco innovadores, se realiza esta afirmación comprendiendo que a medida que el nivel educativo, la ciencia y sus contenidos aumentan, se diversifican y se vuelven multidisciplinarios el estudiante necesita un acercamiento más relacionado a su contexto y manera de aprendizaje, con el fin de transformar ese concepto complejo y abstracto en uno concreto que se relacione con la cotidianidad y se considere su importancia para el desarrollo de futuros aprendizajes.

Teniendo en cuenta el desarrollo del proceso de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos dentro del área de Química, especialmente dentro del bachillerato, se suele estudiar de manera superficial a los conceptos de mol y cantidad de sustancia, esto sin tomar en cuenta su importancia. En otros casos no se explican y simplemente se empiezan a estudiar temas en los cuales se utilizan ambos términos sin un conocimiento previamente desarrollado.

Sobre esto, los docentes mencionan varias causas como: deficiencias al diferenciar entre mezcla y compuesto o los conceptos como átomo, partícula y molécula, se repite la dificultad que existe al momento de explicar un concepto tan abstracto y la confusión existente entre magnitudes y sus unidades principalmente con masa y volumen (Tullberg et al., 1994). Sin embargo, se siguen utilizando prácticas tradicionales dentro y fuera del aula para la enseñanza de los conceptos.

A pesar de que la mayoría de explicaciones planteadas por el profesorado apuntan al estudiante como responsable principal de las deficiencias existentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje relacionado al tema mencionado (Azcona, 1997), se debe considerar que la forma de enseñar siempre será un factor considerable al momento de aprender cualquier tema dentro de cualquier área y también es de importancia considerar el conocimiento adecuado para poder entonces expresarlo aplicando cualquier estrategia didáctica. Entonces es imprescindible conocer si la metodología que usa el docente es la adecuada.

Para determinar un correcto significado al concepto de mol y cantidad de sustancia se sugiere realizar una revisión histórica ya que existe una amplia diversidad de manifiestos en los cuales se discrepa estos conocimientos dentro de organizaciones científicas tanto físicas como químicas principalmente (Mills et al., 1993), si este tipo de situaciones se producen dentro de científicos especializados no es de sorprender que el docente y estudiante no contemplen la verdadera importancia ya que su significado aún tiene divergencias en cuanto a opiniones científicas.

### ***Interacciones en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje de la Química***

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química inciden varios aspectos, además de las estrategias y didácticas que el docente utiliza para compartir conceptos, definiciones, problemas y conocimiento con el estudiante, entre ellos se encuentran objetivos educativos que se logran de mejor manera planteando un ambiente adecuado dentro del aula.

Un ambiente adecuado se crea con las interacciones adecuadas, ya sea entre estudiantes o entre estudiantes y docentes, generalmente la interacción entre estudiante y docente es la más estudiada y que, según Coll (1984), se consideraba generalmente que los objetivos y resultados

obtenidos académicamente se debían a la actuación del docente, sin darle la importancia debida a la interacción y actuación de estudiantes. En cambio, estudios realizados en décadas actuales nos mencionan la importancia de la interacción de los estudiantes para el desarrollo de un ambiente adecuado para el cumplimiento de objetivos educativos de manera significativa (Huertas y Montero, 2001).

La interacción entre estudiantes contribuye también al momento de promover el trabajo cooperativo, que además permite la comunicación entre pares y otras habilidades como la autonomía. Esto permite que el estudiante mejore la argumentación, debate y explicación de ideas, acercándolo a una comprensión científica, la investigación y divulgación de la misma (Ibañez y Gómez, 2005). Esto permite que el estudiante comprenda su situación, visibilizando por sí mismo las dificultades que presenta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otra parte, la interacción entre docente y estudiante ha evolucionado a través del tiempo, así como: los avances pedagógicos, científicos y educativos en general. Si antes se mencionaba una estricta participación del docente como actor principal del proceso enseñanza-aprendizaje, hoy se puede discutir sobre los acuerdos a los que se llegan entre estudiantes y docentes, teniendo en cuenta al estudiante como principal actor y constructor de su aprendizaje. Entonces se convierte al docente en un guía en el desarrollo de actitudes y aptitudes que acerquen a la ciencia al estudiante (Ibañez y Gómez, 2005).

Estos estudios nos permiten concluir que: las interacciones entre docente y estudiante son tan importantes como las interacciones entre estudiantes y estudiantes dentro del aula, mediante el trabajo cooperativo se desarrollan actitudes y aptitudes que favorecen el análisis y comprensión de diferentes puntos de vista que aportan una construcción de aprendizaje conjunto.

Sin embargo, la actuación del docente no deja de tener la importancia que siempre ha tenido, ya que es él quien plantea objetivos, metodología y evaluación dentro del proceso educativo, especialmente cuando se encuentran con conceptos abstractos como son el mol y cantidad de sustancia, los cuales son de gran importancia dentro de la Química y el estudiante necesita la guía adecuada dentro del aula.

### ***Perspectiva del Conocimiento Químico: Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia***

La definición de Mol ha sufrido varios cambios desde inicios de los años 1900, tal como lo menciona Furió (2006), esto se dio gracias a eminentes avances científicos y acuerdos entre físicos y químicos, acercándonos a una definición más acertada del mol. Finalmente, en el 26<sup>a</sup> Conferencia General de Pesas y Medidas (BIPM, 2019), mediante una tabla que define a las unidades básicas de medida, la cual entró en vigor desde el año 2019 y dentro de la novena edición del “Sistema Internacional de Unidades” define al mol de la siguiente manera: “El mol, símbolo mol, es la unidad SI de cantidad de sustancia. Un mol contiene exactamente  $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$  entidades elementales. Esta cifra es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro.”

Con esta nueva definición el mol ya no depende de unidades de otras magnitudes, por ello, se enfatiza la diferencia de magnitudes “cantidad de sustancia” y “masa”. Podemos evidenciar mediante estas definiciones que el concepto de mol como el de la mayoría de conceptos químicos tiene un grado de abstracción, tal que, es complicado de entender, incluso para docentes. Para esto se debe tener en cuenta estrategias que contribuyan al momento de estudiar un concepto abstracto y querer transformarlo a algo más concreto dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje (CGPM, 2018).

### *La estrategia de Enseñanza*

Según Contreras y Emigdio (2013) una estrategia es un método que se utiliza para cumplir objetivos, destrezas o metas que se deseen efectuar para cierto grupo de individuos, esta debe evaluarse y determinar si esta funciona o afecta al grupo específico. Basándonos en esto y luego de determinar qué estrategia se consideró como la más adecuada para utilizarla en esta investigación, se dará revisión de la analogía como estrategia de enseñanza.

En concordancia, Furió, Azcona, y Guisasola (2002), mediante un estudio sobre la enseñanza-aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia enfocado en la situación de investigaciones didácticas en el área de química en base a varias dimensiones en cuanto a dificultades en el proceso de aprendizaje de mol y cantidad de sustancia encontraron que los estudiantes no tienen definido científicamente al concepto, cuya principal dificultad es la confusión con magnitudes como: masa y volumen. Lo cual conlleva a una confusión en la interpretación del concepto a escala macro y microscópico.

Fiad y Galarza (2015), aportan una mediación entre la reflexión cualitativa demostrando su importancia dentro y fuera del aula, haciendo referencia en procesos químicos como reacciones y cómo interviene el concepto en cada una. Y contempla la dificultad que existe al implementar una estrategia que solo trate de enseñar conceptos y no entretener y contextualizar al estudiante.

Tomando como referencia a los métodos y estrategias que mencionan los autores en torno a la enseñanza y el aprendizaje del concepto de Mol y Cantidad de Sustancia, en el presente trabajo se aplicará la analogía como estrategia de enseñanza-aprendizaje, a continuación, se realizará una revisión bibliográfica del método mencionado.

### ***Concepto de Analogía***

Las personas utilizan las metáforas o analogías para realizar comparaciones, esta es una actividad espontánea mediante la cual las personas dan sentido a una cosa o un suceso desconocido, planteando la comparación de objetos o sucesos que tienen similitud a los objetos desconocidos, además, cabe recalcar que mediante el uso de las analogías los científicos han podido construir nuevas representaciones científicas (Fernández, González, & Moreno, 2005).

Los docentes también utilizan la analogía como estrategia de enseñanza-aprendizaje; de tal manera que el docente utiliza una analogía para relacionar dos situaciones, la primera se la relaciona con objetos o situaciones familiares a los conocimientos del alumno, mientras que en la segunda se presenta una situación nueva o desconocida, por lo tanto el alumno luego analizar y familiarizar las dos situaciones, este podrá correlacionar la información de las dos situaciones, lo que le permitirá crear modelos mentales más comprensibles y finalmente podrá construir su nuevo conocimiento. (Fernández, González, & Moreno, 2005)

Laborde (2017), menciona que el pensamiento analógico supone la transmisión de conocimiento mediante la creación de modelos mentales que facilitan la comprensión de situaciones nuevas; por ende, el razonamiento analógico es considerado como un proceso fundamental en actividades como la argumentación, el aprendizaje escolar y todos sus procesos, especialmente la resolución de problemas sean estos matemáticos o lógicos.

### ***La analogía en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje***

La analogía es considerada como un recurso didáctico muy eficaz para utilizarla como estrategia del proceso de enseñanza-aprendizaje, el propósito de aplicar analogías es que

mediante la creatividad y la construcción de conocimiento se facilite el aprendizaje de conceptos teóricos abstractos, de esta manera se contribuye a que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo y se consigue un aprendizaje que no dependa de la memorización (González, 2003).

Según Oliva (2006), el aprendizaje de cualquier tipo de ciencia natural no se la obtiene mediante la adquisición de hechos, principios y leyes, sino que mediante un proceso de transición del conocimiento previo que posee el alumno, hacia otros conocimientos mucho más complejos y desde el punto de vista científico mucho más coherentes, y como consecuencia se obtienen dos factores claves para el proceso de enseñanza-aprendizaje, estos son:

- El aprendizaje significativo es un proceso de construcción del conocimiento, en donde se relacionan los contenidos con los conocimientos previos que ya se posee, con el fin de conducir hacia un aprendizaje más estable y duradero.
- La actividad del alumno o “aprende haciendo”, es un proceso con el cual se pretende que el alumno pueda llegar a obtener el control de su propio aprendizaje, ya que este proceso no solo implica labores de manipulación, sino que también de tipo intelectual, obteniendo como consecuencia el desarrollo de procedimientos mentales que son fundamentales para la comprensión y el aprendizaje de conocimientos de tipo conceptual.

Las analogías son empleadas en casi todos los niveles de educación, con el propósito de explicar y enseñar los conceptos, teorías, y representaciones científicas, en el campo de la química no es la excepción, en este campo las analogías son utilizadas para interpretar los fenómenos químicos, comprender conceptos abstractos, etc., por ende, a las analogías se les

considera como herramientas epistemológicas y motivacionales en el aprendizaje de las ciencias naturales. (Guevara, M., & Valdez, R. 2004).

### *El uso de analogías para la enseñanza de la Química*

En la Química existen varias analogías que fueron ideadas para el aprendizaje de la asignatura, en la revisión bibliográfica realizada se observó que varios autores no denominan a sus propuestas como “analogías”, suelen denominarlas como: modelos, experimentos, símiles, metáforas y otros sinónimos que hacen más diverso el estudio terminológico de la analogía en química.

Gilbert (1991) menciona la importancia de la presentación de analogías desarrolladas por el docente y la importancia de la creación de analogías por parte del estudiante, lo que da como resultado el entendimiento de los dos conceptos: analogía y el concepto químico tratado. Es decir, al momento de usar analogías sin importar la disciplina, se debe enseñar el concepto y cómo se desarrolla una analogía.

La importancia del desarrollo de analogías por parte del estudiante demuestra que se logró alcanzar competencias necesarias, ya que el proceso de creación de analogías necesita un nivel de conocimiento de los conceptos suficiente para que pase de ser el elemento desconocido a ser el elemento familiar como parte de la analogía (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005).

Podríamos concluir que para el docente comprobar que el concepto se comprendió de manera satisfactoria, una forma de evaluar los logros de la aplicación y uso de analogías es que el estudiante pueda convertir lo tratado en clase en analogías.

Sin embargo, Justi y Gilbert (2002) hacen referencia a la dificultad que surge al dedicar tiempo a la enseñanza del desarrollo de analogías, especialmente en la química, donde el tiempo es justo para el aprendizaje de la asignatura, lo que resulta en que pocos autores aportan procesos de desarrollo, enseñanza y evaluación de analogías en el área de química. Lo que podría convertirse en una ventaja, ya que se daría la libertad al estudiante al momento de distinguir espacios que requieran el desarrollo de una nueva analogía, usar o modificar las ya estudiadas en clase o simplemente distinguir si es factible el uso o no de analogías.

Siempre toda actividad desarrollada por el estudiante debe tener una guía, introducción y explicación de la consigna correspondiente dentro del aula y además tener en claro que es lo que significa el concepto de analogía, para su correcto uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje y el trabajo sincrónico y asincrónico del estudiante.

### **Bases Legales**

Se determina que la educación es un derecho fundamental de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado, haciendo especial mención al Art. 2 de principios, donde se establece a la investigación, construcción y desarrollo permanente como garantía del fomento de la creatividad, aquí se evidencia el interés por la investigación como característica de la educación y también como la creatividad es parte del modelo educativo nacional (LOEI, 2011)

El Ministerio de Educación que hace referencia a brindar una educación libre y de calidad con el propósito de mejorarla en cada contexto social, económico o político, tomando cada concepto en cada área como parte de este proceso educativo (MINEDUC, 2016), además dentro

del Currículo Nacional se plantea los siguientes objetivos para su matriz de destrezas con criterio de desempeño:

- O.CN.Q.5.2. Demostrar conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios, teorías y leyes relacionadas con la Química a partir de la curiosidad científica, generando un compromiso potencial con la sociedad.

- O.CN.Q.5.4. Reconocer, a partir de la curiosidad intelectual y la indagación, los factores que dan origen a las transformaciones de la materia, comprender que esta se conserva y proceder con respeto hacia la naturaleza para evidenciar los cambios de estado.

- CN.Q.5.2.10. Calcular y establecer la masa molecular de compuestos simples a partir de la masa atómica de sus componentes, para evidenciar que estas medidas son inmanejables en la práctica y que por tanto es necesario usar unidades de medida mayores, como el mol.

- CN.Q.5.2.11. Utilizar el número de Avogadro en la determinación de la masa molar de varios elementos y compuestos químicos y establecer la diferencia con la masa de un átomo y una molécula.

Estos objetivos y destrezas deben ser alcanzados por estudiantes durante y al finalizar el periodo escolar, con el fin de desarrollar habilidades y destrezas que servirán de apoyo para adquirir los nuevos conocimientos, porque del concepto de Mol y cantidad de sustancia se derivan varias temáticas que se basan en las concepciones antes mencionadas para el desarrollo de su contenido.

## CAPÍTULO II: Marco Metodológico

En este capítulo se describe la visión paradigmática con que se estudia la realidad investigada, junto con las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de la información y posterior análisis, siendo estos elementos necesarios para la consecución de los objetivos planteados.

### **Paradigma y Enfoque**

La realidad o problemática educativa investigada se analizó bajo la visión del paradigma interpretativo, ya que según Martínez (2013), se busca comprender fenómenos sociales como la educación a través del análisis de las concepciones de sus actores a través de la indagación de concepciones importantes para la interpretación de la problemática y así obtener datos y diversos puntos de vista dándole sentido a la situación a estudiar. En este caso se busca analizar la información emanada a partir de la aplicación de instrumentos y técnicas de recolección de información basada en el uso de la analogía, para comprender el nivel de superación de dificultades que alcanza un grupo de estudiantes de segundo de BGU con respecto al concepto de mol y cantidad de sustancia.

