



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
Facultad de Educación

Seminario de Investigación Aplicada a la Enseñanza/Aprendizaje de la Química para optar  
al Grado de Licenciada en Educación.

**“EXPLORANDO EL MUNDO DE MOL Y CONCENTRACIÓN MOLAR: A TRAVÉS DE LAS  
EXPLICACIONES EN ESTUDIANTADO DE SECUNDARIA.**

**Autora:**

Nataly Gallardo García

**Docentes Guías:**

Yo-Ying Chen

Facultad de Química y Farmacia

Mario Quintanilla Gatica

Facultad de Educación

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres, María José y Elvis, y a mi hermano Alonso; su amor incondicional y apoyo constante han sido la fuerza impulsora detrás de cada paso en este camino académico. Son quienes me han moldeado, guiado e inspirado, siendo fundamentales en la persona que soy hoy. Muchos de mis logros, incluyendo este importante hito, son el reflejo de su dedicación y amor.

A mi fiel compañera peluda, Kitty, por su inquebrantable compañía y sus ronroneos que han iluminado mis días de estudio y reflexión.

A Ricardo, gracias por tu presencia constante y tu amor incondicional en cada momento de este viaje. Tu apoyo ha sido mi motivación, y este logro también lleva tu marca.

Y a mi querido abuelo Juan, cuya memoria es como el vasto mar que abraza generaciones. Aunque ya no esté físicamente, su espíritu perdura en las olas de la vida, recordándome la importancia de la perseverancia y la sabiduría transmitida a través del tiempo.

***Nataly Catalina Gallardo García***

## Resumen

En la presente propuesta didáctica, se implementa un instrumento diagnóstico como paso inicial con el propósito de identificar las dificultades en las explicaciones de las nociones científicas de mol y concentración molar entre estudiantes de secundaria. El análisis de los resultados revela que las explicaciones del estudiantado se clasifican principalmente como descriptivas, utilizando la taxonomía propuesta por Gilbert en 2000. En términos de pensamiento, se observa una prevalencia significativa de explicaciones ubicadas en el plano del pensamiento instrumental-operativo, según la clasificación de Quintanilla en 2019.

**Palabras clave:** Propuesta didáctica, instrumento diagnóstico, nociones científicas, mol, concentración molar, estudiantes de secundaria, explicaciones descriptivas, pensamiento instrumental-operativo, taxonomía de Gilbert, clasificación de Quintanilla.

## Summary

In the following didactic proposal, a diagnostic tool is applied initially to identify difficulties in the explanations of scientific concepts related to mole and molar concentration among secondary school students. According to the analysis, the predominant types of student explanations fall under the descriptive category according to Gilbert's classification in 2000. Furthermore, a significant percentage of students exhibit a thought pattern situated within the instrumental-operational realm, as per Quintanilla's classification in 2019.

**Keywords:** Didactic proposal, diagnostic tool, scientific concepts, mole, molar concentration, secondary school students, descriptive explanations, instrumental-operational thinking, Gilbert's taxonomy, Quintanilla's classification.

## Índice

Resumen	3
Summary	3
Índice	5
Reflexión inicial	6
Introducción	7
<b>1. Problemática y antecedentes</b>	8
1.1 Pregunta de investigación	11
<b>2. Objetivo</b>	11
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivo específico	12
<b>3. Marco teórico</b>	12
3.1 Respecto a los conceptos de mol y concentración molar	12
3.2 Concepciones alternativas del estudiantado	13
3.3 Dificultades para aprender la noción científica de mol	14
3.4 Dificultades para aprender la noción científica de concentración molar	16
3.5 Competencias del pensamiento científico	16
3.6 Planos del pensamiento y dimensiones teóricas-didácticas	18
3.7 Lingüística en la clase de química	19
<b>4. Contexto a intervenir</b>	20
<b>5. Metodología</b>	22
5.1 Enfoque metodológico	22
5.2 Recolección de datos	24
5.3 Sujetos que participan en estudio	27
<b>6. Análisis de categorías KPSI</b>	28
<b>7. Resultados</b>	34
<b>8. Análisis</b>	43
8.1 Resultados y análisis respuestas KPSI	44

8.2 Análisis General	59
<b>9. Conclusiones de las narraciones y su análisis</b>	61
<b>10. Propuesta Didáctica</b>	63
10.1 Propuesta unidad didáctica	63
10.2 Proyecciones y limitaciones de la propuesta didáctica	70
<b>11. Bibliografía</b>	72
<b>12. Anexos</b>	76

## Reflexión inicial

Como docente de química, mi viaje en esta carrera se originó en el deseo apasionado de encender la curiosidad científica en mis estudiantes y de integrar la ciencia, especialmente la química, como un componente esencial de su vida cotidiana. Desde temprana edad, he visto la ciencia como una ventana fascinante que permite entender el porqué de las cosas que nos rodean. Mi objetivo principal es trascender la mera transmisión de información sobre conceptos como moles y concentración molar, para que mis alumnos no solo aprendan, sino que también internalicen la importancia de estos principios químicos en su día a día.

Mi compromiso con el aprendizaje en contexto impulsa mi enfoque pedagógico. Creo que la verdadera comprensión surge cuando los conocimientos se aplican a situaciones reales y se conectan con las experiencias cotidianas de los estudiantes. Los moles y la concentración molar no son simples términos abstractos; son herramientas poderosas que les permiten entender y medir sustancias en su entorno diario. Abordar estos conceptos en un contexto significativo no solo facilita la asimilación del contenido, sino que también estimula la apreciación de la ciencia como algo relevante y aplicable.

Experimento una gran satisfacción al presenciar cómo mis estudiantes se sumergen en la exploración de esta disciplina, cultivando la curiosidad y el deseo de comprender los misterios de la química. Cada día en el aula se convierte en una oportunidad para estimular la curiosidad, fomentar preguntas y guiar a mis estudiantes hacia respuestas que fortalezcan su conexión con la química y su capacidad para entender y aplicar los principios científicos en su vida diaria.

## Introducción

En la constante búsqueda de mejorar la enseñanza de la química en Chile, se han implementado cambios significativos en el currículo nacional, específicamente en el área de la química, como se señala en estudios recientes (Vega, 2021). A pesar de estos esfuerzos, la realidad educacional se ha visto enfrentada a desafíos excepcionales debido a la pandemia, generando obstáculos adicionales en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Ante esta situación, los docentes a lo largo del país se han visto obligados a reevaluar sus métodos y estrategias de enseñanza para abordar las necesidades educativas y emocionales de sus estudiantes en este período.

En este contexto, surgen desafíos particulares al tratar conceptos esenciales como la cantidad de sustancia y su unidad, el mol, fundamentales para la adquisición de nuevos conocimientos científicos desde una perspectiva constructivista. No obstante, la enseñanza de estos elementos se ve dificultada por la comprensión y explicación de los estudiantes de secundaria.

En primer lugar, los docentes enfrentan diversos obstáculos en su formación inicial en relación con estos conceptos. Esto se debe, en parte, al contexto histórico en el que se desarrollaron, marcado por las discrepancias entre la comunidad científica y posterior aceptación de ella, como el número de Avogadro. Además, suelen limitarse a un aprendizaje superficial de dicho concepto (García, Pizarro, Perera, Martín y Bacas, 1990). Esta problemática repercute en la dificultad de los docentes para llevar a cabo una adecuada transposición didáctica, es decir, la transferencia efectiva de conocimiento científico al ámbito escolar. Como consecuencia, los estudiantes de secundaria no solo enfrentan dificultades en la comprensión de este concepto químico, sino que también la utilización de fórmulas que se aplican en reiterados ejercicios para encontrar las diversas variables involucradas en estas expresiones matemáticas (Raviólo & Farré, 2020). Como consecuencia de esto, se genera una desconexión entre los contenidos; la que acrecienta las dificultades de aprendizaje en el estudiantado (Talanquer, 2004).

En segundo lugar, en la actualidad, hay estudios que señalan que la enseñanza tradicional, a la que se ha referido hasta el momento, no promueve a que el estudiantado genere aprendizajes significativos (Salas, 2010; Vélez, 2013). Muchas de las clases implementadas en las aulas aún se caracterizan por ser tradicionales, es decir, con escasa interacción e intervención del estudiantado, ya que el rol principal lo tienen los docentes (Cofré, et al., 2010). En este sentido, a pesar que se ha enfatizado que la enseñanza de las ciencias no solo debe atender al conocimiento disciplinar, sino que se debe enseñar sobre la naturaleza de las ciencias, el desarrollo de actitudes y competencias del pensamiento científico (Marzábal & Merino, 2021).

Por esta razón, esta investigación tiene como objetivo comprender las *dificultades del estudiantado de secundaria en los aprendizajes de las nociones teóricas sobre conceptos de mol y concentración molar*. Además, se propone el diseño de una unidad didáctica considerando los elementos importantes para lograr un aprendizaje significativo que promueva la explicación en química.