En cuanto al enfoque, dentro de esta investigación se plantea un enfoque mixto, ya que se recolecta, analiza y vierte datos cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio, tal como lo menciona (Barrantes, 2014 y Herrera y Guerrero, 2001). En cuanto a lo cualitativo, se analizó la observación participativa de los factores influyentes en la problemática estudiada y las respuestas dadas por el grupo de participantes, a las dos primeras preguntas abiertas del pretest y postest. El análisis cuantitativo se realizó en función de las respuestas dadas a partir de la tercera pregunta del pretest y postest.

### **Tipo de investigación**

El presente estudio se enmarca dentro de una investigación de campo ya que la información se recolecta de manera directa con los participantes en el contexto mismo donde suceden los fenómenos de forma natural y espontánea sin manipular variables, el nivel de la investigación fue descriptivo, ya que tiene el fin de especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos comunidades u otro fenómeno que se someta a uno o varios análisis. Es decir que permite medir la información recolectada para luego proceder a describir, analizar e interpretar las características del fenómeno, grupo o persona estudiado con base a la realidad del escenario planteado (Palella y Martins, 2012).

Para la realización de este estudio se describieron los conocimientos que tienen los estudiantes, además de las concepciones de los mismos y el docente en relación al concepto de mol y cantidad de sustancia dentro del área de química en segundo de bachillerato de la Unidad Educativa Herlinda Toral; se han revisado y analizado varias fuentes bibliográficas que definen al mol y cantidad de sustancia histórica y científicamente y se ha indagado sobre las mismas dificultades existentes y estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Con la finalidad de formular una estrategia educativa relacionada al tema, se realizó un primer acercamiento diagnóstico hacia el conocimiento y concepción del estudiante que permitió contemplar una relación entre la realidad y lo encontrado en la revisión bibliográfica. Por ello, basándonos en los objetivos planteados, podemos afirmar que el estudio es de carácter descriptivo.

## **Población y Muestra**

Al ser un trabajo con enfoque mixto se tomó en consideración como población a todos los estudiantes que conforman los paralelos del segundo año de bachillerato de especialidad Ciencias de la Unidad Educativa Herlinda Toral, y la muestra es de tipo intencional no probabilística ya que responde a criterios tales como: a) que sean estudiantes del BGU y b) que sean estudiantes de segundo año de BGU de los paralelos “A” y “B”, para un total de 50 estudiantes, a los cuales se les aplicó la estrategia e instrumentos de recolección de información de la misma manera (González, 1997).

Esta muestra definirá las dificultades y necesidades relacionadas al objeto de estudio y por ende las estrategias a usarse como solución para las mismas, se aplicó esta técnica de muestreo ya que con estos estudiantes se tuvo un acercamiento prioritario durante la realización de prácticas preprofesionales y durante la etapa de observación presentaron mayor posibilidad de arrojar datos más precisos, tanto cualitativa como cuantitativamente.

## **Operacionalización de Variables**

Para definir las variables, dimensión, indicadores y técnicas e instrumentos utilizados en el presente trabajo, correspondientes a los objetivos específicos se ha planteado una tabla en la cual se definen éstos como elementos de la investigación a partir del objetivo general.



**Tabla 1**

*Operacionalización del objeto de estudio*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos de medición</b>
Dificultades conceptuales en el aprendizaje de mol y cantidad de sustancia	-Relación conceptual moles-cantidad de sustancia-masa.	-Distingue las unidades particulares que conforman un mol en dos productos diferentes  -Diferencia entre magnitudes del Sistema Internacional  -Distingue la relación entre Mol-Cantidad de Sustancia y Constante de Avogadro	Pretest y Posttest. López y Vega (2019)



---

Variable Independiente	Dimensión	Indicadores	Técnicas e instrumentos de medición
Estrategia didáctica por analogías	-Contenido	-Estructura organizativa de la estrategia  -Ejercicios en cada dimensión del concepto de mol.	Protocolo de actividades para el desarrollo de la estrategia
	-Evaluación	-Aplicación de Kahoot  -Tarea asincrónica	

---

## **Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información**

A continuación, se detallan los instrumentos empleados para el desarrollo de la presente investigación como son: pretest, postest y la observación participativa. Cada una de estas herramientas servirán para la exposición de los datos e información obtenida, que posteriormente será analizada y brindará conclusiones al respecto de la investigación y propuesta.

### ***Observación participativa***

Para Martínez (2007), en todo tipo de investigación la observación y sus registros de lo observado son fundamentales, ya que dichos registros se generan sobre fenómenos en los cuales se define un objeto de estudio. Tanto la observación como el diario de campo, herramienta que fue utilizada para la recolección de información obtenida, se adaptan en el campo de estudio, donde la experiencia y la intencionalidad del investigador dominan sus cuestionamientos sobre el objeto de estudio.

Se cree que una de las causas de esta problemática son las estrategias que el docente del área utiliza para impartir la clase, ya que según Herrera (2005), en su artículo, “Importancia de las estrategias de enseñanza y el plan curricular” argumenta que: “Las estrategias de aprendizaje no sólo entrenan la capacidad de aprender y resolver problemas, sino que esto en sí mismo implica el desarrollo intelectual del estudiante, la potencialización de sus habilidades, entendiéndose éstas como estructuras flexibles y susceptibles de ser modificadas e incrementadas.”

Mediante la búsqueda de fuentes bibliográficas se pudo recopilar información que argumenta favorablemente la aplicación de estrategias de enseñanza dentro del aula de clase, además mediante su aplicación se pretende mejorar el ambiente del aula, las actitudes de los

estudiantes y el rendimiento académico. Para la oportuna recopilación de información, se optó por utilizar el instrumento denominado “Pretest y Postest” para poder medir los conocimientos de los estudiantes antes y después de la aplicación de la propuesta de investigación.

### ***Pretest y Postest***

Para la aplicación de estas herramientas se hará uso de pretest y postest planteados por López y Vega (2019), en donde hacen uso de un cuestionario (Ver Anexo 1), dividido en dos partes que medirán la percepción y el conocimiento que tienen acerca del concepto de mol y cantidad de sustancia, para su aplicación los autores plantean las siguientes dimensiones: relación Moles-cantidad de sustancia-masa, dimensión que no es la única, pero es la que se utilizara para el presente trabajo de investigación

### **Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico**

En este apartado se realizará el análisis y triangulación de cada una de las herramientas utilizadas para la recolección de datos antes, durante y después de la aplicación de la propuesta planteada que se desarrolla a lo largo del presente trabajo investigativo.

### ***Análisis y discusión de la observación participativa***

Los resultados obtenidos mediante la observación durante las practicas pre profesionales fueron recopilados dentro de los diarios de campo (Ver Anexos), estos diarios permitieron manejar esta información en tres tiempos de acción. Los primeros dos tiempos hacen referencia al trabajo realizado por el docente y el estudiante en clases sincrónicas y en el tercer punto se recopila las actividades realizadas por el estudiante de forma asincrónica.

A continuación, se presentan estos resultados de acuerdo a cada dimensión:

### **Dimensión: Relación conceptual moles-cantidad de sustancia-masa.**

Según lo observado en esta dimensión, los estudiantes tienen dificultades al momento de trabajar con varias magnitudes del Sistema Internacional, sin conocer la definición de mol y cantidad de sustancia, su relación con la constante de Avogadro y su uso dentro de la Química. Teniendo problemas al aplicar estos conocimientos dentro de temas como molaridad, molalidad y normalidad, donde se plantea el uso de varias magnitudes como masa, magnitud con la cual tienen mayor grado de confusión, esto evidenciando que en ocasiones confunden a mol como su unidad o parte de ella y complica la aplicación de estos conceptos en otras temáticas (Ver Anexo 4).

### **Dimensión: Contenido**

En cuanto a esta dimensión podemos mencionar la superficialidad con la que se aborda el tema de mol y cantidad de sustancia, sin definir bien su relación, relación con el número de Avogadro y el valor que tiene este concepto dentro de la Química, lo que posteriormente se evidenció al trabajar con temas como molaridad y aún más con temas como estequiometría, que necesitan mayor nivel de conocimiento e internalización de estos conceptos. Dentro de estas clases tampoco se dan procesos reflexivos que permitan al estudiante entender fenómenos que no están al alcance de sus sentidos y que se producen de manera microscópica, el factor tiempo tampoco es suficiente para aplicar diferentes actividades y en ocasiones se aceleran los tiempos de aprendizaje para algunas temáticas, lo cual afecta también el determinar qué aspectos son necesarios de reforzar mediante la evaluación (Ver Anexo 5).

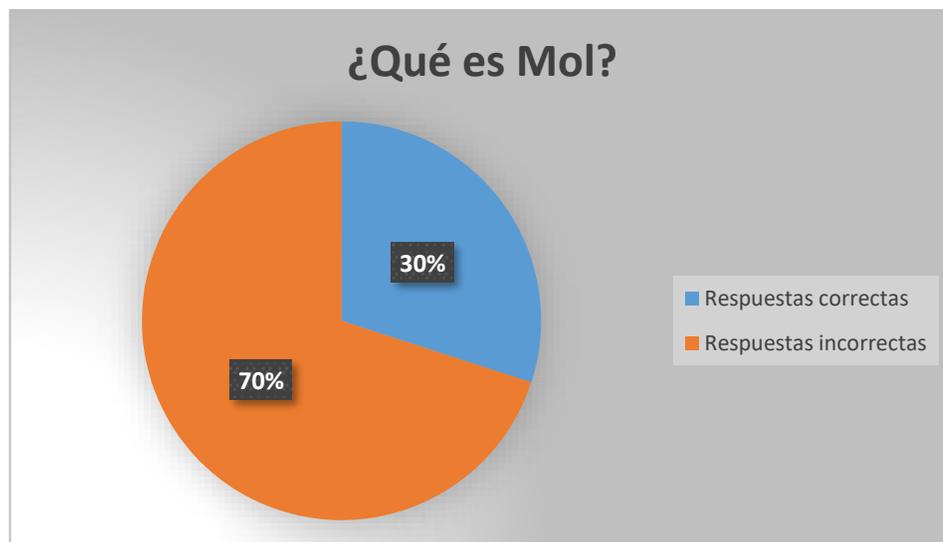
### *Principales resultados mediante el análisis de la prueba diagnóstica (Pre Test)*

Las preguntas dentro del Pretest buscan obtener respuestas que nos guíen a las concepciones individuales y principalmente grupales sobre los conceptos de Mol y Cantidad de sustancia por ello se utilizaron las siguientes preguntas, mismas que fueron utilizadas en el trabajo titulado: Concepciones de estudiantes de Educación Media General sobre mol y cantidad de sustancia realizado por López y Vega (2020) y que en este caso fueron aplicadas a una muestra de 50 estudiantes de segundo de Bachillerato correspondientes a los paralelos “A” y “B”.

Dentro del grupo de estudiantes mediante la aplicación del Pre test se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **Figura 1**

*Pregunta 1. Pre test. “Defina ¿Qué es Mol?”:*



*Nota.* Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas e incorrectas

Esta pregunta tuvo como objetivo reconocer cuales eran las concepciones que tienen los estudiantes de segundo de bachillerato en cuanto a la definición de Mol, las respuestas obtenidas se las clasificaron como correctas e incorrectas en referencia a lo mencionado por el BIPM (2019), en sus definiciones de Magnitudes y Unidades.

El 30% de los estudiantes respondieron acertadamente a la pregunta, algunas de las respuestas que fueron consideradas como correctas son: (“unidad con que se mide la cantidad de sustancia”, “es la unidad con que se mide la cantidad de sustancia, una de las siete magnitudes físicas fundamentales del Sistema Internacional de Unidades”, “Es la unidad si de cantidad de sustancia de una entidad elemental”).

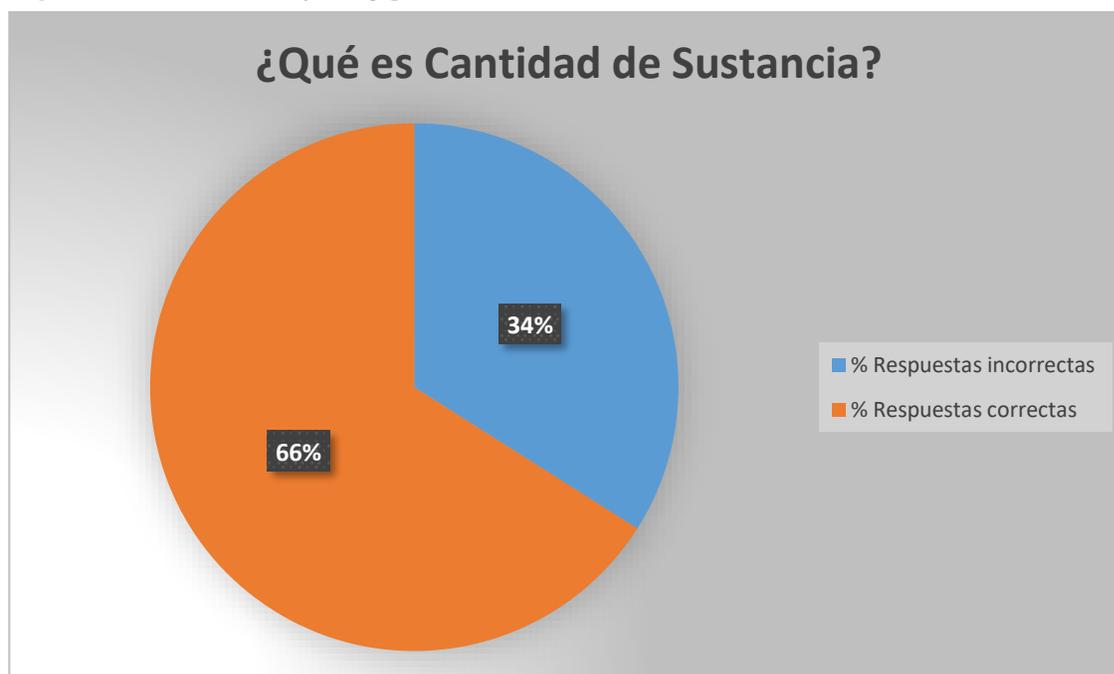
Mientras tanto el 70% de estudiantes mencionan conceptos relacionados al Mol pero estas concepciones se alejan del término correcto, por lo tanto este tipo de respuestas se las tomaron como incorrectas, por ejemplo: (“Es una molécula”, “Un centro comercial”, “Es una parte de las moléculas”), cabe mencionar también que existe un grupo de estudiantes que presentan un cierto grado de confusión sobre la definición de Mol, debido a que en sus respuestas mencionan otras definiciones como la de Masa y Volumen, unidades que están relacionadas al momento de trabajar temas como Molaridad y Molalidad, pero son conceptos muy diferentes, por ejemplo: (“Unidad de peso”, “Es la cantidad de espacio de una sustancia”, “Es el número de elementos de una sustancia”).

Como respuestas correctas se buscaba obtener conceptos cercanos a la definición otorgada por la (Oficina Internacional de Pesas y medidas (BIPM), 2019), la cual define al Mol como la Unidad SI de la Cantidad de Sustancia, representada por el número de Avogadro ( $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$  entidades elementales).