## **1. Problemática y antecedentes**

En cuanto a la enseñanza de las ciencias en Chile, se puede constatar que existen problemas (Cofré et al., 2010; Busquets et al., 2016), a pesar de los cambios curriculares hechos a lo largo de los años (Marzábal & Merino, 2021). Debido a esto, han incluido cambios significativos en el currículo nacional, específicamente en el área de la química. Por un lado, se tiene el cuestionamiento de los docentes sobre qué enseñar, cómo enseñarlo, por qué enseñarlo (Izquierdo, 2007). Por otro lado, está que el estudiantado se cuestiona más qué es lo que está aprendiendo, posicionándose como el centro del aprendizaje y participando activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Tigse, 2018).

Dentro del aula los errores son algo común, sin embargo, se abordan los errores del estudiantado de secundaria tratando de modificarlos con la transmisión y repetición continua del conocimiento para que se acerquen cada vez más a los modelos científicos

(Treagust et al., 2000). En vez de abordar la enseñanza y la progresión en la comprensión considerando las estructuras previas de los estudiantes o su entorno (Payer, 2005). Además, este tipo de enseñanza no considera las dificultades de aprendizaje del estudiantado (Timilsena et al., 2022), las cuales según Sanmartí (2007) pueden derivar de múltiples orígenes. Como la capacidad de los estudiantes para pensar, las diferencias entre el lenguaje común y el científico, así como su habilidad para organizar ideas son aspectos fundamentales que inciden directamente en la capacidad de elaborar una explicación científica.

Al no tener en consideración las dificultades que presenta el estudiantado a la hora de enseñar, se generan brechas entre lo que los estudiantes deberían saber y lo que saben. Esto último puede generar un problema de autopercepción y autoestima, ocasionando así una visión negativa hacia la asignatura (Ortiz & Badia, 2013). Además, se omite que el conocimiento de estas dificultades podría ayudar a conocer el razonamiento de los estudiantes (Sanmartí, 2007; Tumay, 2016). Por lo tanto, es fundamental conocer cuáles son las dificultades del estudiantado, para poder tomar decisiones sobre cómo enseñar y así ayudarlos a progresar en sus modelos mentales (Sanmartí, 2007). Según diversos autores (Shulman, 1987; Scerri, 2001; Erduran y Scerri, 2002; Erduran, 2007, en Tümay, 2016) estas dificultades se deben entender desde la propia naturaleza del conocimiento científico y de la química en particular.

Ahora bien, si se enfoca la mirada en la enseñanza de mol y concentración molar es importante como se imparte este contenido en las aulas. En la actualidad, la enseñanza del conocimiento de mol y concentración molar se implementa\* en distintos niveles escolares, primeramente mol se estudia en primero medio y concentración molar en segundo medio; se realiza en ambos niveles mediante clases teóricas y la realización de constantes ejercicios.

La enseñanza de conceptos químicos en las aulas se basa en la formación y conocimientos científicos y pedagógicos de los docentes. Sin embargo, a menudo se aborda de manera mecánica, sin un análisis reflexivo (Ayala, 2006).

Furió et al. (1999) y Furió et al. (2001) establecen que la comprensión de un concepto científico y, por ende, su definición, va más allá de conocer su significado, también requiere conocer el contexto de su creación, las interacciones socioculturales que lo influenciaron y los cambios terminológicos que ha sufrido a través del tiempo.

Una forma de alejarse de la enseñanza tradicional y del enfoque que se da en la disciplina a mol y concentración molar, es la enseñanza mediante una visión de la educación científica alfabetizadora (Furió, et al., 2001). En este contexto, de enseñanza de las ciencias del siglo XXI, se espera que el docente sea capaz de diseñar (o planificar) y aplicar actividades o tareas que favorezcan el aprendizaje significativo del estudiantado y el desarrollo de competencias científicas (Gómez et al., 2019; Castillo et al., 2006; Perrenoud, 2007 en Franco et al., 2017). En particular, se espera que esté por sobre la adquisición de datos sobre ciencia; ya que, una vez que son sacados del contexto en el que fueron enseñados, dejan de tener importancia para el estudiantado (Ceci, 1991; Barnett y Ceci, 2002, en Gómez et al., 2012).

Según el constructivismo social el proceso de enseñanza y aprendizaje se debe desarrollar considerando el contexto en que viven los estudiantes, ya que producto a ese contexto desarrollan sus propios esquemas, los cuales se van reestructurando a través de interacciones con otros individuos (Payer, 2005).

En esta misma línea de tomar distancia de la enseñanza tradicional desde una visión socioconstructivista, cobra relevancia el uso de modelos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias mediante la explicación. La explicación como enfoque didáctico permite la comprensión profunda de los conceptos, promueve la participación y autonomía del estudiantado en este enfoque se ven modificadas con respecto al de una enseñanza

tradicional de las ciencias (Peticarrari y Oliveira, 2022; Oliva et al., 2018), y el desarrollo de habilidades comunicativas cruciales para la interacción científica y el entendimiento. Este enfoque, al exigir a los estudiantes articular y comunicar ideas, no solo fortalece su comprensión interna, sino que también contribuye al desarrollo del pensamiento crítico, la contextualización de conocimientos y la participación activa del estudiantado en la construcción de su propio aprendizaje. Además, fomenta la creatividad al permitir que los estudiantes exploren diversas formas de expresar conceptos químicos, superando así la desconexión entre la teoría y la práctica.

Dado todos los antecedentes anteriores, es que se refleja que se hacen necesarios diversos recursos didácticos que puedan ser considerados y posteriormente implementados por los docentes. Con el fin de proponer tareas o actividades productivas hacia el trabajo de las dificultades de aprendizaje que el estudiantado presenta en la química. Por lo mismo, en este seminario de investigación en base a las dificultades en las ideas previas del estudiantado de secundaria en los aprendizajes de mol y concentración molar, se propone una unidad didáctica orientada a la explicación del estudiantado de secundaria.

En concreto, esta propuesta busca transformar el rol del estudiantado, permitiéndoles no solo recibir conocimientos, sino también participar activamente en su propio aprendizaje. La unidad didáctica propuesta fomenta la autonomía del estudiantado al involucrarlos de manera activa en la construcción social del conocimiento, a través de interacciones planificadas que consideran las conversaciones entre estudiantes y profesorado, así como entre los propios estudiantes.

### **1.1 Pregunta de investigación**

Es por ello por lo que nos preguntamos:

¿Cuáles son las dificultades frecuentes habituales en la explicación de los conceptos de mol y concentración molar por parte de los estudiantes en la educación?

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

- Comprender las dificultades del estudiantado de secundaria en los aprendizajes de las nociones teóricas sobre conceptos de mol y concentración molar.

## **2.2 Objetivo Especifico**

- Identificar las dificultades del estudiantado de secundaria para explicar los conceptos en la comprensión de los conceptos de mol y concentración molar en el contexto de química.
- Caracterizar las explicaciones estudiantiles respecto a la noción del concepto de mol y concentración molar.
- Analizar desde el punto de vista teórico la tipología de explicación sobre nociones de mol y concentración molar a partir de evaluación diagnóstica.
- Diseñar una secuencia de aprendizaje para la noción científica de mol y concentración molar.

## **3. Marco Teórico que orienta este trabajo**

Para el sustento teórico del presente seminario de investigación se realizará una revisión bibliográfica que aborda aquellos conceptos y temas de interés involucrados en la problemática definida. Respecto a los temas disciplinares se profundiza en conceptos de mol y concentración molar. En cuanto a la problematización desde la investigación en didáctica de la química se abordan temas como ideas previas, dificultad de aprendizaje de estudiantes respecto a mol y concentración molar y la explicación científica en la clase de química.

### **3.1 Respecto a los conceptos de mol y concentración molar**

El concepto de mol y la concentración molar son fundamentales en la química y tienen una larga historia.

El concepto de mol se originó en el siglo XIX, cuando los químicos comenzaron a darse cuenta de que las reacciones químicas ocurren en proporciones fijas y definidas. El término "mol" fue acuñado por el químico alemán Wilhelm Ostwald en 1894, y se refiere a la

cantidad de sustancia que contiene el mismo número de entidades elementales (átomos, moléculas, iones, etc.) que hay en 12 gramos de carbono-12. El mol se convirtió en una unidad fundamental del Sistema Internacional de Unidades (SI) en 1971 (Ostwald, 1900).

En el sistema internacional de unidades (SI), el mol es una de las siete magnitudes físicas fundamentales que tiene la capacidad de medir la cantidad de sustancia que tiene un elemento o compuesto químico. Esta definición se basa en el número de Avogadro;  $6,022 \times 10^{23}$ , que es la cantidad de partículas que se encuentran en un mol de cualquier sustancia y no depende del material ni del tipo de partículas, como lo establece la IUPAC. Por otro lado, al preparar disoluciones se requiere una cantidad de sustancia conocida como soluto y otra conocida como solvente, formando mezclas homogéneas de varios componentes en diversas proporciones, que a su vez tendrá cierta concentración molar, que se establece como la medida de la concentración de un soluto en una disolución indicando la cantidad de moles de soluto por litro de disolución.

Además, es una medida de concentración muy utilizada en química y bioquímica, su unidad es mol/L o molar (M). También se puede expresar como mol/dm<sup>3</sup>, aunque en el sistema internacional (SI) de unidades se representa como mol/m<sup>3</sup>. Este concepto químico que es enseñado desde las escuelas ha causado gran confusión en los estudiantes durante su aprendizaje. Raviolo., Farré., y Traiman, afirma que

*“El concepto de concentración no resulta sencillo para muchos estudiantes, porque requiere el conocimiento de conceptos previos como sustancia y mezcla, propiedades intensivas y extensivas, masa, volumen, mezcla homogénea, disolución, soluto, solvente. Asimismo, se debe entender que la concentración es una propiedad intensiva de la disolución, es decir que al ser la disolución una mezcla homogénea la concentración es una propiedad constante, independiente de la extensión considerada. (2019, p. 3)”*

El concepto de mol y la concentración molar han sido objeto de debate y controversia a lo largo de la historia de la química. Los químicos han discutido sobre la definición precisa de estas unidades y su relación con otras unidades de medida. Además, la enseñanza y el

aprendizaje de estos conceptos pueden presentar dificultades para los estudiantes, debido a la falta de formación de los docentes, las concepciones previas erróneas de los estudiantes y el lenguaje químico o científico que puede ser un obstáculo para los estudiantes

### **3.2 Concepciones alternativas del estudiantado**

Furió, et al. (2006) destacan que las concepciones alternativas, definidas como las ideas que cada individuo forma a partir de sus experiencias cotidianas, conversaciones y conocimientos previos, a menudo difieren de los conceptos científicos establecidos. Estas concepciones, arraigadas en la mente de los estudiantes, se convierten en una base crucial para interpretar fenómenos de la vida diaria. Dada la persistencia de estas concepciones alternativas, es necesario investigarlas y desarrollar estrategias efectivas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Uria, et al., 2012).

En este contexto, la identificación de las concepciones alternativas de los estudiantes se convierte en un paso esencial. Para lograrlo, es fundamental realizar evaluaciones diagnósticas coherentes con los conocimientos que el docente busca consolidar y el proceso de enseñanza-aprendizaje que se pretende implementar (Arellano et al., 2008). En consonancia con este enfoque, en el presente estudio se utilizará el Knowledge and Prior Study Inventory (KPSI), desarrollado por Young & Tamir en 1977, como instrumento inicial. Este instrumento se empleará con el propósito de explorar las ideas previas de los estudiantes sobre la estructura atómica, coeficientes estequiométricos, fórmulas químicas y reacciones químicas, evaluando además su capacidad para explicar estos fenómenos y establecer conexiones entre ellos y el conocimiento científico (Quintanilla, 2006). En este sentido, la elección de un instrumento específico como el KPSI se alinea con la necesidad de realizar evaluaciones exhaustivas que aborden las concepciones alternativas de manera integral, proporcionando así una base sólida para el diseño de estrategias pedagógicas efectivas.

### **3.3 Dificultades para aprender la noción científica de mol**

El concepto de mol en química puede ser difícil de aprender para el estudiantado de secundaria, debido a algunas de las dificultades asociadas con la enseñanza y el aprendizaje del concepto de mol suelen ser, concepciones erróneas los estudiantes pueden tener concepciones erróneas sobre el concepto de mol, como confundirlo con masa o volumen (León, R. López, W. , 2020). La falta de conocimientos previos, el estudiantado pueden tener dificultades para comprender el concepto de mol si no tienen conocimientos previos sobre otros conceptos relacionados, como la distinción entre mezcla y compuesto o los conceptos de átomo y molécula (Furió, Carles, Azcona, Rafael y Guisasola, Jenaro, 2006). Se le añade a lo anterior que para los estudiantes el concepto de mol puede ser complejo debido a que involucra la relación entre la cantidad de sustancia y el número de entidades elementales (Torrez, 2023)

Por último, los estudiantes pueden confundir el concepto de mol con otros términos relacionados, como molécula, volumen molar, masa molar, masa molecular y masa atómica (León, R. López, W. , 2020) por lo que, lo hace aún más complejo aprender esta noción científica.

Furió, Arzona y Guissasola (1999) postulan que los profesores tienen una idea confusa sobre concepto de cantidad de sustancia, identificándolo como masa o número identidades elementales. Furió, Arzona y Guissasola (1999) esto es debido también a la discrepancia que existe entre el mundo científico y los profesores entorno al concepto de cantidad de sustancia y mol Furió, Arzona y Guissasola (2002). Siendo muy importante el pensamiento que tienen los profesores acerca de este concepto puesto que ser fundamental para la comprensión de este, ya que condicionará la enseñanza del concepto hacia los estudiantes.

Como profesora en formación para ayudar a los estudiantes a comprender el concepto de mol, se pueden utilizar estrategias de enseñanza que involucren la investigación orientada (Furió, Carles, Azcona, Rafael y Guisasola, Jenaro, 2006) y también ligándolo con su entorno cotidiano. Y así mismo, también es importante que los profesores identifiquen las concepciones erróneas de los estudiantes y trabajen para corregirlas (León, R. López, W. , 2020)

### **3.4 Dificultades para aprender la noción científica de concentración molar**

El aprendizaje del concepto de concentración molar puede presentar dificultades para los estudiantes de química, tanto en la educación secundaria como en la universidad.

Algunas de las dificultades incluyen la falta de comprensión de las unidades de concentración, especialmente la molaridad, y la falta de reconocimiento de las relaciones entre las variables involucradas en el concepto (Traiman-Schroh, N., Raviolo, A. y Farré, A. 2022). Además, se ha encontrado que la proporcionalidad inversa es una de las principales dificultades para comprender el concepto de concentración (Raviolo, A., Farré, A., Traiman Schroh, N. 2021). Es importante abordar estas dificultades para asegurar que los estudiantes comprendan adecuadamente el concepto de concentración molar, que es un prerrequisito para muchos temas de química (Raviolo, A., Farré, A., Traiman Schroh, N. 2021).

Otras investigaciones como las de Gabel y Samuel, (1986) han demostrado que los estudiantes presentan dificultades más allá de la comprensión de términos como la molaridad y problemas análogos basados en materiales cotidianos como la limonada. Ya que muchos estudiantes resuelven este tipo de problemas químicos de forma algorítmica sin conocer los principios que subyacen en la resolución de problemas y la relación con los fenómenos cotidianos (Gabel., y Samuel, citados por Raviolo., Farré., y Traiman, 2019, p.8).

### **3.5 Competencias de pensamiento científico: La Explicación**

Es esencial que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, leyes y conceptos, sino que también desarrollen habilidades que les capaciten para asumir una actitud responsable y autorregular su búsqueda de nuevo conocimiento y aprendizaje. Los docentes deben formar a los estudiantes considerando el contexto completo de la ciencia, abarcando el avance científico desde una perspectiva de "saber hacer". Los estudiantes deben apropiarse de métodos que les permitan adquirir habilidades cognitivas lingüísticas

(HCL) para fomentar el desarrollo del pensamiento independiente, con el fin de aplicar estas habilidades en su vida cotidiana.

Es crucial promover el desarrollo de habilidades científicas que fomenten competencias como el pensamiento crítico, la reflexión, la toma de decisiones, la observación y la comunicación en nuestros estudiantes. Estas competencias son fundamentales para lograr la alfabetización científica, dado que el éxito en diversas actividades en el aula depende en gran medida de su dominio.

En este seminario de investigación, se busca analizar las dificultades que enfrentan los estudiantes al explicar las concepciones relacionadas con el mol y concentración molar. La explicación se considera un recurso lógico-metodológico mediante el cual un concepto o representación conocida se fundamenta o argumenta en base a fundamentos científicos sólidos (Prado, 2017). La habilidad de explicar es una competencia de pensamiento científico (CPC) asociada con diversas HCL, que debe ser explícitamente promovida durante el proceso de construcción del conocimiento científico en el entorno escolar (Izquierdo, Labarca & Quintanilla, 2021).

Considerando esto y según lo propuesto por según los por Gilbert, Boulter y Rutherford (2000, pp. 195-197) las explicaciones podrían clasificarse en cinco tipos:

- Intencional: confiere responder a “¿por qué se está explicando este fenómeno?”. Una explicación de tipo intencional incluirá una declaración del propósito que se aborda y dará una idea de la importancia del fenómeno. También conlleva necesariamente una definición de la ocurrencia, el alcance y los límites del fenómeno.
- Descriptiva: confiere responder a “¿cuáles son las propiedades de este fenómeno?”, se considera un resumen de las mediciones realizadas. Suelen ser el primer producto de cualquier investigación inicial, ya sea en ciencia o en educación científica.

- Interpretativa: confiere responder a “¿de qué está compuesto el fenómeno?” propone la existencia real de entidades que son incapaces de ser observadas directamente.
- Causal: confiere responder a "¿por qué el fenómeno se comporta como lo hace?". En este caso, las explicaciones causales proponen un mecanismo para explicar cómo el fenómeno produce el comportamiento observado a través de la operación de causa y efecto sobre las entidades que lo componen.
- Predictiva: confiere responder a "¿cómo se comportará el fenómeno en otras condiciones específicas?". Este tipo de explicación puede considerarse un subconjunto de la explicación descriptiva aunque las predicciones desempeñan un papel importante en la evaluación de la adecuación explicativa de las teorías y los modelos y, por tanto, son de suma importancia en la enseñanza de las ciencias.