Las respuestas obtenidas se acercan a lo mencionado por Furió, et al. (2000) y Garcia (1990), donde mencionan que existe un estudio superficial o incompleto en cuanto al aprendizaje del concepto, ya que los estudiantes tienen cierto nivel de conocimiento e incluso un porcentaje de los mismos lo relacionan con Avogadro y su constante, la cual define la cantidad de partículas elementales que existen en un Mol, pero la relación que contemplan los estudiantes entre estos dos términos no es la que se esperaba. Esto concuerda con el diagnóstico obtenido mediante la observación participativa de las clases de Química en segundo de BGU, en donde los estudiantes presentaron deficiencias en cuanto a la comprensión y aplicación de los conceptos de mol y cantidad de sustancia.

**Figura 2**

*Pregunta 2. Pretest. “Defina ¿Qué es Cantidad de Sustancia?:*



En la pregunta dos se buscó reconocer cuales eran las concepciones que tienen los estudiantes sobre la cantidad de sustancia, obteniendo como resultados: 65% de estudiantes tiene ideas relacionadas a conceptos de cantidad de medida y unidad del Sistema Internacional, pero estas no tienen el acierto necesario o cercano al concepto por lo tanto se las consideraron como incorrectas.

Algunas de las respuestas que se obtuvieron fueron: “cantidad de compuesto”, “sustancia química”, “mol y Avogadro”, respuestas que tienen conceptos relacionados a lo que en realidad se define como Cantidad de Sustancia. Estos resultados se relacionan a investigaciones realizadas por una gran cantidad de autores sobre errores al momento de aprender conceptos como Cantidad de Sustancia, estos problemas suelen atribuirse a la falta de requisitos necesarios en cuanto a conocimientos previos, la acumulación de conceptos estrechamente relacionados como átomos, moléculas, moles, Avogadro, entre otros y la misma dificultad que lleva intrínseca aprender nuevos conceptos en el área de química (Penagos y Lozano, 2005).

Dentro del grupo de estudiantes que respondieron incorrectamente, nuevamente se pudo evidenciar que los estudiantes tienen un cierto grado de confusión en cuanto a la definición de la cantidad de sustancia ya que en sus respuestas lo relacionan con términos como: “compuestos, sustancia, mezcla, volumen”, lo cual no es necesariamente acertado.

Estas respuestas vuelven a relacionarse con lo planteado por Furió (2000), quien menciona la confusión existente entre términos como Mol y Cantidad de Sustancia con conceptos inmediatamente futuros como molaridad, molalidad y otros, en donde se ocupan términos relacionados a los expuestos. Esto ocurre ya que en el desarrollo de la clase se

prioriza el trabajo matemático enfocado en fórmulas y el concepto se revisa muy brevemente y de manera superficial, lo cual no termina calando en el pensamiento del estudiante para poder desarrollar temas futuros y se ve simplemente como un número a este concepto tan importante en el progreso científico del estudiante, haciendo referencia al área de Química, además de no definirlo correctamente, ya que existe también la deficiencia en cuanto a la definición del concepto en cuanto a su importancia como unidad de una magnitud fundamental del Sistema Internacional, lo que se relaciona con las deficiencias al momento de diferenciar magnitudes en procesos o fórmulas propias de la Química.

Finalmente se puede mencionar que el 35% de estudiantes conocen que es una de las magnitudes fundamentales del Sistema Internacional con respuestas relacionadas como: “unidad de cantidad de sustancia”, “unidad de medida química”, “medida de sustancia”, respuestas que se han tomado como correctas. Estos resultados nos indican que las concepciones de los estudiantes para esta pregunta tienen un mayor porcentaje de error al momento de expresar el conocimiento que tienen acerca del término.

El siguiente análisis corresponde a las preguntas que hacen referencia a la segunda parte de la encuesta, en donde se busca visualizar cómo relacionan los conceptos anteriormente analizados con términos como masa que corresponde a una magnitud y unidad de medida diferente, pero con la cual tienen una mayor frecuencia de confusión.

**Tabla 2**

*Pregunta N° 3. Se tiene un paquete de arroz y uno de azúcar de 2Kg cada uno (los átomos están representados por un grano para arroz y un cristal para azúcar). Entonces hay:*

<b>Respuestas</b>	<b>% Estudiantes</b>
Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz	36
Igual cantidad de sustancia en ambos paquetes	15
Mayor cantidad de sustancia en el paquete de arroz que en el de azúcar	49

*Nota.* Los porcentajes han sido redondeados.

Para esta pregunta se buscaba como respuesta correcta a: “Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz”, lo cual sin una explicación ni referencia que sea familiar para los estudiantes, responder esta cuestión les resultó de una complejidad considerable ya que la cantidad de estudiantes que acertaron a la respuesta fue correspondiente al 36% del grupo de estudiantes, es decir, menor a la mitad del total de estudiantes.

Este resultado se relaciona con lo mencionado por Vega y López (2019), quienes mencionan la falta de análisis de las sustancias o elementos presentados de manera escrita y haciendo énfasis a la necesidad de referencias visuales. Estos resultados y lo mencionado por los autores antes citados nos permiten evidenciar la necesidad de hacer uso de material visual que acompañe al texto que hace referencia a los conceptos a enseñar, de preferencia estos elementos

deben ser familiares al estudiante para que en su análisis posterior puedan relacionarlo con facilidad.

**Tabla 3**

*Pregunta N° 4: Variable: Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de masa de un átomo de B  
¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?*

<b>Respuestas</b>	<b>% Estudiantes</b>
El doble de A con respecto a B	15
Igual cantidad de A y B	4
El doble de B con respecto a	3

*Nota.* Los porcentajes han sido redondeados.

La respuesta: “El doble de A con respecto a B” es la que corresponde como correcta para la pregunta en mención, esta pregunta necesitaba análisis y esta fue planteada para tener un primer acercamiento al criterio que tienen los estudiantes sobre la comparación de dos cuerpos con masa diferente, teniendo como elemento en relación al átomo, que es una unidad de referencia dentro de los conceptos Mol y Cantidad de Sustancia.

Estos resultados nos indican que los estudiantes tienen dificultades en cuanto a diferenciar masas entre dos cuerpos diferentes, estos cuerpos haciendo referencia al mundo micro al cual ellos no tienen acceso directo con sus sentidos. Esta característica es la que más se

repetirá en el desarrollo de la propuesta ya que es de gran necesidad trabajar en este aspecto para que los estudiantes puedan realizar comparaciones dentro del mundo macro.

#### Tabla 4

*Pregunta No 5: Se tiene que A, B y C son elementos representativos de la tabla periódica con diferentes unidades de masa atómica (u. m. a) representada por rectángulo. Si cada recuadro representa el número de moles de átomos presentes en cada elemento, se puede afirmar que hay:*

Respuestas	% Estudiantes
Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C	45
Mayor cantidad de sustancia en A e igual entre B y C	20
Igual cantidad de sustancia en A, B y C	35

*Nota.* El gráfico correspondiente se puede encontrar en el Anexo 2.

Esta pregunta tiene un acercamiento especialmente enfocado al concepto de Mol y su relación con el número de Avogadro y la Cantidad de Sustancia y su comparación entre dos sustancias, en este caso representadas de manera geométrica, aunque nuevamente es necesario comprobar si lo contestado no fue solo por la referencia visual como menciona Vega y López (2019), para estas comparaciones ya en la práctica y la teoría que normalmente se asigna dentro

del área de Química se necesita un análisis, ya que no todos los elementos a usar son de carácter macro y es complejo realizar un criterio de conceptos que se encuentran de manera micro.

### Tabla 5

*Pregunta No 6: Se tiene 4 moles de átomos de A y 2 de moles de átomos de B en 1 Kg de cada material, entonces hay:*

Respuestas	% Estudiantes
Más átomos de A con respecto a B	6
Menos átomos de A con respecto a B	67
Igual cantidad de átomos de A Y B	27

*Nota.* Los porcentajes han sido redondeados

Aquí se evidencia que algunas respuestas correctas para las preguntas anteriores fueron al azar o se basaron en lo que se podía observar más que en un análisis de comparación entre las magnitudes cantidad de sustancia y masa, con un porcentaje mayor al 50% de estudiantes que no eligieron la respuesta correcta, la respuesta que se buscaba obtener es: “Más átomos de A con respecto a B”, que solo un estudiante obtuvo esta respuesta.

Estos resultados nos indican las dificultades que tienen los estudiantes al trabajar con el termino Mol, en comparación con lo mencionado por Furió (2006), la necesidad de abarcar más que superficialmente el concepto de Mol es de suma importancia para el desarrollo de la Química en el bachillerato, ya que es una unidad del S.I. no estudiada con gran frecuencia como otras.

### Tabla 6

*Pregunta N°7: Si en 1 Kg hay  $6,022 \times 10^{23}$  átomos de un material A y en 2Kg hay  $6,022 \times 10^{23}$  átomos de material B, entonces hay:*

Respuestas	% Estudiantes
Más moles de átomos A que de B	5
Más moles de átomos B que de A	40
Igual cantidad de mol de átomos en ambos materiales	45

*Nota.* La respuesta que se busca para esta pregunta es: Igual cantidad de mol de átomos en ambos materiales

En referencia a la magnitud: Cantidad de sustancia y su frecuente confusión entre estudiantes con la magnitud masa se realiza esta pregunta que arrojó resultados que corroboran la necesidad de abordar con metodología e importancia diferente esta magnitud y su unidad, como se observó durante las prácticas preprofesionales y como menciona Furió (2002), la experiencia

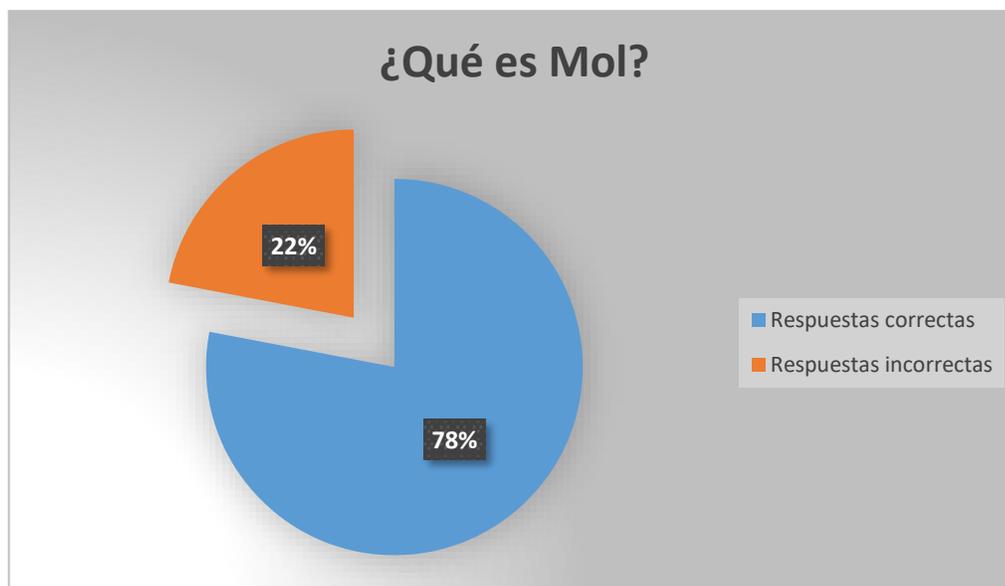
de aprendizaje es muy superficial al tratar estos conceptos durante las clases de Química aun cuando estos son utilizados en la mayoría sino en todos los temas futuros dentro del área de Química.

### **Principales resultados mediante la prueba de contenido (Postest).**

En este apartado se darán a conocer los resultados obtenidos mediante la aplicación de la encuesta postest, se realizará una comparación del estado de los estudiantes antes de la aplicación de la propuesta a través de lo recopilado durante la aplicación del pretest y después de la aplicación de lo planteado como propuesta. Así se medirá la factibilidad de la propuesta planteada dentro del presente trabajo de investigación.

### **Figura 3**

*Pregunta 1: "Defina que es Mol:".*



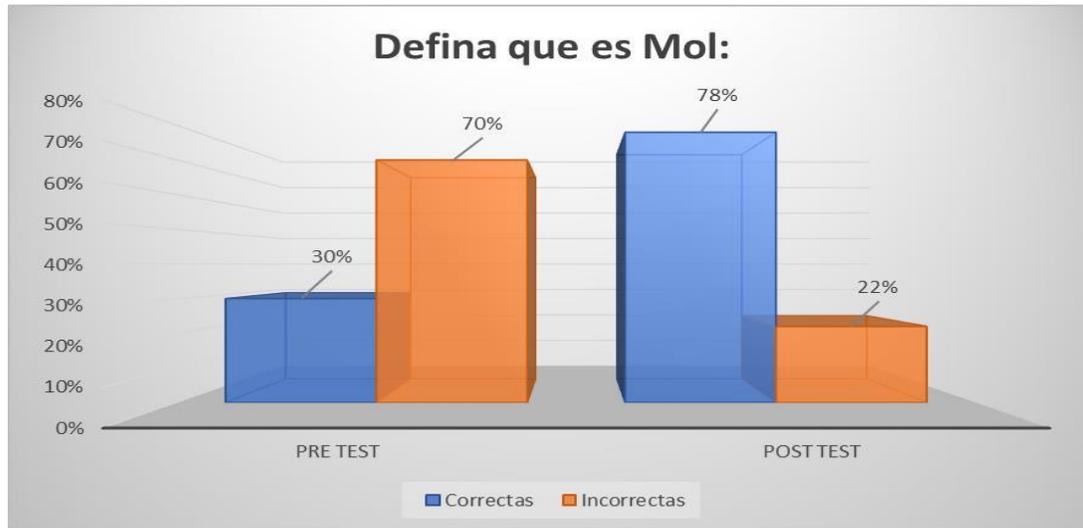
Esta pregunta se la aplicó nuevamente en el post test, con el fin de conocer si los estudiantes tienen más clara la concepción de Mol, los resultados obtenidos sobre la pregunta indican que el

índice de respuestas correctas aumentó a un 78%, algunas de las respuestas que manifestaron los estudiantes son; (“Unidad de cantidad de materia del Sistema Internacional, de símbolo mol”, ”Es la unidad para medir una cantidad de sustancia”, “Unidad para medir la cantidad de una sustancia química que tenemos”). Al comparar las respuestas de los estudiantes con la definición del Mol otorgada por la Oficina Internacional de Pesas y medidas (2019), se puede apreciar claramente que las respuestas que fueron consideradas como correctas, presentan un grado alto de similitud.

En cuanto a respuestas incorrectas, se obtuvo un 22% de respuestas erróneas en las cuales se aprecia que los estudiantes todavía tienen ciertas dificultades en relacionar el concepto de mol con el número de Avogadro, pero cabe mencionar que ya no se presentaron respuestas que se relacionan a otras concepciones (peso, volumen, etc.), algunas de las respuestas que se obtuvieron fueron; (“unidad de cantidad de sustancia de una entidad elemental”, “Es una unidad de cantidad de sustancias de una entidad elemental”, “es la cantidad de sustancia de una entidad elemental”), lo cual nos indica un mejoramiento en la comprensión y acercamiento a la definición planteada por el Sistema Internacional de Medidas.

**Figura 4**

*Respuestas del Pre Test vs Post test. “Defina que es Mol:”*



Al haber aplicado la misma pregunta tanto en el pretest como en el posttest, se puede realizar la comparación de sus resultados, en la cual podemos apreciar que en un inicio eran pocos los estudiantes que tenían una concepción casi precisa sobre la definición de Mol, mientras que más del 50% de estudiantes no sabían o no tenían en claro cuál era la concepción sobre el concepto de Mol.