### **3.6 Planos del pensamiento y dimensiones Teóricas-Didácticas**

Labarrere & Quintanilla (2002) proponen que el proceso de resolución de problemas científicos se puede dividir en tres planos: Plano instrumental operativo (I-O), Plano personal significativo (PS) y Plano relacional-social (RS). Estos planos describen la forma en que los sujetos resuelven los problemas, transitando por diferentes planos de la actividad cognitiva o metacognitiva. Los sujetos que resuelven problemas, lo hacen moviéndose por estos tres planos. A continuación, se detallan en más profundidad:

Plano I-O: Este plano se basa en el problema en sí, se limita a este tipo de preguntas, lo que significa que los estudiantes solo se centran en los conocimientos básicos del problema, el método de resolución del problema, los cálculos o las posibles respuestas.

Plano P-S: Este plano habla más del reto personal del estudiante, más que ver el problema, la persona que resuelve el problema es importante. En otras palabras, es necesario considerar el proceso de pensamiento, el reto intelectual o la actividad dirigida al estudiante, a una persona. Los procesos personales del sujeto que resuelve el problema son los que presentan mayor relevancia, dejando a un lado la situación propiamente tal.

Plano R-S: Este plano ya habla más sobre la importancia del componente social, se fomenta la interacción entre compañeros a través de la cooperación grupal. Diferentes estudiantes contribuirán con diferentes perspectivas, diferentes significados (debido a diferentes contextos) y diferentes habilidades.

Planos del pensamiento científico	Descriptor Estructurante
I-O	Cálculos, fórmulas, signos definiciones, medir, graficar, pesar, dibujar, anotar, registrar, etc.
P-S	Proceso de pensamiento, reto intelectual o actividad dirigida al estudiante, a una persona. Intención de abordar un problema individualmente.
R-C	Proceso de pensamiento, reto intelectual o actividad dirigida al colectivo grupal. Intención de abordar un problema cooperativamente.

Tabla 1. Planos del pensamiento científico. (Quintanilla, 2020).

### 3.7 La lingüística en la clase de química

En la enseñanza de la química, el lenguaje es una herramienta fundamental para explicar situaciones nuevas que van apareciendo a lo largo de la historia, y el papel del profesor es crucial en todo esto, ya que es un puente entre los estudiantes y los nuevos conocimientos a adquirir. Los profesores de ciencias necesitan obtener habilidades de los profesores de lenguaje, con respecto al pensamiento y experiencia. La única forma de que los profesores abran el mundo a los estudiantes es a través de la comunicación y el lenguaje. La principal

finalidad del lenguaje en la enseñanza de las ciencias es llevar a los estudiantes a la comprensión de la existencia de nuevos conocimientos. El estudio del lenguaje y la teoría científica, el desarrollo de la cognición y las habilidades del lenguaje, y la promoción y desarrollo del pensamiento científico y los métodos de investigación científicos típicos constituyen un proceso complejo a largo plazo que debe comenzar en los primeros años de escuela. Es importante asumir el valor del lenguaje para promover valiosos desafíos intelectuales en el cuerpo estudiantil y, por lo tanto, promover las habilidades de pensamiento científico.

Un científico ciudadano que aprende a hablar, escribir e intercambiar conocimientos científicos, mientras desarrolla un pensamiento crítico sobre el mundo en el que vive. Un sujeto de derecho, un alumno, un maestro que usa sus palabras para intervenir y cambiar el mundo. (Quintanilla, 2020)

#### **4. Contexto para intervenir**

El Instituto Hermanos Matte, un colegio particular-subvencionado, se encuentra en Nataniel Cox 2263, Santiago, cerca de la estación de metro Franklin. Esta institución educativa es laica, mixta y ofrece cursos desde Prekínder hasta 4° Medio con una modalidad de enseñanza Científico-Humanista. Tiene una capacidad para educar a más de 1,380 estudiantes, lo que se traduce en un promedio de 30 a 35 alumnos por sala de clases. En cuanto a la administración, el director actual del colegio es Carlos Ramírez Fernández, y la subdirectora académica es Paola Ponce Inostroza.

El colegio tiene una historia significativa. La Escuela Hermanos Matte fue fundada el 21 de mayo de 1935 en honor a la memoria de José, Guillermo y Fernando, los tres hijos fallecidos de don Claudio Matte, un filántropo, educador y destacado benefactor de la SIP. Además, el Instituto Claudio Matte fue fundado el 23 de agosto de 1980.

La misión principal de esta institución es "Generar un impacto en la trayectoria educativa de nuestros estudiantes de diversos contextos, mediante equipos y profesionales de

excelencia. Buscamos desarrollar integralmente su potencial y habilidades en un ambiente de respeto y paz, para que puedan lograr sus metas y se conviertan en ciudadanos que aporten a la sociedad". Para cumplir con esta misión, el colegio se compromete a "formar personas que puedan desarrollarse integralmente y cumplir su proyecto de vida".

Este seminario de investigación se enfoca en los cursos de primero medio A y segundo medio C. El primero medio A cuenta con un total de 44 estudiantes (20 mujeres y 24 hombres), mientras que el segundo medio C tiene un total de 43 estudiantes (21 mujeres y 22 hombres). En ambos cursos, los estudiantes demuestran un alto nivel de interés y participación, así como sólidos conocimientos en la asignatura.

Según el currículo nacional, el contenido relacionado con el concepto de mol se aborda en primero medio, específicamente en la unidad 4 llamada "Estequiometría". Sin embargo, esta noción científica a menudo presenta desafíos en su comprensión. Además, en segundo medio, se introduce la concentración molar en la unidad 1 titulada "Soluciones químicas".

En este seminario de investigación, nos enfocaremos en el objetivo de aprendizaje OA número veinte, que se refiere a "Establecer relaciones cuantitativas entre reactantes y productos en reacciones químicas (estequiometría) y explicar la formación de compuestos útiles para los seres vivos, como la formación de la glucosa en la fotosíntesis" (MINEDUC, 2016). Para el segundo medio, el objetivo de aprendizaje es el OA número quince, que se centra en "Explicar, por medio de modelos y la experimentación, las propiedades de las soluciones en ejemplos cercanos, considerando: El estado físico (sólido, líquido y gaseoso). Sus componentes (soluto y solvente). La cantidad de soluto disuelto (concentración)" (MINEDUC, 2016). Ambos objetivos indican que el propósito es que los estudiantes puedan comprender y aplicar los conceptos de mol y concentración molar en sus estudios.



Imagen 1: Frontis de Instituto Hermanos Matte

## 5. Metodología e instrumentos

En esta sección, se detalla la metodología utilizada para recopilar las evidencias necesarias que respalden el presente seminario de investigación. Además, se describen los antecedentes metodológicos, los instrumentos empleados para la recopilación de datos y el contexto en el que se aplicaron estos instrumentos.

### 5.1 Enfoque Metodológico

Este estudio se enmarca en el enfoque de investigación cualitativa, el cual orienta las preguntas de investigación, los métodos de recopilación y análisis de datos (Bodner y Orgill, 2007; Merriam, 2009). Este enfoque es apropiado para el propósito de este seminario, ya que busca explorar y comprender el conocimiento relacionado con los conceptos de mol y concentración molar desde la perspectiva de los estudiantes de secundaria. Siguiendo la sugerencia de Hernández (2014), el enfoque cualitativo es adecuado cuando el objetivo es explorar cómo los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, centrándose en sus puntos de vista, interpretaciones y significados.

Una vez construido los instrumentos, se aplica al grupos en las intervenciones se realizaron durante las clases de química, con un tiempo estimado de 60 minutos correspondiente a un módulo para ambos instrumentos KPSI, por medio de la plataforma Google forms, por lo

que las respuestas de los estudiantes se registra de forma escrita. Se realizo en los niveles de primero y segundo medio, en la siguiente tabla se presentas las especificaciones del instrumento aplicado en los niveles escolares:

<b>Aplicación KPSI Mol y Concentración Molar</b>	
<b>Primero Medio A</b>	<b>Segundo medio C</b>
<b>Cantidad de estudiantes:</b> 45 estudiantes	<b>Cantidad de estudiantes:</b> 41 estudiantes
<b>Método de aplicación:</b> Sincrónico con la clase	<b>Método de aplicación:</b> Sincrónico con la clase
<b>Tiempo de recolección de datos:</b> 1 módulo de clases (60 minutos)	<b>Tiempo de recolección de datos:</b> 1 módulo de clases (60 minutos)
<b>Número de respuestas:</b> 36 respuestas.	<b>Número de respuestas:</b> 30 respuestas

Tabla 2: Resumen de aplicación KPSI

El diseño de recopilación de datos constó de dos etapas:

**1) Etapa de exploración de ideas previas mediante la preconcepción de mol en voz alta y la discusión en MENTI:** Esta etapa implicó la realización de entrevistas en voz alta (think-aloud method), que resultan útiles para recopilar información sobre los procesos cognitivos que las personas utilizan al resolver problemas (Ericsson y Simón, 1993). Estas entrevistas permitieron indagar en el conocimiento previo de los estudiantes. Se diseñó esta metodología específicamente para explorar los procesos de pensamiento de los individuos cuando enfrentan una tarea que presenta un desafío cognitivo significativo, como el cuestionario empleado en esta investigación.