Luego de haber aplicado la propuesta metodológica de enseñanza a la clase, se procedió a aplicar el Post Test en donde, las respuestas incorrectas en cuanto a la definición de mol disminuyeron significativamente obteniendo solo un 22% de respuestas erróneas, mientras que el número de estudiantes que respondieron correctamente ascendió a un 78%, estos resultados presentan un cambio significativamente grande en cuanto a la concepción de Mol, ya que se

considera que los estudiantes que respondieron mal la pregunta en el Post Test son los mismo que solo ingresaron a una sola clase de la propuesta y no participaron en la actividad del Kahoot.

### Figura 5

*Pregunta 2: Post Test “Defina que es Cantidad de Sustancia:”*



La aplicación de esta pregunta tuvo el objetivo de evaluar el conocimiento que tienen los estudiantes de segundo de BGU sobre la definición de la magnitud cantidad de sustancia, en la figura 5 se evidencia que el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente la pregunta es de un 83%, están son algunas de las respuestas que fueron consideradas como correctas; (“Una unidad fundamental que es proporcional al número de entidades elementales presentes”, “es lo proporcional al número de entidades presentes”, “Es la magnitud proporcional

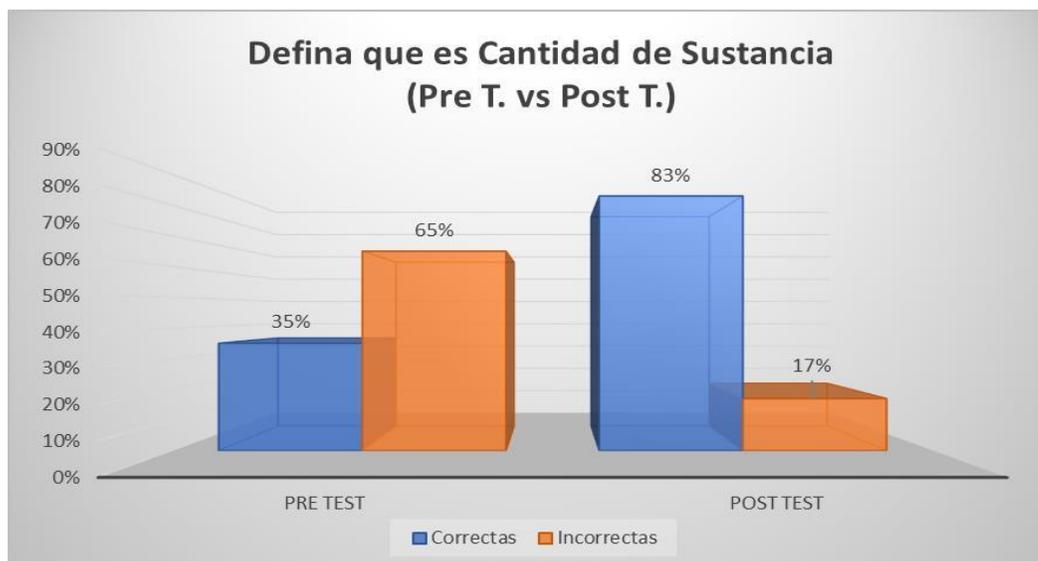
al número de entidades.”), estas respuestas presentan un grado alto de concordancia en cuanto a la definición que nos otorga la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (2019).

En cuanto a el índice de respuestas mal respondidas solo el 17% de estudiantes respondieron de manera errónea a la pregunta, estas son algunas respuestas incorrectas; (“Magnitud de átomos”, “Puede ser un átomo, partícula, ion, electrón”, “Es el número de algún elemento presente o materia que ocupa un lugar en el espacio.”).

Al analizar estos resultados se podría afirmar que la gran mayoría de estudiantes después de la aplicación de la propuesta planteada para el presente trabajo de investigación alcanzaron un conocimiento significativo de la definición de la magnitud cantidad de sustancia, a diferencia de lo obtenido anteriormente, es decir durante la fase de diagnóstico de la investigación, esta comparativa se realiza en la siguiente figura.

### Figura 6

*Respuestas del Pre Test vs Post Test. “Defina que es Cantidad de Sustancia:”.*



La pregunta “Defina que es cantidad de sustancia”, fue aplicada tanto en el pre test como en post test, por lo tanto mediante los resultados obtenidos se ha podido generado la figura 6, en la cual se puede apreciar un incremento de respuestas correctas en cuanto a la pregunta planteada, teniendo como resultado un incremento del 48% en respuestas correctas, pasando de 35% de respuestas correctas en el pre test a un 83% de respuestas correctas en el post test, de la misma manera se puede apreciar una reducción considerable de respuestas incorrectas, en un inicio en el pretest se obtuvo un 65% de respuestas erróneas, mientras que en el post test sólo se obtuvo un 17%, es importante señalar que estos resultados no son de todo buenos pero es un cambio notorio en cuanto a las concepciones que tienen los estudiantes de la definición de cantidad de sustancia.

En la tabla No. 7 Se muestran los resultados de la tercera pregunta del postest mostrando las opciones de respuesta y la cantidad de estudiantes que eligieron cada opción y su porcentaje correspondiente, teniendo como correcta a la respuesta: Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz

**Tabla 7**

*Análisis de la pregunta: Se tiene un paquete de arroz y uno de azúcar de 2Kg cada uno (los átomos están representados por un grano para arroz y un cristal para azúcar). Entonces hay:*

<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
Mayor cantidad de sustancia en el paquete de arroz que en el de azúcar	18,2%
Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz	72,2%
Igual cantidad de sustancia en ambos paquetes	9,6%

En dicha tabla, se puede observar que el 72,2% del grupo de estudiantes evaluado respondió de manera correcta, esto evidencia resultados positivos en comparación a la participación obtenida por el grupo en la clase piloto. Es decir, existen diferencias significativas comparando los tiempos de antes y después de aplicar la propuesta basada en analogías en cuanto al indicador: Relación conceptual moles-cantidad de sustancia-masa.

En esta pregunta los estudiantes muestran un análisis y comparación de cantidades de dos elementos observables y familiares que se relacionan al trabajo realizado durante la aplicación de las clases correspondientes a la propuesta. La analogía usada en esta pregunta hace referencia a la cantidad de sustancia al momento de comparar dos elementos, en este caso los granos de arroz y azúcar son una analogía a los elementos que podemos encontrar a nivel microscópico.

Las analogías entre objetos a nivel macro y nivel microscópico fueron analizadas con especial énfasis dentro de la segunda clase aplicada, ya que, durante la aplicación del pretest y la primera clase existía un gran porcentaje de desconocimiento conceptual y falta de análisis al no tener una referencia familiar dentro del mundo macro que pudiese compararse con conceptos que se encuentran definidos dentro del mundo micro.

En referencia a la pregunta en cuestión en la siguiente tabla podemos observar la comparación entre cantidad de estudiantes y porcentaje correspondiente al grupo evaluado, en donde podemos observar el avance que tuvieron los estudiantes al momento de analizar una comparación de elementos que representan la relación entre cantidad de sustancia y masa de los mismos.

**Tabla 8**

*Análisis comparativo de resultados de pretest y posttest para la pregunta: Se tiene un paquete de arroz y uno de azúcar de 2Kg cada uno (los átomos están representados por un grano para arroz y un cristal para azúcar). Entonces hay:*

<b>Respuesta correcta</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz	36%	72%

En esta primera pregunta relacionada a la dimensión: Relación conceptual moles-cantidad de sustancia-masa, se plantea un modelo analógico mental en el cual se comparan dos elementos sin la necesidad de tener una referencia visual y enfocándose en el análisis de los elementos. Esta estrategia es necesaria ya que según Laborde (2017) el razonamiento analógico es fundamental en procesos como la argumentación, comparación y resolución de problemas.

Esta comparación nos da como resultado que en esta segunda ocasión y después de aplicar la propuesta el número y porcentaje de estudiantes se duplicó al momento de analizar esta pregunta y elegir la respuesta correcta y aunque no se alcanza un porcentaje perfecto la pregunta resulto ser muy beneficiosa en cuanto al desarrollo de analogías por parte de los estudiantes al realizar el trabajo en aula. Ya que gran cantidad de analogías presentadas por parte de los estudiantes tenían similitud en cuanto a lo planteado dentro de esta pregunta.

**Tabla 9**

*Análisis de la pregunta: Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de masa de un átomo de B  
¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?*

<b>Respuestas</b>	<b>Porcentaje</b>
El doble de A con respecto a B	77,27%
Igual cantidad de A y B	13,63%
El doble de B con respecto a A	9,10%

La Tabla No. 9 muestra las respuestas para la pregunta: Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de masa de un átomo de B ¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?, donde la respuesta que se considera correcta y se buscaba por parte de los estudiantes es: El doble de A con respecto a B. En donde se nota que el porcentaje de estudiantes que eligieron dicha respuesta es mucho mayor a quienes eligieron las dos respuestas restantes.

Esta pregunta está enfocada específicamente para el análisis comparativo entre las magnitudes masa y cantidad de sustancia, como la anterior pregunta esta tiene la característica de

no tener una referencia visual directa para que pueda existir un análisis visual, tratando de convertir conceptos abstractos a concretos como lo menciona Barcia y Carvajal (2015), quienes además de realizar esta conversión de abstracto a concreto mencionan el análisis que se debe realizar llevando estos conceptos a un plano real con elementos que el estudiante conozca y pueda comparar mentalmente sin necesidad de una percepción visual de los elementos en cuestión.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla la comparación de resultados obtenidos durante la aplicación del pretest y postest para la pregunta: Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de masa de un átomo de B ¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?

**Tabla 10**

*Análisis comparativo de resultados de pretest y postest para la pregunta: Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de masa de un átomo de B ¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?*

Respuesta correcta	Pretest	Postest
El doble de A con respecto a B	68%	77%

Esta pregunta de razonamiento no tuvo un cambio tan significativo en cuanto a crecimiento porcentual de estudiantes que eligieron la respuesta correcta, podría decirse que el análisis necesario y recomendado por Vega y López (2019), se cumple en esta pregunta ya que como se menciona y se puede evidenciar esta no cuenta con una referencia visual que contribuya a su análisis.

### Tabla 11

*Pregunta No 5: Se tiene que A, B y C son elementos representativos de la tabla periódica con diferentes unidades de masa atómica (u. m. a) representada por rectángulo. Si cada recuadro representa el número de moles de átomos presentes en cada elemento, se puede afirmar que hay:*

Respuestas	Porcentaje
Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C	90%
Mayor cantidad de sustancia en A e igual entre B y C	10%
Igual cantidad de sustancia en A, B y C	0%

*Nota.* EL gráfico correspondiente se puede encontrar en el Anexo 2.



En esta tabla se puede observar que para una pregunta que cuenta con un elemento visual de apoyo el grupo tiende a elegir la respuesta correcta en su mayoría, como mencionaba López y Vega (2019), se necesita un análisis más que el uso de elementos de referencia para el desarrollo del aprendizaje crítico en temas químicos y como se evidencia mediante el porcentaje que eligió la respuesta: “Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C” correspondiente a un 90% de estudiantes que obtuvieron la respuesta correcta.

**Tabla 12**

*Análisis comparativo de resultados de pretest y postest para la pregunta No. 5.*

<b>Respuesta correcta</b>	<b>Pretest</b>	<b>Postest</b>
Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C	45%	90%

En la Tabla No. 11 se evidencia la diferencia de resultados obtenidos para la pregunta No. 5 correspondiente al pretest y postest, teniendo un 55% de la muestra en comparación del antes y después de la aplicación de la propuesta. La pregunta cuenta con una referencia visual, que en la analogía representa el elemento familiar como lo menciona Fernández, González, & Moreno (2005), y gracias a esto y el análisis necesario para el aprendizaje de los conceptos

planteados se puede evidenciar la diferencia entre los momentos antes y después de aplicar la propuesta.

Esta diferencia entre resultados obtenidos entre pretest y posttest hacen referencia a que los estudiantes lograron un avance en cuanto al entendimiento y comprensión especialmente de la magnitud Cantidad de Sustancia, ya que la pregunta con su gráfico correspondiente trata de buscar que mediante análisis mental el estudiante logre diferenciar entre cantidad, tamaño, peso y volumen que son magnitudes que suelen utilizarse en temas futuros como Molaridad y Molalidad.

### Capítulo III. Propuesta

En este apartado se describirán las actividades desarrolladas para la aplicación de la propuesta que consiste en el uso de analogías para el aprendizaje de los conceptos Mol y Cantidad de Sustancia.

#### **Propuesta de Uso de Analogías como Estrategia de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia en el Bachillerato.**

Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje varios autores concuerdan que implementar estrategias de enseñanza en las planificaciones de clase, es muy favorable para los estudiantes, ya que se les facilita la comprensión de temáticas cuyo nivel de abstracción es elevado. Para Barcia y Carvajal (2015), una planificación de clase debe estar bien estructurada y definida para que en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje el estudiante puedan obtener un aprendizaje significativo, transformando de conceptos abstractos a concretos y de concretos a reales dentro de la perspectiva del estudiante. De la misma manera Raviolo y Lerzo (2016), sugieren que para la enseñanza de la Química se debe utilizar estrategias que aborden tres niveles de representación: sensorial (macroscópico); simbólico (ecuaciones y fórmulas); partículas (submicroscópicas: átomos, moléculas, iones).

#### **Fundamentación:**

A partir del diagnóstico realizado en clase de Química, se pudo evidenciar que los estudiantes de segundo de BGU paralelo A y B presentan varias dificultades en torno a la comprensión del concepto de mol y cantidad de sustancia. Furió, Azcona, y Guisasola (2002), a partir de un estudio sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia, consideran que los estudiantes no tienen definido científicamente al concepto mol,

cuya principal dificultad es la confusión con magnitudes como: masa y volumen. Lo cual conlleva a una confusión en la interpretación del concepto a escala macro y microscópico.

Por otra parte, en cuanto al desempeño del docente, se pudo observar que la metodología empleada en la clase era poco favorable para la enseñanza de la temática, no existía conexión del contexto con el conocimiento nuevo, la interacción docente estudiante era mínima. A la vez que, no se brinda al estudiante la oportunidad de interpretar lo asimilado desde su autonomía en la búsqueda y adquisición de información.

En consecuencia, de la problemática identificada, el docente en su labor de facilitar a los estudiantes la comprensión de ciertas temáticas que presentan un nivel alto de abstracción, se sugiere la implementación de estrategias didácticas que puedan relacionar los conocimientos nuevos con el contexto real, ya que de esta manera los estudiantes podrán asimilar los conocimientos nuevos con objetos o situaciones familiares, como resultado se obtendrá un aprendizaje mucho más significativo. Cabe mencionar que entre los aspectos observados en el diagnóstico, también se pudieron apreciar algunas fortalezas como el uso de gráficas y material audio visual, el uso de este tipo herramientas didácticas llaman a la atención de los estudiantes, de la misma manera se pudo apreciar el dominio de la temática por parte del educador.

Por lo tanto, en el diseño de las actividades se tendrá en cuenta los elementos del diseño universal de aprendizajes, ya que proporciona flexibilidad al estudiantado en cuanto a cómo se desea proyectar la adquisición del conocimiento asimilado.