**2) Etapa de diseño en la recopilación de datos a través de la aplicación del instrumento evaluativo KPSI:** Este instrumento permitió recoger las ideas previas y los niveles de conocimiento de los conceptos de mol y concentración molar por parte de los estudiantes. Para el análisis de los resultados, se agruparon según los planos del pensamiento .

El grupo de estudiantes seleccionado participó en el Instituto Hermanos Matte, donde se llevó a cabo la práctica profesional. La implementación de ambos instrumentos se realizó bajo la supervisión de una profesora colaboradora del colegio, en concordancia con el currículo nacional y la planificación del año escolar.

Posterior a la recolección de datos, siguen las siguientes etapas:

**3) Etapa de análisis de respuestas:** En la fase de análisis de respuestas, se lleva a cabo una meticulosa reducción de las respuestas proporcionadas por los estudiantes, excluyendo aquellas que carecen de contenido sustancial como 'no lo sé' o 'no me acuerdo'. Posteriormente, estas respuestas son sometidas a un proceso de análisis y clasificación, siguiendo la tipología propuesta por Gilbert en el año 2000. En este contexto, las explicaciones ofrecidas por los estudiantes son categorizadas en tres tipos principales: explicaciones causales, descriptivas y predictivas

**4) Etapa de propuesta de unidad didáctica:** En la fase final de la propuesta de unidad didáctica, después de haber analizado detalladamente las explicaciones proporcionadas, se desarrolla un diseño de unidad didáctica. Esta propuesta se construye considerando las dificultades y limitaciones identificadas en las respuestas de los estudiantes de secundaria. El objetivo principal de esta etapa es abordar y superar las dificultades encontradas, proporcionando un enfoque pedagógico que se adapte a las necesidades específicas del estudiantado.

## **5.2 Recolección de Datos**

Para obtener datos que respalden la investigación, para la primera etapa se empleó un instrumento denominado "MENTI" (ver Anexo 1), diseñado para explorar las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de "mol". La pregunta formulada fue: "¿Qué entienden por el concepto de MOL?". Esta exploración se llevó a cabo de manera sincrónica en el aula y de manera asincrónica a través de la plataforma de Google Classroom.

En paralelo, se utilizó el instrumento KPSI, el cual consta de cinco indicadores relacionados con las ideas previas sobre "MOL" o "concentración molar," como se ilustra en las figuras 2 y 4. Estos indicadores se evalúan según cinco descriptores, como se muestra en las figuras 1 y 3, utilizando una escala del 1 al 5. Cada descriptor abarca desde "No lo sé/No lo comprendo" hasta "Lo puedo explicar a un compañero". Además, se proporciona un espacio para que los estudiantes ofrezcan explicaciones adicionales en relación con el indicador propuesto.

Ambos instrumentos están alineados con el Objetivo de Aprendizaje (OA) número 20 del Programa de Estudio de Primer Año de Ciencias Naturales del currículo nacional (2016), que aborda la establecimiento de relaciones cuantitativas entre reactantes y productos en reacciones químicas y la explicación de la formación de compuestos útiles para los seres vivos. También, para el segundo año de enseñanza media, se vinculan con el OA número quince, el cual busca la explicación, mediante modelos y experimentación, de las propiedades de las soluciones, considerando el estado físico, los componentes y la cantidad de soluto disuelto (MINEDUC, 2016).

Estos instrumentos, diseñados específicamente para evaluar la comprensión de los conceptos de "mol" y "concentración molar," se alinean de manera precisa con los objetivos de aprendizaje establecidos en el currículo nacional, brindando así una herramienta efectiva para recolectar datos que respalden la investigación.

### **KPSI MOL Primero medio A**

*Figura 1. Descriptores KPSI. (Elaboración propia)*

Categoría	Descriptor
1	No lo sé/ No lo comprendo
2	Lo conozco un poco
3	Lo comprendo parcialmente
4	Lo comprendo bien
5	Lo puedo explicar a un compañero

Figura 2. Indicadores KPSI. (Elaboración propia)

Enunciado	Contenido	1	2	3	4	5	Explicación
1	¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?						
2	¿Qué unidades se utilizan para medir la cantidad de sustancia en química y cómo se convierten entre ellas?						
3	¿Sabes cómo se representa una cantidad de sustancia en una ecuación química balanceada?						
4	¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?						
5	Si tienes 18 gramos de agua ( $H_2O$ ), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.						

### KPSI MOL Y CONCENTRACIÓN MOLAR Segundo medio C

Figura 3. Descriptores KPSI. (Elaboración propia)

Categoría	Descriptor
1	No lo sé/ No lo comprendo
2	Lo conozco un poco
3	Lo comprendo parcialmente
4	Lo comprendo bien
5	Lo puedo explicar a un compañero

Enunciado	Contenido	1	2	3	4	5	Explicación
1	¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?						
2	¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?						
3	Si tienes 18 gramos de agua ( $H_2O$ ), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.						
4	¿Puedes definir la concentración molar y cómo se calcula?						
5	¿Cuál es la concentración molar de una solución que contiene 0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente?						

Figura 4. Indicadores KPSI. (Elaboración propia)

### 5.3 Sujetos que participan en estudio

Los instrumentos previamente mencionados se aplicaron en el Instituto Hermanos Matte. La primera implementación (etapa 1) tuvo lugar el 14 de septiembre de 2023, y se llevó a cabo en el curso de primero medio A. La segunda implementación del instrumento KPSI

(etapa 2) se realizó el 29 de septiembre de 2023, nuevamente en el mismo curso. Hasta la fecha, aún no se ha aplicado el instrumento KPSI al segundo medio C.

Para llevar a cabo la aplicación de los instrumentos, se proporcionó a los estudiantes un formulario en Google a través de la plataforma de Google Classroom. Esto les permitió responder y expresar sus explicaciones en relación a los indicadores propuestos en el instrumento de manera presencial.

## 6. Análisis de categorías KPSI

En esta sección, llevamos a cabo un análisis exhaustivo de las categorías presentes en los instrumentos KPSI, desglosando el propósito específico de cada uno y destacando los aspectos relevantes en las respuestas obtenidas. Asimismo, nos enfocamos en identificar la finalidad inherente a cada categoría, proporcionando una comprensión integral de cómo cada componente contribuye al conjunto de datos recopilados. Para lograr esto, se examinó detenidamente cada enunciado de los instrumentos KPSI aplicados, aplicando el objetivo específico de cada pregunta, el foco de interés y la finalidad o el aspecto central en el que se enfoca cada enunciado. Este análisis detallado nos permitió extraer información significativa que no solo destaca las respuestas de los estudiantes, sino que también arroja luz sobre las percepciones y concepciones que subyacen en sus comprensiones sobre los conceptos de "mol" y "concentración molar".

KPSI Primero Medio A			
Pregunta	Objetivo	Foco de interés	Finalidad
Enunciado 1: ¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los	Obtener una explicación clara y comprensible sobre el concepto de mol y su relación con	Capacidad para articular de manera precisa y coherente qué es un mol y cómo se vincula con la estructura básica de la materia, es decir, con	Evaluar la comprensión de los estudiantes sobre este tema específico en química

átomos y las moléculas?	átomos y moléculas.	átomos y moléculas. La finalidad de la pregunta es evaluar el nivel de conocimiento y comprensión de los estudiantes sobre este concepto fundamental en química, así como su habilidad para expresar conceptos científicos de manera clara y concisa.	
Enunciado 2: ¿Qué unidades se utilizan para medir la cantidad de sustancia en química y cómo se convierten entre ellas?	Obtener una explicación detallada sobre las unidades utilizadas para medir la cantidad de sustancia en química, así como comprender cómo se lleva a cabo la conversión entre estas unidades.	La capacidad para identificar y describir las unidades estándar empleadas para medir la cantidad de sustancia, como el mol, y demostrar comprensión sobre el proceso de conversión entre estas unidades, mostrando habilidades matemáticas y conceptuales.	Evaluar la competencia de los estudiantes en la aplicación de conceptos de medida en química y su capacidad para realizar conversiones de manera precisa y coherente.
Enunciado 3: ¿Sabes cómo se representa una cantidad de	Evaluar el conocimiento del estudiante sobre cómo se representa una	Capacidad para reconocer y aplicar los coeficientes estequiométricos apropiados al balancear una ecuación química	Determinar si los estudiantes comprenden cómo la estequiometría se refleja en las