### **Factores que orientan el desarrollo de las actividades**

Esta estrategia busca que los estudiantes logren comprender el concepto de mol y cantidad de sustancia, mediante el uso de analogías, mismas que permiten la conexión del nuevo conocimiento y la realidad del estudiantado, además por medio de las actividades personalizadas los estudiantes podrán exteriorizar y reforzar los aprendizajes adquiridos durante el desarrollo de la clase. Para Oliva (2006), el aprendizaje de cualquier tipo de ciencia natural no se la obtiene mediante la adquisición de hechos, principios y leyes, sino que al realizar un proceso de transición del conocimiento previo que posee el alumno, hacia otros conocimientos mucho más complejos y desde el punto de vista científico, este proceso es mucho más coherente, y como consecuencia se obtienen dos factores claves para el proceso de enseñanza-aprendizaje, estos son:

- El aprendizaje significativo es un proceso de construcción del conocimiento, en donde se relacionan los contenidos con los conocimientos previos que ya se posee, con el fin de conducir hacia un aprendizaje más estable y duradero.

- La actividad del alumno o “aprende haciendo”, es un proceso con el cual se pretende que el alumno pueda llegar a obtener el control de su propio aprendizaje, ya que este proceso no solo implica labores de manipulación, sino que también de tipo intelectual, obteniendo como consecuencia el desarrollo de procedimientos mentales que son fundamentales para la comprensión y el aprendizaje de conocimientos de tipo conceptual.

Para su aplicación se ha planteado lo siguiente:

### **Lineamientos didácticos:**

#### 1. Actividades:

- El docente identifica con anterioridad mediante planificación que actividades va a realizar.
- Calcula el tiempo a utilizar
- Reformula las actividades si están no cumplieron las expectativas que se esperaban y corrige planificaciones.

#### 2. Roles:

- Se asignan roles en cuanto a las necesidades de las actividades planteadas, tanto para docente como estudiante.
- Se promueve la participación y cambio de roles en el desarrollo de actividades.

#### 3. Resultados:

- Identificar y socializar fortalezas.
- Generar retroalimentación individual y grupal
- Promover coevaluación y autoevaluación.

### **Objetivo de la Propuesta**

Analizar los efectos que tiene la aplicación de la analogía como estrategia de enseñanza-aprendizaje para un mejoramiento y superación de las dificultades conceptuales implícitas en el proceso de aprendizaje del concepto de mol y cantidad de sustancia.

### **Tiempo de Aplicación**

La aplicación de la propuesta consta de cinco clases sincrónicas divididas de la siguiente manera:

- Clase Piloto: Primer acercamiento a las concepciones de los estudiantes sobre los términos Mol y Cantidad de Sustancia y explicación de significado del término analogía. Duración: 40 minutos.
- Clase Uso de Analogías: Clase impartida mediante el uso de analogías, desarrollo e implementación de analogías en clase y envío de tarea. Duración: 40 minutos
- Clase Refuerzo: Actividades sincrónicas, uso de herramienta Kahoot para evaluación y participación de los estudiantes y principalmente el desarrollo y presentación de analogías creadas por los estudiantes y revisión de tareas. Duración 40 minutos
- Evaluación de Propuesta: Aplicación de postest, agradecimiento y reflexiones con estudiantes sobre el proceso planteado para el desarrollo de la propuesta. Duración: 30 minutos.

El total de tiempo utilizado para la aplicación de la propuesta es aproximadamente 180 minutos, divididos de la forma antes expuesta.

### **Contenidos de aprendizaje.**

Los contenidos de aprendizaje son planteados y podemos encontrarlos en el Currículo correspondiente a Ciencias Naturales de Segundo de BGU:

- Mol y Cantidad de Sustancia
- Constante de Avogadro

### **Destrezas con criterio de desempeño.**

Estas destrezas con criterio de desempeño fueron tomadas del Currículo correspondiente al área de Ciencias Naturales de Segundo de BGU (MINEDUC, 2016):

- CN.Q.5.2.11. Utilizar el número de Avogadro en la determinación de la masa molar de varios elementos y compuestos químicos y establecer la diferencia con la masa de un átomo y una molécula.

**Recomendaciones generales antes de la aplicación de la propuesta:**

- Socializar aspectos de la clase
- Establecer acuerdos y compromisos de parte del estudiante y docente para crear una armonía dentro del aula.
- Explicar Evaluación

**Aplicación de la estrategia en función de criterios de desempeño y objetivos curriculares.**

Año: Segundo de Bachillerato

Asignatura: Química

Tema: Definiciones de mol y cantidad de sustancia y su importancia en la Química.

**Recursos didácticos:**

- Power Point
- Referencias visuales
- Pizarra digital
- Material Audiovisual

**Contenidos:**

- Magnitudes y Unidades del Sistema Internacional de Unidades
- Mol y Cantidad de Sustancia
- Número de Avogadro
- Definición y ejemplos de analogías

### **Clase 1: Introducción a los Conceptos Mol y Cantidad de Sustancia**

#### **Objetivos de la Clase:**

- Introducir al estudiante a los conceptos mol y cantidad de sustancia, su relación magnitud-unidad, relación constante de Avogadro, importancia y usos dentro de la Química
- Orientar al estudiante a la definición de analogía

#### **Descripción de la Clase.**

Se realizan actividades que permitan la introducción y comprensión de los conceptos de mol y cantidad de sustancia y la analogía como medio para internalizar estas definiciones.

Las actividades planteadas se dividen en cuatro momentos:

#### **Rol del docente:**

- El docente mediante utilización de recursos virtuales como Zoom, su pizarra virtual, Power Point e imágenes debe acompañar explicaciones que aborden los temas: magnitudes y unidades, concepto de mol y cantidad de sustancia y analogías.
- Orienta la clase a la participación de estudiante, siempre buscando tiempos para resolver dudas y retroalimentar concepciones de los estudiantes.

## Rol del estudiante

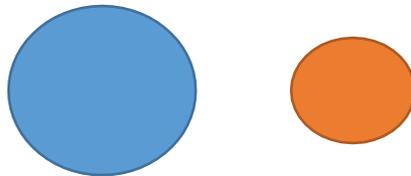
- Desarrollan la actividad propuesta en la siguiente guía de actividades.

### Guía de Actividades 1.

#### Momento 1: Magnitudes y Unidades

En este momento el docente define la relación que existe entre una magnitud y su unidad y el estudiante mediante la explicación y ejemplos planteados realiza las siguientes actividades:

- Observar las siguientes imágenes y definir cuáles son magnitudes y cuáles son unidades (Anexo 6)
- Relacionar las unidades con sus correspondientes magnitudes.
- Definir entre mol y cantidad de sustancia cuál de ellas es magnitud y cuál es su unidad (Anexo 7).
- Lee detenidamente los siguientes enunciados y responde según tu criterio.
  - Se tienen un átomo de A cuya masa resulta ser la mitad de la masa de un átomo de B, en el siguiente gráfico se observan dos esferas con pesos predeterminados.



Relaciona las esferas con los átomos A y B y responde:

¿Cuántos átomos tengo que disponer para tener la misma masa en ambos materiales y explica por qué?

- En un mercado si se compra 1Kg de tomate, obtendremos 8 tomates, mientras que si queremos 8 aguacates tendremos que comprar 2 Kg del producto. Enumera cuales son las diferencias que identificas en la compra de tomates y aguacates.

### **Momento 2: Definición de Mol y Cantidad de Sustancia**

En este momento el docente orienta al estudiante hacia los conceptos de mol y cantidad de sustancia según las definiciones planteadas por el Sistema Internacional de Medidas, su relación como magnitud y unidad, relación con la constante de Avogadro e importancia y uso en la Química. Esta orientación se acompaña de referencias visuales (Ver en los anexos 8, 9 y 10) y de las siguientes actividades:

- a) ¿Qué cantidad de personas existen en una docena, veintena y en un mol?
- b) Debo llenar dos sacos de 2kg de igual tamaño y forma con granos de azúcar y arroz. ¿Qué saco tiene mayor cantidad de sustancia sabiendo que cada grano representa un mol?

### **Momento 3: Participación y Kahoot**

Este momento sirve al docente como una evaluación que visibilizara el avance en cuanto a concepciones y capacidad de relación entre magnitud-unidad y constante de Avogadro que tienen los estudiantes y como motivación para la participación dentro de la clase, para ello se plantearon las siguientes actividades::

- a) Complete los siguientes problemas individualmente, compártalos en los grupos formados y participe en su resolución a través de la pizarra digital (Anexo 12).

- b) Realizar la actividad en Kahoot planteada por los docentes (Anexo 13).

#### **Momento 4: Introducción a la Analogía**

Durante este momento se comparte la definición de analogía, se presentan ejemplos de fácil comprensión, estos pueden o no relacionarse con la Química o los conceptos estudiados y luego permite al estudiante plantear sus propias analogías. El docente forma grupos de trabajo dentro de los cuales deben cumplir la siguiente actividad:

- a) Desarrollar analogías mediante la explicación dada por los docentes y presentar en clase (Anexo 14).

#### **Clase 2: Aprendiendo Mol y Cantidad de Sustancia con Analogías.**

##### **Objetivos de la Clase:**

- Fortalecer la interiorización de los conceptos de mol y cantidad de sustancia mediante la analogía como herramienta de aprendizaje.
- Aplicar el concepto de mol y cantidad de sustancia en temáticas como molaridad, molalidad y peso molar con el fin de valorar la importancia de los conceptos en la Química.

##### **Descripción de la Clase.**

Esta clase se divide en dos momentos, el primero para trabajar el concepto de cantidad de sustancia y el segundo para el concepto de mol haciendo uso de analogías compartidas por el docente (Anexo 15 y 16).

### **Rol del docente:**

- El docente busca fortalecer concepciones de los estudiantes sobre mol y cantidad de sustancia mediante el uso de analogías presentando varias situaciones que hagan uso de la misma en relación a los conceptos planteados.
- Motiva la participación de los estudiantes mediante un aumento de participación de los mismos.
- Fomenta el trabajo grupal.
- Retroalimenta y permite la coevaluación y autoevaluación de estudiantes.
- Socializa fortalezas y motiva a la superación de debilidades.

### **Rol del estudiante**

- Desarrollan las actividades propuestas en la siguiente guía de actividades.
- Participan activamente de manera individual y grupal
- Socializan actividades realizadas y permiten la retroalimentación del docente y de compañeros.
- Comparten dudas con compañeros y docente.

### **Guía de actividades 2**

La guía de actividades 2 se ha dividido en tres actividades, dividiendo el aprendizaje mediante analogías para los conceptos de cantidad de sustancia en un inicio, el concepto de mol y finalmente la aplicación de los mismos conjuntamente en la construcción de analogías por los estudiantes y la realización de ejercicios químicos de temáticas en las cuales se diagnosticaros dificultades.

### **Actividad 1. Aprendiendo el Concepto de Cantidad de Sustancia con Analogías.**

El docente socializa varios ejemplos de analogías del concepto de cantidad de sustancia, cada ejemplo plantea una explicación y participación de los estudiantes para después procedes a realizar la siguiente actividad que tiene como fin el valorar la comprensión del concepto y el uso de la analogía como medio de aprendizaje.

- a) Después de los ejemplos compartidos por los docentes, en manera grupal realizar un ejemplo de analogía para el concepto de cantidad de sustancia.

### **Actividad 2. Aprendiendo el Concepto de Mol con Analogías**

El docente se plantea lo realizado en el momento 1 antes planteado, pero en relación al concepto de mol y procede a plantear la siguiente actividad:

- a) Realizar un ejemplo de analogía para el concepto de mol.

### **Actividad 3. Evaluación de la Clase 2.**

- a) Realizar la guía de ejercicios individualmente, discutirlos en los grupos correspondientes y compartirlos en clase (Anexo 17).
- b) Realizar la actividad en Kahoot.
- c) Realizar tres analogías para el concepto de mol y cantidad de sustancia de manera asincrónica y subirlo al respectivo Classroom.

- d) Realizar la tarea con ejercicios de molaridad, molalidad y masa molar asignados en el respectivo Classroom (Anexo 18).

### **Clase 3: Evaluación de la propuesta**

#### **Objetivos de la Clase:**

- Evaluar las clases propuestas

#### **Descripción de la Clase.**

La clase tres sirve para el planteamiento de actividades que permitan al docente valorar lo logrado mediante las clases anteriores mediante una participación completa del estudiante, siendo quien se convierta en el principal actor y pueda desenvolverse al momento de explicar analogías relacionadas al concepto de mol y cantidad de sustancia, diferenciar entre magnitudes y luego aplicar este conocimiento en ejercicios químicos.

#### **Rol del docente:**

- El docente se convierte completamente en un guía que controla tiempos, retroalimenta y motiva al estudiante.

#### **Rol del estudiante**

- Desarrollan las actividades propuestas en la siguiente guía de actividades.
- Exponen conocimientos de manera individual y grupal.
- Valorán su avance en cuanto al aprendizaje de los conceptos planteados y lo comparten en clase.

### Guía de actividades 3.

- a) En los grupos formados realizar una presentación que contenga analogías que expliquen el concepto de mol y cantidad de sustancia, también explique su importancia en la Química (Anexo 19, 20 y 21).
- b) Aplicación del postest

### Resultados de la propuesta

La evaluación de cada una de las clases se plantea mediante el desarrollo de las actividades propuestas en las guías de actividades, la participación de los estudiantes y cumplimiento de tareas asincrónicas, lo cual arrojó los siguientes resultados:

- La comprensión del concepto de mol y cantidad de sustancia por parte de los estudiantes mejoró de una manera considerable, si bien no se obtuvo un resultado del cien por ciento, la mayoría de estudiantes después de la aplicación de la propuesta pudo realizar analogías que visibilizan esta comprensión y realizar ejercicios que plantean el uso de estos conceptos en la Química. Un análisis más preciso se evidencia en los resultados antes revisados del pretest.
- Los estudiantes alcanzaron competencias para el trabajo individual, grupal y participación activa, coevaluación y autoevaluación, respetando opiniones y socializaciones de compañeros. Expresaron ideas, conocimiento y dudas de manera más fluida y mejoró su desenvolvimiento en el desarrollo de actividades, generando discusión y debate en todo el proceso realizado.



- Desarrollan analogías de manera interdisciplinaria, es decir, empiezan a utilizarla de manera cotidiana, ya no solo en la Química, relacionando esta asignatura con otras con las cuales han tenido un mayor tiempo de estudio como Matemática, Biología y Física.
- Finalmente, los estudiantes demuestran el conocimiento adquirido, la facilidad en la construcción de analogías, demostrando un avance en su argumentación de ideas y la comunicación con docente y compañeros.

## Capítulo IV: Conclusiones

A continuación, se presentarán las conclusiones correspondientes a los objetivos planteados para el presente trabajo de investigación en base al desarrollo y resultados del mismo, además de recomendaciones que permitan una correcta aplicación de la propuesta.

### Conclusiones

Se fundamentó el proceso de investigación a partir de una sistematización de los antecedentes, bases teóricas y bases legales que sirvieron para contrastar y fundamentar los resultados en esta investigación. Estos aspectos teóricos sirvieron de base teórica y metodológica para analizar el aprendizaje de un grupo de estudiantes del segundo año de BGU, sobre el tema de mol y cantidad de sustancia, que guardan un alto nivel de abstracción para su comprensión e interpretación por parte de los estudiantes participantes.

En los estudiantes participantes de la investigación, se logró diagnosticar dificultades conceptuales relacionadas con el concepto de mol y cantidad de sustancia a través de la aplicación de instrumentos tales como: observación participativa, diarios de campo y un pretest, cuyos resultados mostraron la magnitud en que se presentaron dichas dificultades, ya que los estudiantes mostraron poca comprensión e interpretación del concepto de mol y cantidad de sustancia y poca relación con otros conceptos de la Química.

Se diseñó y aplicó una planificación para el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el uso de analogías, y a partir de la comparación entre el pretest y postest, se pudo evidenciar grandes avances en el aprendizaje por parte de los estudiantes con respecto a los conceptos estudiados, ya que mostraron un gran nivel de comprensión e interpretación del concepto de mol

y cantidad de sustancia, debido a las distintas actividades implementadas a través del uso de estrategias basadas en analogías, lo cual demuestra que el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos abstractos en la ciencia Química, puede ganar calidad cuando se relacionan con aspectos de la vida cotidiana.

A través del análisis y estudio comparativo entre el pretest y postest se pudo evidenciar el efecto en el incremento del aprendizaje en los estudiantes participantes de la investigación, con respecto al concepto de mol y cantidad de sustancia a través del uso de analogías, pues el uso de este tipo de estrategia tiene la ventaja para quien aprende poder relacionar conceptos abstractos de la Química con situaciones y ejemplos que le rodean en la vida cotidiana, lo cual facilita su comprensión e interpretación para un aprendizaje significativo.

### **Recomendaciones**

Producto de la experiencia en el desarrollo y aplicación de la propuesta planteada para el presente trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje debe considerar la implementación de estrategias basadas en analogías, ya que la mayoría de conceptos en la Química y en las Ciencias Experimentales en general, guardan altos niveles de abstracción y el aprendizaje de los estudiantes se ve favorecido, cuando estos relacionan los conceptos que se enseñan y se aprenden curricularmente, con aspectos que le rodean en su vida cotidiana.

## Referencias

- Balocchi, E., Modak, B., Martínez, M., Padilla, K., Reyes, F. y Garriz, A. (2006). *Ciencia para niños y jóvenes. Aprendizaje cooperativo del concepto “cantidad de sustancia” con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química*. Parte III: concepciones acerca de la cantidad de sustancia y su unidad el mol. *Educación Química*, 17(1), 10-28.
- Benoit Ríos, C. G. (2020). *La formulación de preguntas como estrategia didáctica para motivar la reflexión en el aula*. Obtenido de Cuadernos de Investigación Educativa, 11(2), 95-115 [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-93042020000200095&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-93042020000200095&script=sci_arttext&tlng=pt)
- BIPM (2019). Resolution 1 of the 26th CGPM, Bureau International des Poids et Mesures. Recuperado de <https://www.bipm.org/en/committees/cg/cgpm/26-2018/resolution-1>
- Caamaño Ros, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales: Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. Obtenido de Aula de innovación educativa, (9), 61-68.: <https://formacioncontinuaedomex.files.wordpress.com/2012/10/anexo-s1p1.pdf>
- Ceacero, J.; González-Labra, M. Y Muñoz-Trillo, P. (2002). *Aplicaciones de la analogía en la educación*. Sevilla: Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía.
- Cerda Romero, J. V. (2015). Utilización de la técnica de aprendizaje resumen y repaso y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes de Geometría Plana del Primer Semestre del período octubre 2014–febrero 2015 de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4413>

Cervellati, R., Montuschi, A., Perugini, D., Grimellini-Tomasini, N. y Pecorini Balandi, B., (1982).

*Investigation of secondary school students' understanding of the mole concept in Italy.* Journal of Chemical Education, 59(10), pp. 852-856.

CGPM (2018). Conférence générale des poids et mesures. Recuperado de

<https://www.bipm.org/en/committees/cg/cgpm/26-2018/resolution-1>

Contreras, S., & Emigdio, R. (2013). *El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica.* Pensamiento & Gestion, 152-181

Dierks, W. (1981). Teaching the mole. European Journal of Science Education, 3(2), pp. 145-148.

Dirección Nacional de Normativa Jurídico Educativa. (2015). Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural. Quito.

Driver, R. (1986). *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos.* Enseñanza de las Ciencias, 4(1), pp. 3-15.

Driver, R., Leach, J., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1994). *Young people's understanding of science concept: implications of cross-age studies for curriculum planning.* Studies in Science Education, 24, pp. 75-100.

Duhem, P. (1910). *Thermodynamique et Chimie. Leçons élémentaires.* París: Hermann et fils editeurs.

Duit R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science Science Education, 75 (6) (1991), pp. 649-672

Fiad, Susana & Galarza, Ofelia. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. Formación Universitaria, 8 (4), 03-14.

Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>

Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J. y Ratcliffe, M. (2000). *Difficulties in teaching the concepts of «amount of substance» and «mole»*. International Journal of Science Education, 22(12), pp. 1285-1304.

Furió, Carlos, Azcona, Rafael & Guisasola, Jenaro. (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza– aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. Enseñanza de las Ciencias, 20(2), 229–242. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21805/21639>

Furió, Carlos; Azcona, Rafael & Guisasola, Jenaro. (2006). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. Enseñanza de las Ciencias, 24 (1), 43–58. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/73531/84739>

Galagovsky, L (2005) *La enseñanza de la Química preuniversitaria: ¿qué enseñar, ¿cómo, cuánto, para quiénes?* . Química viva, Buenos Aires, pp. 8-22

Galiano, J. E. (2015). e-espacio. Obtenido de Estrategias de enseñanza de la Química en la formación inicial del profesorado.:[http://espacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:EducacionJgaliano/GALIANO\\_Jose\\_Eduardo\\_Tesis.pdf](http://espacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:EducacionJgaliano/GALIANO_Jose_Eduardo_Tesis.pdf)

García, J.P., Pizarro, A., Perera, F., Martín, M. Myordf y Bacas, P. (1990). Ideas de los alumnos acerca del mol. Estudio curricular. Enseñanza de las Ciencias, 8(2), pp. 111-119 A. Gras-Martí, M. Cano Villalba, V. Soler Selva, Y. Milachay Vicente, M. Alonso Sánchez

Torres Climent, A. (2007). *Recursos digitales para los docentes de ciencias. En: Membiela Pedro, Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas en ciencias.* Educación Editora, Vigo

Guevara, M., & Valdez, R. (2004). *Los modelos en la enseñanza de la Química. Algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza ya su aprendizaje. Educación Química, 15(3), 243-247.*

González, B. M. G. (2003). *Las Analogías en el proceso Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 17(1), 197-199.*

Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *Chemistry in Britain, 18(6), 409-410.*

Ibáñez, V. y Gómez, I. (2005). *La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza aprendizaje en la clase de ciencias: análisis de una experiencia. Enseñanza de las ciencias. 23(1).*

Pp. 97-110. Recuperado el 2 de marzo de 2016 de

[www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/22007/33274](http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/22007/33274)

Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo.* Obtenido de El aprendizaje cooperativo: <https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>

Laborde, G. J. (2017). Las analogías como estrategia de enseñanza. *Recuperado el, 20, 2017-08.*

León Vega, Rosana, & López González, Wilmer Orlando (2020). *Concepciones de estudiantes de Educación Media General sobre mol y cantidad de sustancia. Educere, 24(77),47-59.* [fecha de Consulta 25 de marzo de 2022]. ISSN: 1316-4910. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35663240005> Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista perfiles libertadores*, 4(80), 73-80.

Martínez, V. (2013). *Paradigmas de investigación. Manual multimedia para el desarrollo de trabajos de investigación. Una visión desde la epistemología dialéctico crítica*. México: Posgrado Integral en Ciencias Sociales de la Universidad de Sonora. Recuperado de [https://pics.unison.mx/wpcontent/uploads/2013/10/7\\_Paradigmas\\_de\\_investigacion\\_2013.pdf](https://pics.unison.mx/wpcontent/uploads/2013/10/7_Paradigmas_de_investigacion_2013.pdf)

Mills, I.M., Cvitas, T., Homann, K, Kallay, N. y Kuchitsu, K. (1993). IUPAC. Quantities, units and symbols in physical chemistry. Oxford: Blackwell

MINEDUC. (2016). Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. Quito.

Monereo, C., Castillo, M., Mercé, C., Palma, M., & Pérez, M. (2000). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Obtenido de Estrategias de enseñanza y aprendizaje: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56174095/RESUMEN\\_DE ESTRATEGIAS\\_DE\\_ENSEÑANZA\\_Y APRENDIZAJE\\_DE MONEREO.pdf?1522169295=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEstrategias\\_de\\_ensenanza\\_y\\_aprendizaje.pdf&Expires=1624580145&Signature=SP1pCHB2R](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56174095/RESUMEN_DE ESTRATEGIAS_DE_ENSEÑANZA_Y APRENDIZAJE_DE MONEREO.pdf?1522169295=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEstrategias_de_ensenanza_y_aprendizaje.pdf&Expires=1624580145&Signature=SP1pCHB2R)*

Mora Penagos, W. M., Parga Lozano, D. L. (2005). “*De las investigaciones en preconcepciones sobre mol y cantidad de sustancia, hacia el diseño curricular en Química*”. *Revista Educación y Pedagogía*, Vol XVII, N°43, 165-175.

Mortimer, E. (1995). Conceptual change or a conceptual profile change? *Science y Education*, 4, pp. 267-285.

- Muñiz, J. (2014). El Uso de los Tests y otros Instrumentos de Evaluación en Investigación. Obtenido de: [https://www.intestcom.org/files/statement\\_using\\_tests\\_for\\_research\\_spanish.pdf](https://www.intestcom.org/files/statement_using_tests_for_research_spanish.pdf).
- Palella, S & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Tercera Edición. Editorial Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. ISBN: 980-273-445-4 Available: [https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/método\\_logc3ada-de-la-investigacic3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palellastracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf](https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/método_logc3ada-de-la-investigacic3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palellastracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf). [Consulta: 2017, junio 21].
- Paris A. (2012). Autoaprendizaje en entornos virtuales (Un caso de estudio en estudiantes de la Escuela de Administración y Contaduría de la UCV). [Tesis de magíster, Universidad Central de Venezuela]. <http://saber.ucv.ve/handle/123456789/1758>
- Ostwald, W. (1900). *Grundlinien der Anorganischen Chemie*. Leipzig: Verlag von Wilhem Engelmann.
- Oliva, J. M. (2006). *Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la Química a través de analogías*. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 3(1), 104-114.
- Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). *Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual*. *Educación Química*, 27(3), 195-204.
- Roa, E. P., Herrera, F. R., & Guerrero, A. S. (2001). *Complementariedad entre métodos cualitativos y cuantitativos*. Revista Escuela De Administración De Negocios, (42-43), 40-47. Recuperado a partir de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/158>
- Schmidt, V., Maglio, A., Messoulam, N., Molina, M. F., & Gonzalez, A. (2010). *La comunicación del adolescente con sus padres: Construcción y validación de una escala desde un enfoque*

*mixto. Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology, 44(2), 299-311.*

Salas, M. I. (2010). *La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas.*

Obtenido de Revista Electrónica Educare, 14(1), 131-142.:

<https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419012.pdf>

Villalobos Delgado, V., Ávila Palet, J. E., & Olivares, S. L. (2016). *Aprendizaje basado en problemas*

*en Química y el pensamiento crítico en secundaria.* Obtenido de Revista mexicana de

investigación educativa, 21(69), 557-581.:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662016000200557](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662016000200557)

## Anexos

### Anexo 1.

#### Cuestionario Concepción Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia

##### II PARTE RELACIÓN CONCEPTUAL MOLES-CANTIDAD DE SUSTANCIA-MASA

Seleccione una opción marcando la respuesta con un círculo sobre la letra:

3. Se tiene un paquete de arroz y uno de azúcar de 2 Kg cada uno (Los átomos están representados por un grano para arroz y un cristal para azúcar). Entonces hay:
- Mayor cantidad de sustancia en el paquete de arroz que en el de azúcar
  - Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz
  - Igual cantidad de sustancia en ambos paquete

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

4. Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de la masa de un átomo de B ¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?
- Igual cantidad de A y B
  - El doble de A con respecto a B
  - El doble de B con respecto a A

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

5. Se tiene que A, B y C son elementos representativos de la tabla periódica con diferentes unidades de masa atómica (u.m.a) representada por el rectángulo:

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>																
<table border="1" style="display: inline-table; width: 40px; height: 40px;"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>					<table border="1" style="display: inline-table; width: 40px; height: 40px;"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>					<table border="1" style="display: inline-table; width: 60px; height: 40px;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>								

Si cada recuadro representa el número de moles de átomos presentes en cada elemento, se puede afirmar que hay:

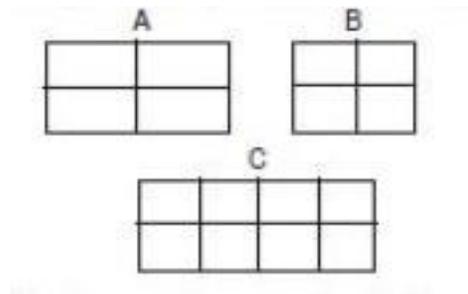
- Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C
- Mayor cantidad de sustancia en A e igual entre B y C
- Igual cantidad de sustancia en A, B y C

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

*Nota.* Gráfico sobre concepciones de Mol y Cantidad de Sustancia. Tomado de Cuestionario de Concepción de Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia de Vega y López, 2019. (<https://www.redalyc.org/journal/356/35663240005/html/>)

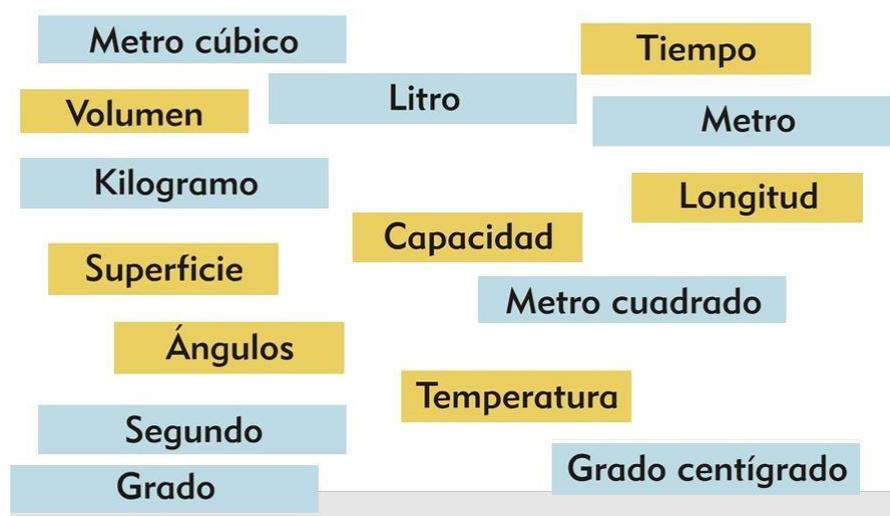
**Anexo 2**

*Representación gráfica pregunta No. 5*



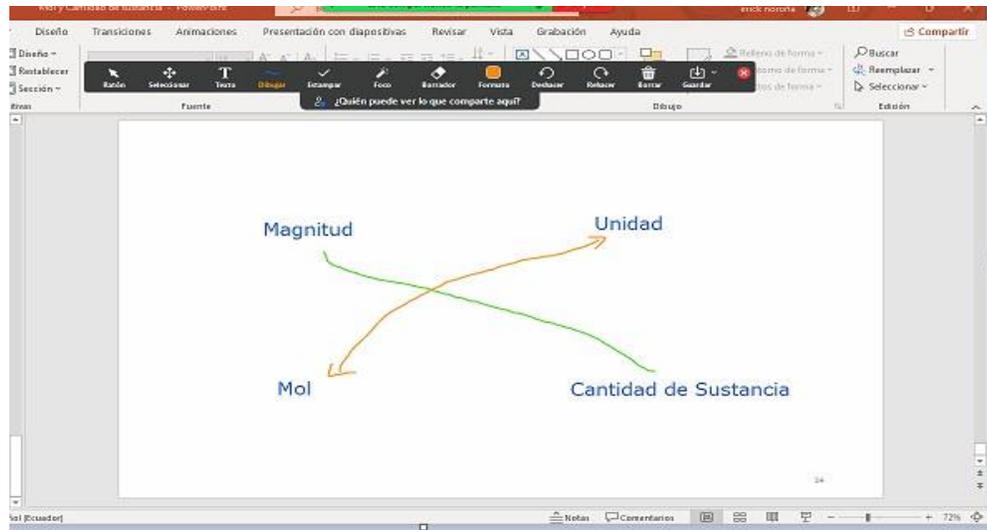
*Nota.* Gráfico correspondiente a la pregunta No 5. Adaptado de Cuestionario de Concepción de Concepto de Mol y Cantidad de Sustancia de Vega y López, 2019. (<https://www.redalyc.org/journal/356/35663240005/html/>).