<p>sustancia en una ecuación química balanceada?</p>	<p>cantidad de sustancia en una ecuación química balanceada.</p>		<p>ecuaciones químicas balanceadas, mostrando así su competencia para representar adecuadamente las proporciones entre reactantes y productos en una reacción química.</p>
<p>Enunciado 4: ¿Qué significa la constante de Avogadro (<math>6.022 \times 10^{23}</math>) y cómo se relaciona con un mol?</p>	<p>Evaluar la comprensión del estudiante sobre el significado de la constante de Avogadro (<math>6.022 \times 10^{23}</math>) y su relación con un mol.</p>	<p>Capacidad para explicar que la constante de Avogadro representa el número de entidades elementales (como átomos, moléculas o iones) en un mol de sustancia. Se espera que los estudiantes comprendan que esta constante proporciona una conexión fundamental entre la escala microscópica y macroscópica en química, permitiendo la interpretación cuantitativa</p>	<p>Evaluar la competencia del estudiante para relacionar conceptos clave como la constante de Avogadro con la unidad de medida fundamental en química, el mol.</p>

		de las cantidades de sustancia en una variedad de contextos químicos	
Enunciado 5:  Si tienes 18 gramos de agua (H <sub>2</sub> O), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.	Evaluar la comprensión de los estudiantes en relación con la conversión entre la masa de una sustancia y la cantidad correspondiente en moles	Capacidad para aplicar el concepto de masa molar y utilizar la fórmula de moles, demostrando tanto habilidades matemáticas como una comprensión profunda de cómo estos conceptos se aplican en el contexto químico.	Resolver el ejercicio de manera correcta y relacionar la cantidad de sustancia (moles) con la masa de una sustancia específica (agua), destacando la integración exitosa de conocimientos conceptuales y habilidades prácticas en química

Tabla 3: Análisis de preguntas KPSI primero medio A (Elaboración propia)

KPSI Segundo Medio C			
Pregunta	Objetivo	Foco de interés	Finalidad
Enunciado 1:  ¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?	Obtener una explicación clara y comprensible sobre el concepto de mol y su relación con átomos y moléculas.	Capacidad para articular de manera precisa y coherente qué es un mol y cómo se vincula con la estructura básica de la materia, es decir, con átomos y moléculas. La finalidad de la pregunta es	Evaluar la comprensión de los estudiantes sobre este tema específico en química

		evaluar el nivel de conocimiento y comprensión de los estudiantes sobre este concepto fundamental en química, así como su habilidad para expresar conceptos científicos de manera clara y concisa.	
Enunciado 2: ¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?	Evaluar la comprensión del estudiante sobre el significado de la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y su relación con un mol.	Capacidad para explicar que la constante de Avogadro representa el número de entidades elementales (como átomos, moléculas o iones) en un mol de sustancia. Se espera que los estudiantes comprendan que esta constante proporciona una conexión fundamental entre la escala microscópica y macroscópica en química, permitiendo la interpretación cuantitativa de las cantidades de sustancia en una variedad de contextos químicos	Evaluar la competencia del estudiante para relacionar conceptos clave como la constante de Avogadro con la unidad de medida fundamental en química, el mol.

<p>Enunciado 3:</p> <p>Si tienes 18 gramos de agua (H<sub>2</sub>O), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.</p>	<p>Evaluar la comprensión de los estudiantes en relación con la conversión entre la masa de una sustancia y la cantidad correspondiente en moles</p>	<p>Capacidad para aplicar el concepto de masa molar y utilizar la fórmula de moles, demostrando tanto habilidades matemáticas como una comprensión profunda de cómo estos conceptos se aplican en el contexto químico.</p>	<p>Resolver el ejercicio de manera correcta y relacionar la cantidad de sustancia (moles) con la masa de una sustancia específica (agua), destacando la integración exitosa de conocimientos conceptuales y habilidades prácticas en química</p>
<p>Enunciado 4:</p> <p>Puedes definir la concentración molar y cómo se calcula?</p>	<p>Evaluar la comprensión del concepto de concentración molar y su habilidad para desarrollar el cálculo</p>	<p>Capacidad de la comprensión conceptual de la concentración molar y la habilidad para realizar cálculos asociados a este concepto.</p>	<p>Evaluar el conocimiento del estudiantado sobre la concentración molar, que es una medida importante en la química para expresar la cantidad de una sustancia en una solución en términos de moles por unidad de volumen. El cálculo de la concentración molar implica la</p>

			relación entre la cantidad de sustancia y el volumen de la solución.
Enunciado 5:  ¿Cuál es la concentración molar de una solución que contiene 0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente?	Evaluar el cálculo de concentración molar de una solución dados la cantidad de moles de soluto y el volumen del solvente.	Capacidad en la aplicación práctica del concepto de concentración molar. Se espera que el receptor demuestre su capacidad para realizar el cálculo de la concentración molar utilizando la relación entre la cantidad de moles y el volumen de la solución.	Evaluar la capacidad del receptor para aplicar el concepto de concentración molar en un escenario específico. La solución proporcionada (0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente) sirve como un caso práctico para calcular la concentración molar, que es la cantidad de moles de soluto por litro de solvente.

Tabla 4: Análisis de preguntas KPSI segundo medio C (Elaboración propia)

## 7. Resultados

En este apartado, se presenta los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica aplicada a los estudiantes (KPSI). A través del análisis, se espera llegar a las tendencias en las dificultades de aprendizaje que presenta el estudiantado en el conocimiento de mol y concentración molar. Con el fin de resguardar la confidencialidad de los estudiantes es que, previo al análisis de los resultados, se transcriben las respuestas de las preguntas; y se clasifican según los planos del pensamiento (Quintanilla, 2019). Además, se realizan gráficos y tablas que incluyen los porcentajes de respuestas del estudiantado.

### **Primera etapa: Exploración:**

En esta primera etapa, se recopilan las respuestas en torno a una discusión productiva realizada en el aula, según Kiomi Matsumoto (2017) la discusión productiva en el aula es importante porque promueve el desarrollo de habilidades comunicativas, fomenta el pensamiento crítico, facilita la aplicación práctica del conocimiento y mejora la comprensión profunda de los conceptos, lo que en conjunto enriquece la experiencia de aprendizaje y prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de manera integral.

Por lo que se desarrolló una discusión en el aula en base al concepto Mol (Anexo 1) y para identificar ideas previas sobre este concepto, por medio de la plataforma menti los estudiantes dejaron evidencia de sus respuestas (Anexo 1), en base a esto se logró identificar que gran porcentaje del estudiantado proporcionan una explicación razonable del concepto mol.

### **Segunda etapa: Implementación**

En esta segunda etapa, se recopilarán los resultados de los instrumentos aplicados, específicamente los del KPSI (Anexo 2) (Anexo 3). Durante el segundo semestre, se llevó a cabo la implementación del instrumento KPSI con el objetivo de obtener información sobre los conocimientos previos de los estudiantes y conocer el tipo y la calidad de las explicaciones redactadas por el estudiantado de secundaria. Posteriormente, se analizarán estas explicaciones y se clasificarán según los criterios establecidos por Quintanilla, que

incluyen los planos del pensamiento científico: Plano instrumental operativo (I-O), Plano personal significativo (PS) y Plano relacional-social (RS).

Los resultados obtenidos por medio de la plataforma Google Forms reflejarán las respuestas de cada enunciado, organizadas y clasificadas según el plano del pensamiento en el que se encuentre cada estudiante. Estos resultados se presentarán de manera resumida en la siguiente tabla y gráficos con los porcentajes de las respuestas.

Tabla 5: Clasificación del KPSI para grupo de estudio Primero Medio A

	Plano del pensamiento	Instrumental-operativo	Personal-significativo	Relacional-Social
N°	Criterio	I°A	I°A	I°A
1	¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?	9	16	11
2	¿Qué unidades se utilizan para medir la cantidad de sustancia en química y cómo se convierten entre ellas?	10	1	25
3	¿Sabes cómo se representa una cantidad de sustancia en una ecuación química balanceada?	11	5	21
4	¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times$	5	1	29

	10 <sup>23</sup> ) y cómo se relaciona con un mol?			
5	Si tienes 18 gramos de agua (H <sub>2</sub> O), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.	25	1	10

Gráfico 1: Clasificación de la primera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

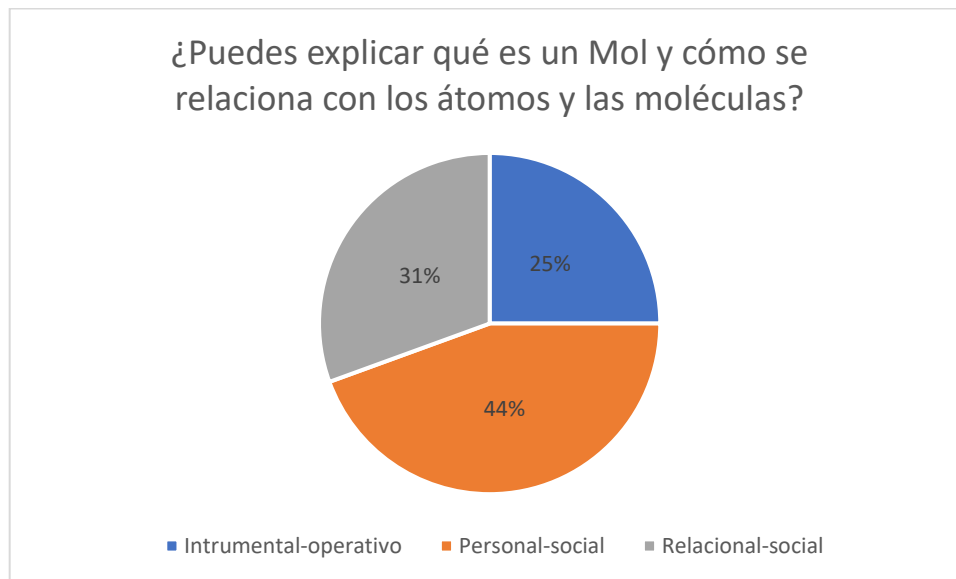


Gráfico 2: Clasificación de la segunda pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