**Anexo 3. Figura “Reconocer magnitudes y unidades”**



*Nota.* Gráfico correspondiente a la pregunta a la actividad “a”, del momento 1, de la clase 1 de la propuesta.

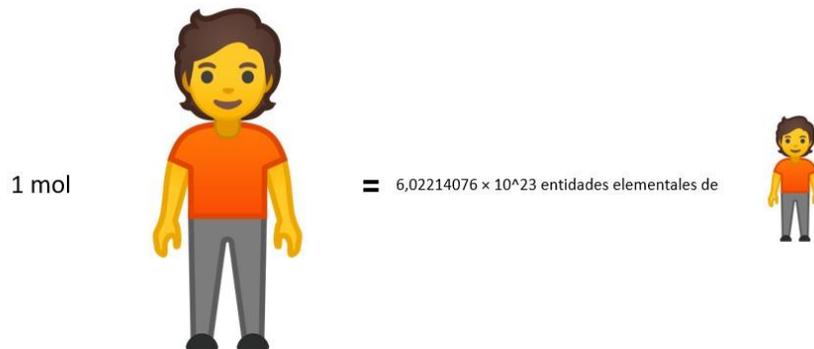
*Anexo 4. Gráfico: Clase 1, Momento 1, Actividad c*



*Nota.* Participación de estudiante en Actividad c del Momento 1 de la Clase 1

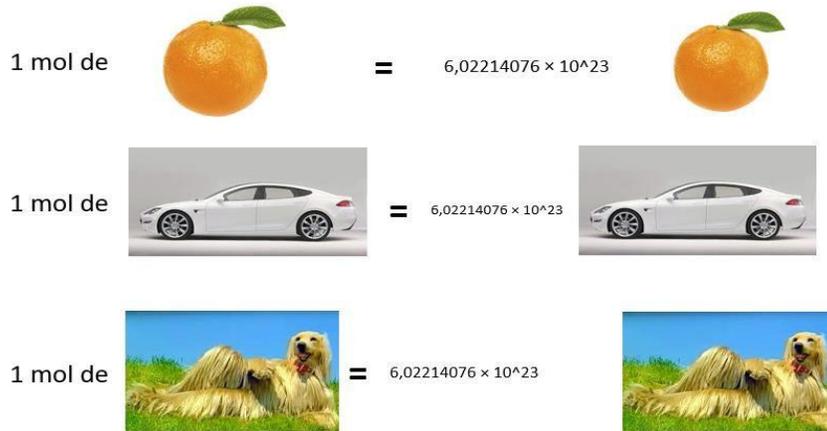
*Anexo 5. Gráfico: Orientación al concepto de mol y cantidad de sustancia*

Su magnitud se establece mediante la fijación del valor numérico de la constante de **Avogadro** que es  $6,02214076 \times 10^{23}$



*Nota.* Gráfico correspondiente a la orientación dada por los docentes para iniciar el momento 2, Clase 1.

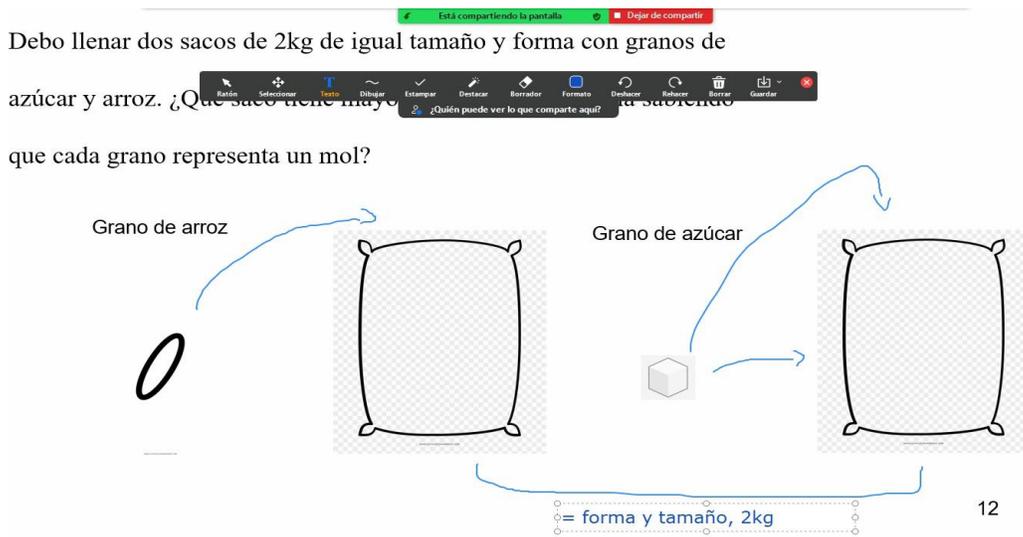
Anexo 6. Gráfico: Representaciones de mol y constante de Avogadro



17

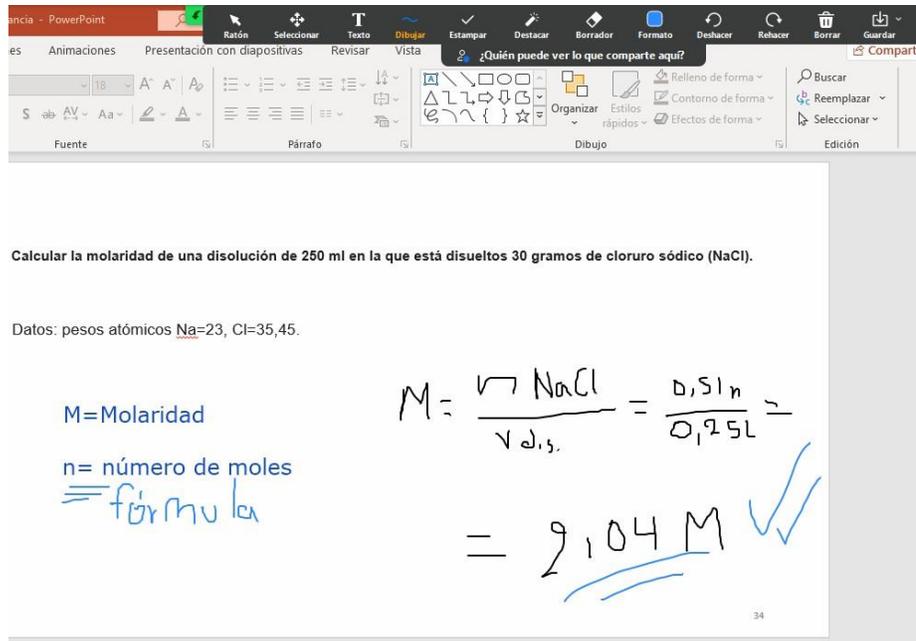
*Nota.* Ejemplos de cómo se representa el mol y su relación con la constante de Avogadro, expuestos mediante diapositivas a los participantes.

Anexo 10. Gráfico: Actividad “b”, Momento 2, de la Clase 1



*Nota:* Explicación dada por docentes sobre la realización de la Actividad “b”, Momento 2, de la Clase 1

### Anexo 7. Gráfico. Ejercicios de aplicación de mol



Calcular la molaridad de una disolución de 250 ml en la que está disueltos 30 gramos de cloruro sódico (NaCl).

Datos: pesos atómicos Na=23, Cl=35,45.

M=Molaridad  
n= número de moles  
= fórmula

$$M = \frac{\sqrt{NaCl}}{\sqrt{2,5}} = \frac{0,51n}{0,25L} = 2,04M$$

*Nota.* Gráfico con ejemplo de resolución de ejercicios de Molaridad por parte de los estudiantes.

### Anexo 8. Guía de problemas. Actividad “a”, Momento 3, Clase 1.

Objetivo. - Hacer uso de material audio visual, mediante el cual los estudiantes puedan adquirir conocimiento sobre la definición y el concepto de Mol y numero de Avogadro.

Instrucciones. Ingrese al link de la actividad “a” y después complete la actividad “b”

- [https://www.youtube.com/watch?v=rOFNTNV9gbE&ab\\_channel=kevynsanchez](https://www.youtube.com/watch?v=rOFNTNV9gbE&ab_channel=kevynsanchez)
- Ahora lee, observa y completa los siguientes enunciados.



**Enunciado**

**Imagen**

Tengo dos saquillos, cada uno tiene una masa de 25kg, un saquillo es de limón y el otro de naranjas, por lo tanto, si consideramos que los tamaños de cada fruto son los del grafico de a la derecha podemos asumir que existen mayor cantidad de unidades de \_\_\_\_\_, mientras que en el otro saquillo hay menor cantidad de unidades de \_\_\_\_\_, esto se da porque

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

—



Naranja

Limón

Ahora supongamos que vamos al mercado a comprar Oxígeno cuya masa es de (15,99 g/mol), también vamos a comprar Helio que tiene una masa de (4,0026 g/mol), entonces nosotros al relacionar las masas con los frutos del anterior enunciado, podemos afirmar que la naranja puede tener una masa de \_\_\_\_\_, mientras el limón obtendrá una masa de \_\_\_\_\_.

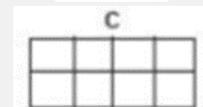
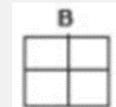
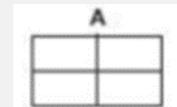
\_\_\_\_\_.



En el mercado Jose va a comprar huevos y el vendedor le dice que las cajas de docena están de oferta, pero Jose no sabia que cantidad es una docena así que le pregunta a su mama y ella le responde que una docena de huevos son \_\_\_\_\_ huevos, ahora Jose va al mercado donde venden los elementos químicos y el vendedor le dice que los moles de Oxígeno están de oferta, pero Jose no sabia así que le pregunta al vendedor ¿Cuánto equivale un mol?, y el vendedor le responde que 1 mol equivale a \_\_\_\_\_ unidades atómicas, \_\_\_\_\_.



Se tienen que A, B y C son elementos representativos de la tabla periódica, cada uno de los elementos tiene diferente masa atómica es decir que cada elemento tiene una masa definida, si cada recuadro representa el número de moles de átomos presentes en cada elemento, se puede decir que existe \_\_\_\_\_ cantidad de sustancia en el elemento A, mientras que el elemento B tiene \_\_\_ cantidad de sustancia, pero entre los elementos y existe igual cantidad de sustancia.



**Anexo 9. Gráfico. Actividad de evaluación de la clase en Kahoot.**

Kahoot! para la evaluación formativa - Details - Kahoot!

### Kahoot! para la evaluación formativa

Deja que este kahoot inspire tu propio quiz para la evaluación formativa.

Un kahoot privado

**Preguntas (4)**

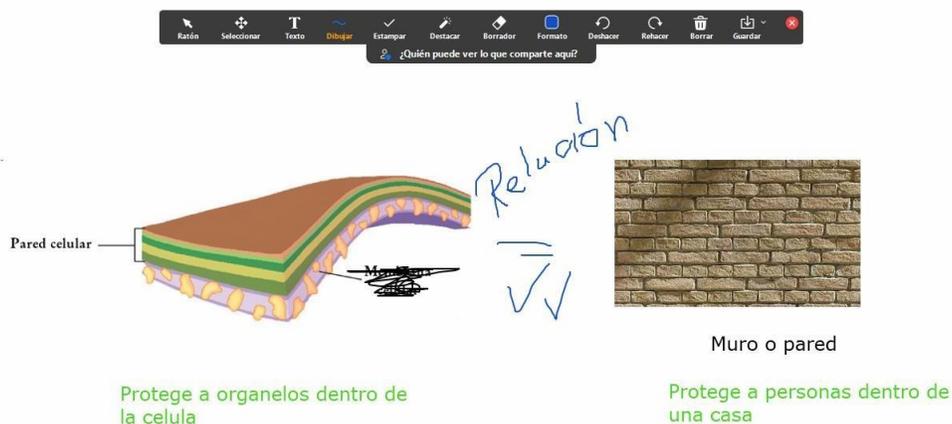
1 - Quiz

**¿Cuál es la definición correcta de mol?** 20 s

	Unidad con la que se mide la cantidad de sustancia.	✓
	Unidad con la que se mide la unidad de Masa	✗
	Es una parte de la molecula	✗
	Unidad con la que se mide la cantidad de liquido.	✗

*Nota.* Gráfico correspondiente al PDF de resultados de Kahoot.

**Anexo 14. Grafico. Analogía de estudiante**



¿Quién puede ver lo que compartes aquí?

Pared celular

Relación

Muro o pared

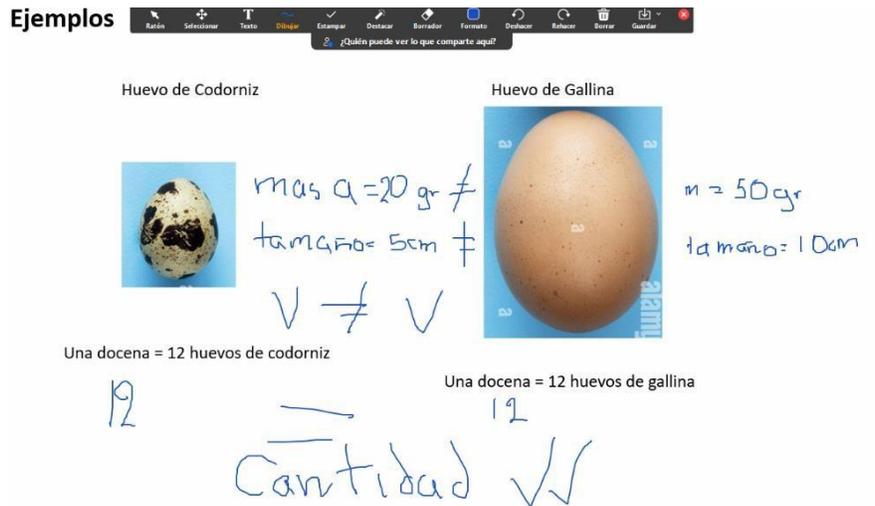
Protege a organelos dentro de la celula

Protege a personas dentro de una casa

*Nota.* Analogía entre pared celular y pared de una casa, presentada por estudiantes

**Anexo 10. Analogías para el Concepto de Cantidad de Sustancia. Clase 2.**

**Ejemplos**



Huevo de Codorniz

Huevo de Gallina

masa = 20 gr  $\neq$

tamaño = 5cm  $\neq$

$V \neq V$

n = 50gr

tamaño = 10cm

Una docena = 12 huevos de codorniz

Una docena = 12 huevos de gallina

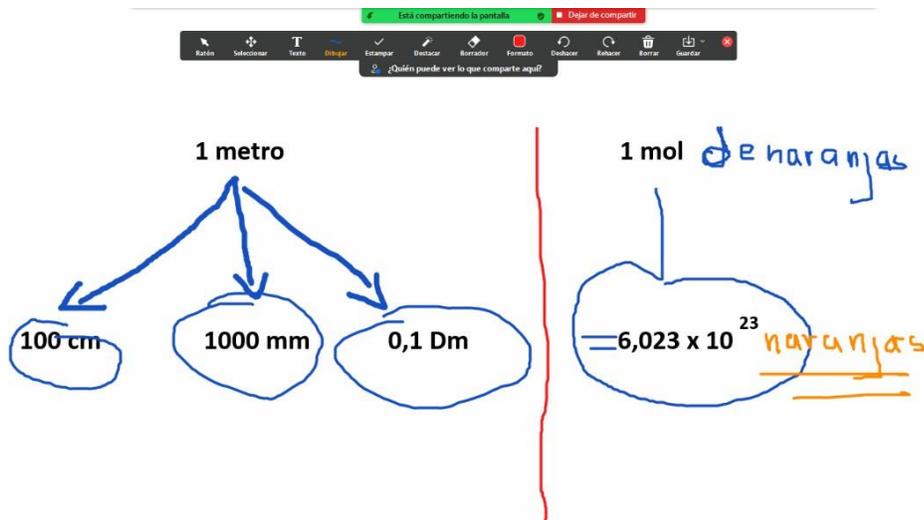
12

12

Cantidad  $\checkmark$

*Nota.* Ejemplo de una analogía para enseñar el concepto de cantidad de sustancia

**Anexo 11. Analogías para el Concepto de Mol**



1 metro

100 cm

1000 mm

0,1 Dm

1 mol de naranjas

= 6,023 x 10<sup>23</sup> naranjas

*Nota.* Ejemplo de una analogía para enseñar el concepto de mol.

*Anexo 12. Guía de ejercicios. Actividad “a”. Evaluación Clase 2.*

**Clase 2. Guía de ejercicios**

**Objetivo:** Dominar el uso del número de mol para la resolución de ecuaciones químicas.

**A) Lee y completa el siguiente enunciado.**

**B)**

Mi vecino José practica atletismo, él practica todos los días en la cancha del barrio, al practicar la toma su tiempo con un reloj que le marca en minutos, pero para sus registros en la federación debe marcar su tiempo en segundos, por lo tanto, debe transformar los minutos a segundos.

- Ayuda a José a calcular sus tiempos

**Datos**

Tiempo 1= 11:00 min

Tiempo 2= 12:00 min

Tiempo 3= 10:00 min

Minuto = 60 seg

Hora= 60 min

**Operación:**

**Tiempo 1)**  $11min \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = 660$

**Tiempo 2)**

C) Lee el enunciado y resuelve según corresponda, en este ejercicio deberás usar la tabla periódica para saber cuál es la masa atómica de los elementos.

- Calcular el número de átomos de **Fe** presentes en 22,21 g de **Fe**.

**Datos**

Masa atómica de Fe= \_\_\_\_\_

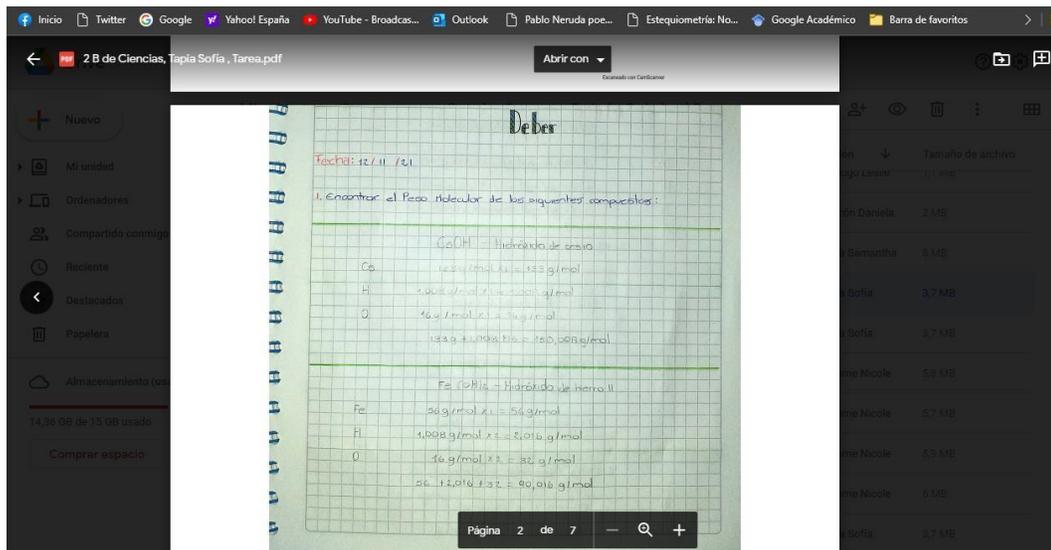
Masa en gramos de Fe= 22,21 g

Mol=  $6,023 \times 10^{23}$  átomos de Fe

**Operación:**

$$22.21g \text{ de Fe} \times \frac{1 \text{ mol}}{(\quad)} = \underline{\quad}$$

*Anexo 13. Grafico. Ejercicios subidos a Classroom.*



*Nota.* Ejemplo de tarea asincrónica realizada como parte de la evaluación de la Clase 2.

*Anexo 14. Gráficos. Exposición de Analogías de Estudiantes.*

**Analogía Cantidad de Sustancia**

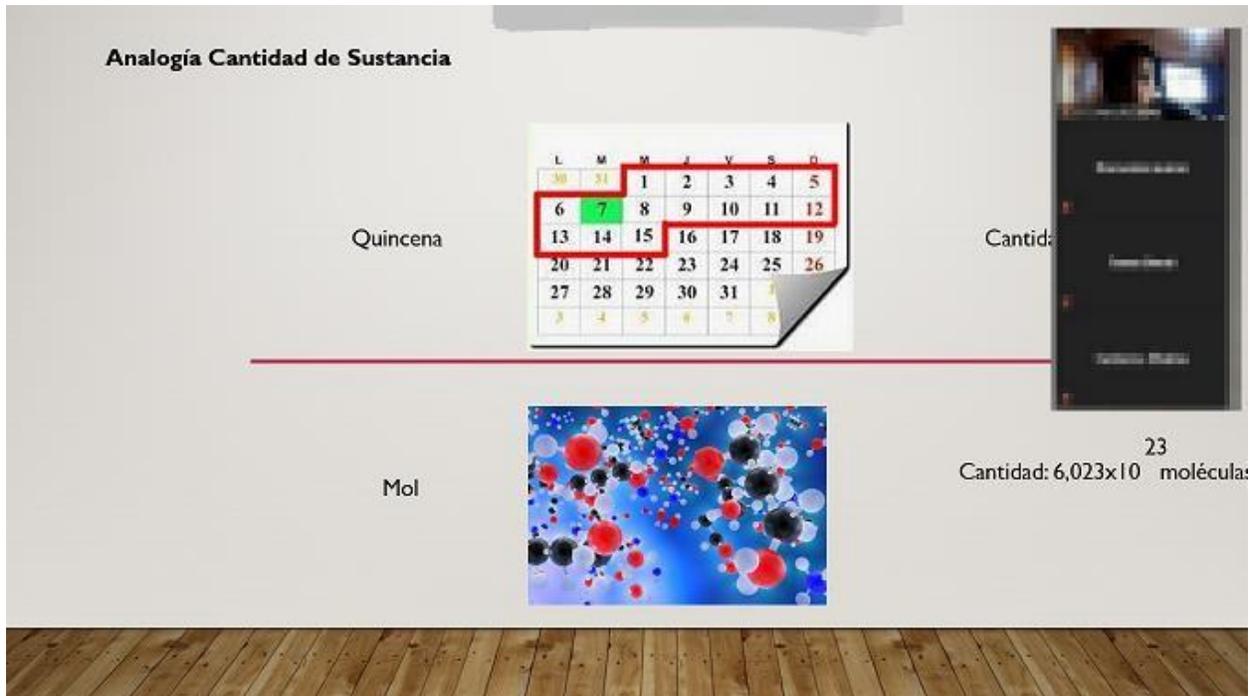
Quincena

L	M	M	J	V	S	D
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		
3	4	5	6	7	8	

Cantidad: 23

Mol

Cantidad:  $6,023 \times 10^{23}$  moléculas



**Magnitud- Tiempo**

Cuarentón

Quinceañero

Cantidad: 40 y 15 años

**Magnitud- Cantidad**

Cantidad:  $6,023 \times 10^{23}$  átomos





Unidad de Volumen  
Litro

Unidad de Velocidad  
35 km / h

Unidad de Cantidad de Sustancia  
Mol =  $6,023 \times 10^{23}$  cuyes

Mag. Fundamentales ✓

*Nota.* Gráficos correspondientes a las presentaciones grupales presentadas por los estudiantes en la evaluación de la propuesta.

### *Anexo 15. Diario de Campo / Guía de observación*

Ciclo: Octavo Carrera: Educación en Ciencias Experimentales Paralelo: 1

**I.- DATOS INFORMATIVOS:**

**Escuela:** Unidad educativa Herlinda Toral  
**Nivel/Subnivel:** Segundo de Bachillerato General Unificado  
**Pareja Pedagógica Académica:** Bryam Leon, Erick Noroña  
**Fecha de práctica:** 04-05-2021  
**Semana:** 2  
**Tutor académico:** Wilmer López  
**Docente de Investigación:**  
**Núcleo problemático:** Investigación y Diseño como estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Vida en el Bachillerato  
**Eje integrador:** ¿Qué valores, funciones y perfil del docente?  
**Tiempo total invertido:** 6h

**Lugar:** Cuenca

**Nro de práctica:** 7

**Día:** Martes

**Tutor profesional:** Lic. Yolanda Saquicili

**Objetivos:**

Investigar, diseñar, aplicar y evaluar recursos y estrategias educativas para la adaptación, flexibilización e integralidad de experiencias de aprendizaje, en función de las necesidades y potencialidades derivadas de las situaciones, casos y/o problemáticas de la institución educativa, como expresión de la aplicación de conocimientos, habilidades, valores, actitudes y emociones específicos alcanzados y en formación, y que forman parte de las competencias que caracterizan su futuro desempeño profesional docente en este subsistema educativo.

**1. Dentro del aula**

**Hora de inicio:** 08:00 am

**Hora de salida:** 10:00 am

-Competencias y actividades desarrolladas por el docente

Clases	Química
--------	---------



**DIARIO DE CAMPO**

<b>Contenidos impartidos</b>	Concepto de Mol y cantidad de sustancia
<b>Actividades desarrolladas</b>	Se realizó una serie de ejercicios, repaso de los temas revisados autónomamente por los estudiantes
<b>Habilidades pedagógicas del docente</b>	Dominio de la temática
<b>Recursos usadas durante las horas de clase</b>	Uso de diapositivas y el texto del ministerio de educación.
<b>Comunicación docente</b>	El lenguaje del docente es de tipo científico, de acuerdo con la temática.

**-Rúbrica para los estudiantes**

Indicadores	Muy bueno	Bueno	Regular	Observaciones.
Asistencia	X			Existe muy poca interacción entre el docente y el estudiantado .
Participación e interacción de los estudiantes durante la clase			X	
Trabajo colaborativo	X			
Cumplimiento de deberes y actividades dadas por el docente	X			



**DIARIO DE CAMPO**

**3. Observaciones**

La docente hace uso de material audiovisual para la enseñanza de la temática, pero al finalizar de presentar de los videos o imagenes no se contextualiza adecuadamente la información de los materiales audiovisuales con la del conocimiento teórico enseñado durante la clase, generando que los estudiantes pierdan el interés en la clase, además las interacciones entre la docente el el estudiantado son muy escasas.

En cuanto a los estudiantes, se puede mencionar que presentan varias dificultades en cuanto a la definición y el uso del concepto de mol y cantidad de sustancia, también existen varios estudiantes que presentan mala conexión de internet lo que genera que estén entrando y saliendo de clase y de esta manera se interrumpe su proceso de aprendizaje.

**4. Sumatoria de horas**

<b>Dentro de clase</b>	02:00
<b>Fuera de clase</b>	04:00
<b>Total</b>	06:00

*Nota.* Diario de Campo como evidencia de recolección de datos en relación a clases sobre mol y cantidad de sustancia.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

## CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Certificado para Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, **Bryam Aurelio León Ochoa**, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial **“Estrategia Basada en “La Analogía” para la Enseñanza-Aprendizaje del Tema “Mol y Cantidad de Sustancia” en Segundo de Bachillerato, Unidad Educativa “Herlinda Toral”**”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación UNAE para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 18 de abril de 2021

  
Bryam Aurelio León Ochoa

C.I: 0106999428 |



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

## CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Certificado para Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, **Erick Alexander Noroña Chicaiza**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial **“Estrategia Basada en “La Analogía” para la Enseñanza-Aprendizaje del Tema “Mol y Cantidad de Sustancia” en Segundo de Bachillerato, Unidad Educativa “Herlinda Toral”**”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación UNAE para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 18 de abril de 2022

Erick Alexander Noroña Chicaiza

C.I:1721036075



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

## CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

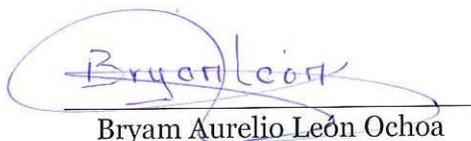
Certificado para Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, **Bryam Aurelio León Ochoa**, autor del Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial **“Estrategia Basada en “La Analogía” para la Enseñanza-Aprendizaje del Tema “Mol y Cantidad de Sustancia” en Segundo de Bachillerato, Unidad Educativa “Herlinda Toral”**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Azogues, 18 de abril de 2021



Bryam Aurelio León Ochoa

C.I: 0106999428



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

## CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Certificado para Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, **(Erick Alexander Noroña Chicaiza)**, [autor] del Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial **“Estrategia Basada en “La Analogía” para la Enseñanza-Aprendizaje del Tema “Mol y Cantidad de Sustancia” en Segundo de Bachillerato, Unidad Educativa “Herlinda Toral”**”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su [autor].

Azogues, 18 de abril de 2022

Erick Alexander Noroña Chicaiza

C.I: 1721036075 |



## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certificado para Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Yo, Wilmer Orlando López González, tutor del Trabajo de Integración Curricular de Carreras de Grado de Modalidad Presencial denominado “Estrategia Basada en “La Analogía” para la Enseñanza-Aprendizaje del Tema “Mol y Cantidad de Sustancia” en Segundo de Bachillerato, Unidad Educativa “Herlinda Toral.” perteneciente a los estudiantes: (Bryam Aurelio León Ochoa con C.I. 0106999428, Erick Alexander Noroña Chicaiza con C.I. 1721036075). Doy fe de haber guiado y aprobado el Trabajo de Integración Curricular. También informo que el trabajo fue revisado con la herramienta de prevención de plagio donde reportó el 3 % de coincidencia en fuentes de internet, apegándose a la normativa académica vigente de la Universidad.

Azogues, 18 de abril de 2022



Firmado electrónicamente por:  
WILMER ORLANDO  
LOPEZ GONZALEZ

Wilmer Orlando López González

C.I: 0962305777 |