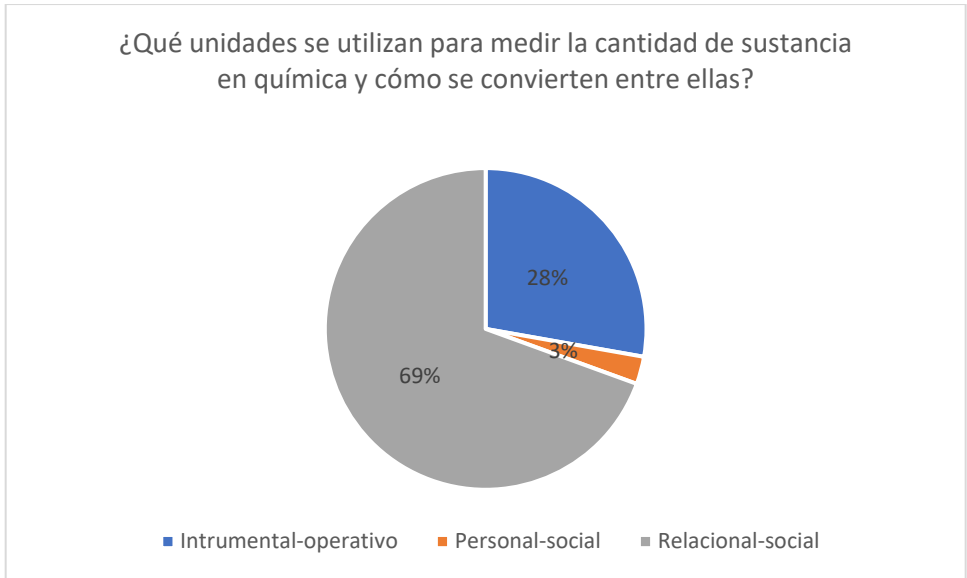


Gráfico 3: Clasificación de la tercera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

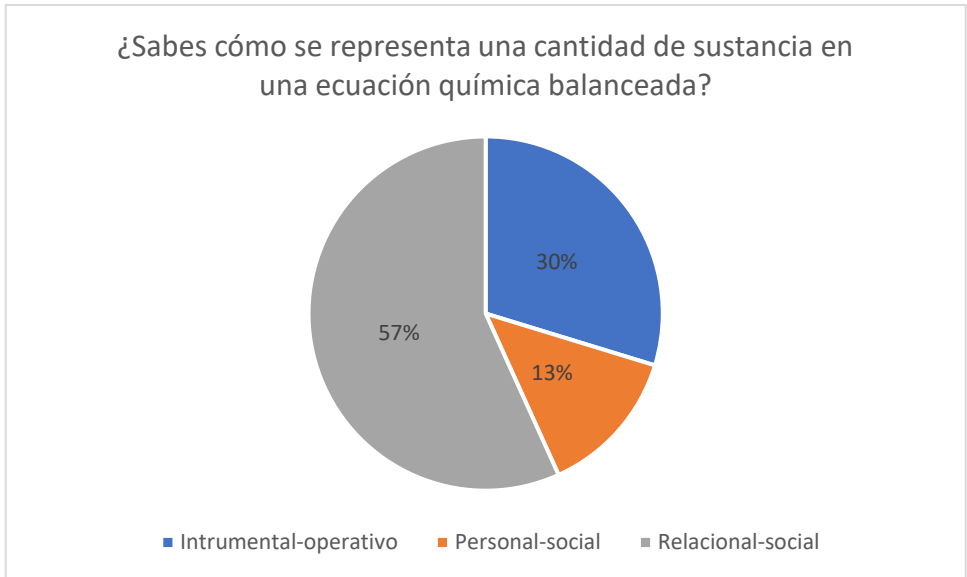


Gráfico 4: Clasificación de la cuarta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

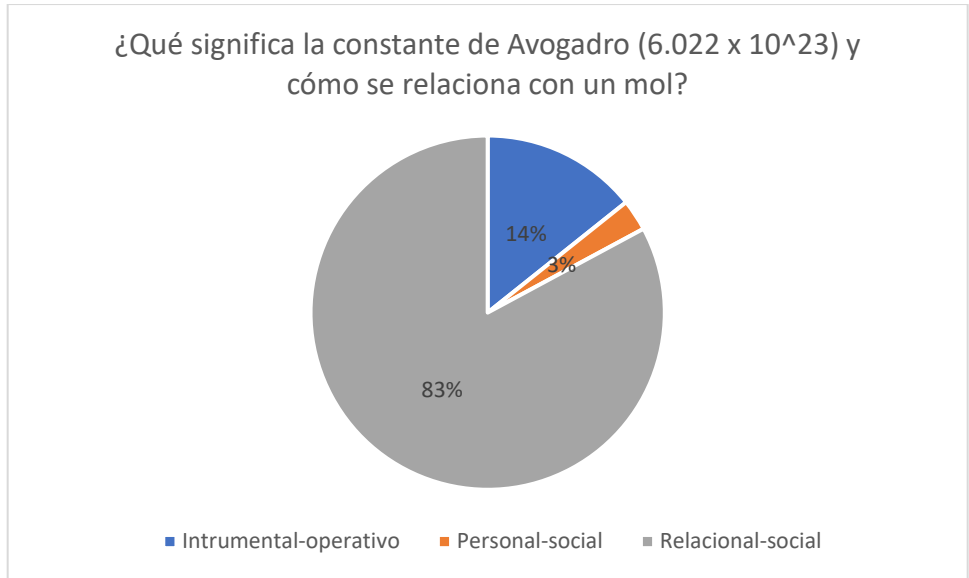


Gráfico 5: Clasificación de la quinta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI.

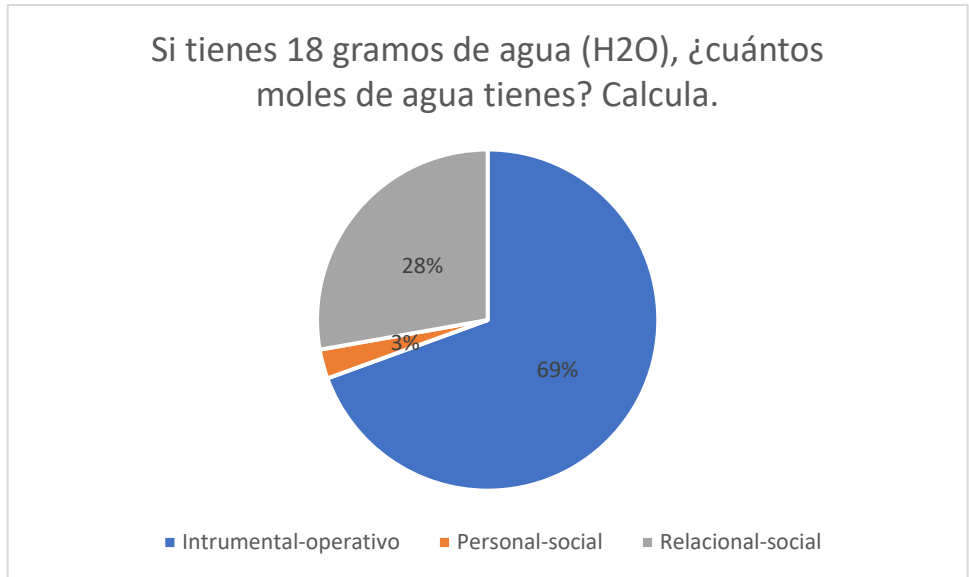


Tabla 6: Clasificación del KPSI para grupo de estudio Segundo Medio C

	Plano del pensamiento	Instrumental-operativo	Personal-significativo	Relacional-Social
N°	Criterio	II°C	II°C	II°C

1	¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?	17	13	No se identifica
2	¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?	20	10	No se identifica
3	Si tienes 18 gramos de agua ( $H_2O$ ), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.	14	16	No se identifica
4	¿Puedes definir la concentración molar y cómo se calcula?	10	11	No se identifica
5	¿Cuál es la concentración molar de una solución que contiene 0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente?	18	12	No se identifica

Gráfico 6: Clasificación de la primera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

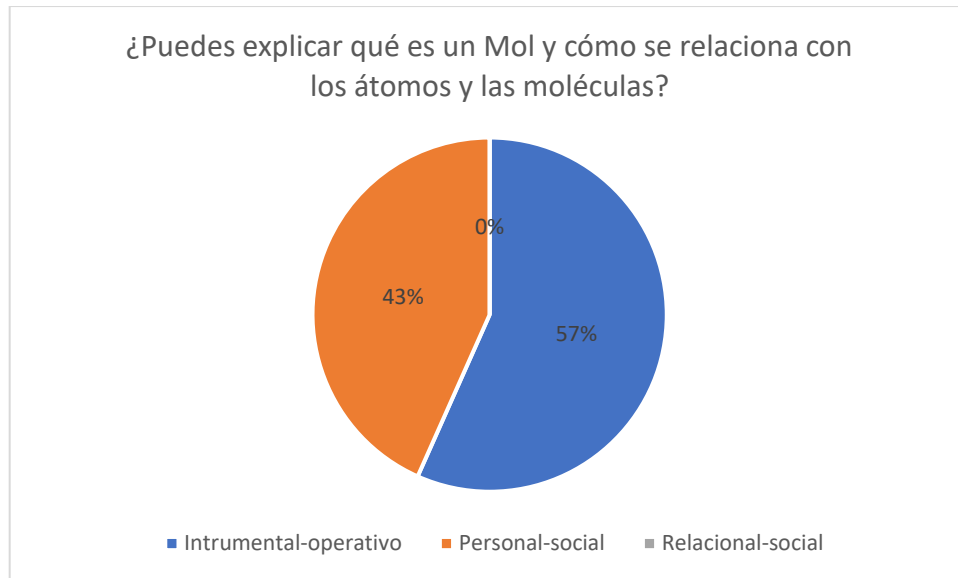


Gráfico 7: Clasificación de la segunda pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI



Gráfico 8: Clasificación de la tercera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

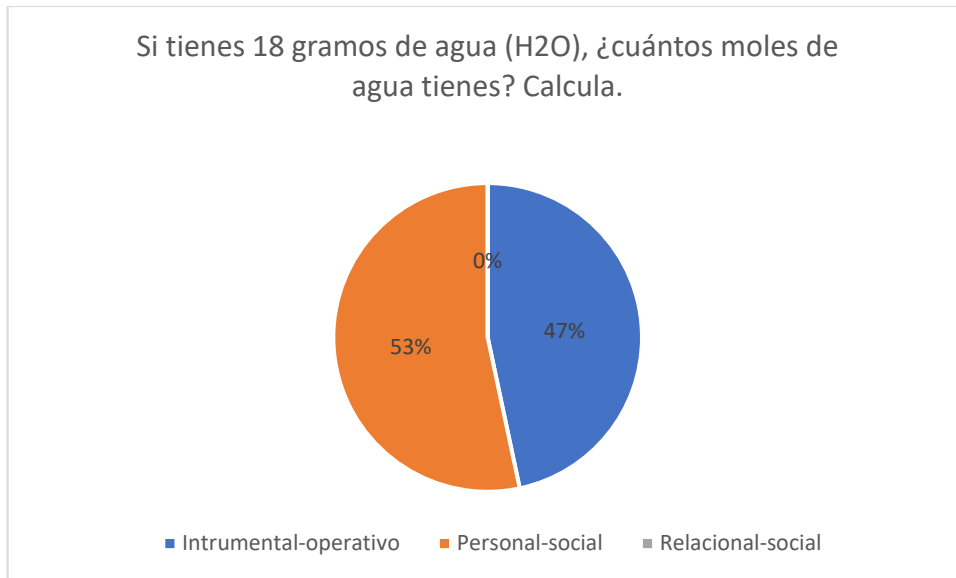


Gráfico 9: Clasificación de la cuarta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI

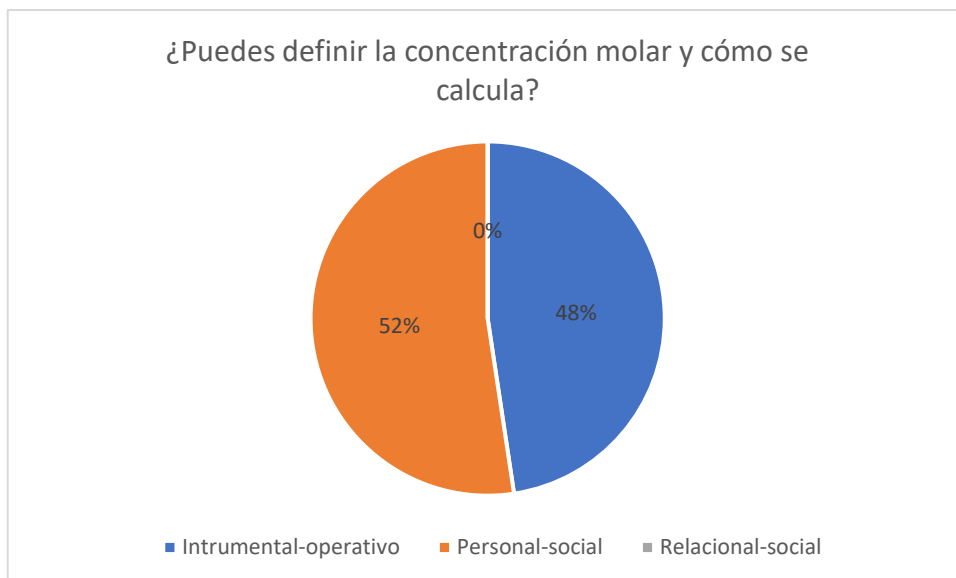
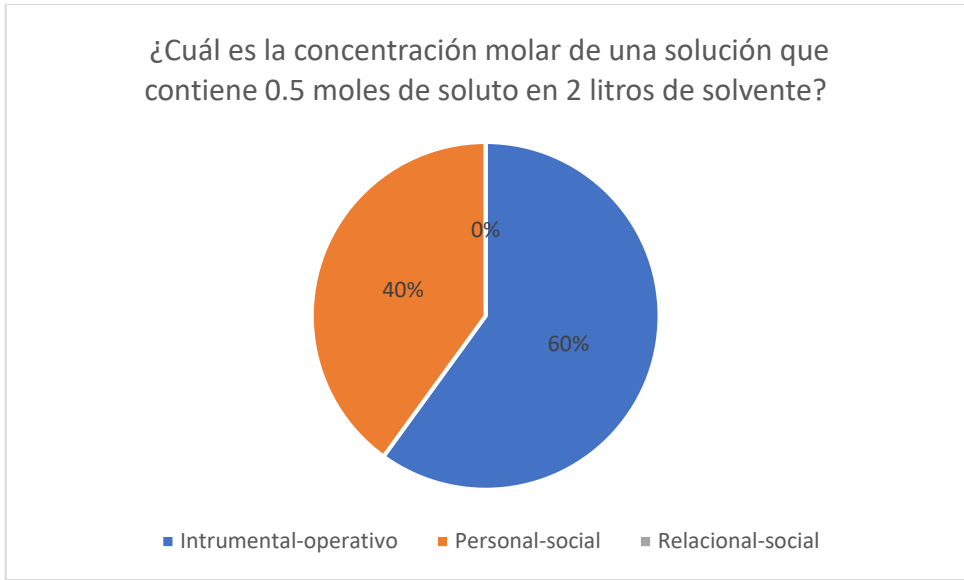


Gráfico 10: Clasificación de la quinta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI



**8. Análisis**

En este apartado, se presenta el análisis en base a la reducción de respuestas del estudiantado, eliminando respuestas -no sé, no tengo idea, etc.-, para conocer el tipo y calidad de explicaciones redactadas por el estudiantado. Posterior a esto, con las explicaciones analizadas se clasifican según los criterios establecidos por Gilbert de explicaciones causal, descriptiva o predictiva, se obtienen nuevos gráficos que muestran las explicaciones obtenidas en cada pregunta que orienta cierto tipo de explicación, esto permitirá analizar las explicaciones de los estudiantes.



Imagen 2: Sistematización de resultados evaluación diagnóstica

**8.1 Resultado y análisis respuestas KPSI**

Como resultado de las respuestas reducidas en la segunda etapa de la investigación, se evidencia lo siguiente:

**Pregunta 1:**

Para el primero enunciado, se analizan tanto para primero medio y segundo medio, a continuación se presenta una tabla resumen de la clasificación del tipo de explicación por parte del estudiantado de secundario con las respuestas reducidas mediante la clasificación de Gilbert, 2000:

N°	Tipo de explicación	Descriptivo		Causal		Predictiva	
	Criterio	I°A	II°C	I°A	II°C	I°A	II°C
1	¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?	6	25	5	1	1	0

Tabla 7: Clasificación KPSI de ambos grupos de estudio

**Para la cantidad de respuestas del primero medio A:**

Las respuestas evidencia que la mayoría se encuentra en un nivel descriptivo, donde los estudiantes proporcionan definiciones generales sobre el mol como unidad de cantidad de sustancia. Ejemplos de estas respuestas incluyen afirmaciones como "unidad de medida de la materia" o "medida de todo". En algunas respuestas, se observa un intento de explicación causal al mencionar la relación del mol con el número de Avogadro, la masa y el volumen. Por ejemplo, un estudiante señala que el mol "*se relaciona con el volumen, partículas y masa*". Sin embargo, la ausencia de elementos predictivos en la mayoría de las respuestas indica limitaciones en la proyección de cómo el concepto podría aplicarse en diferentes contextos.

En términos de lenguaje científico, hay variabilidad en las respuestas. Algunos estudiantes emplean terminología técnica adecuada, como "número atómico" y "átomos/moléculas", mientras que otros utilizan formulaciones menos precisas, como "la medida de toda la materia".

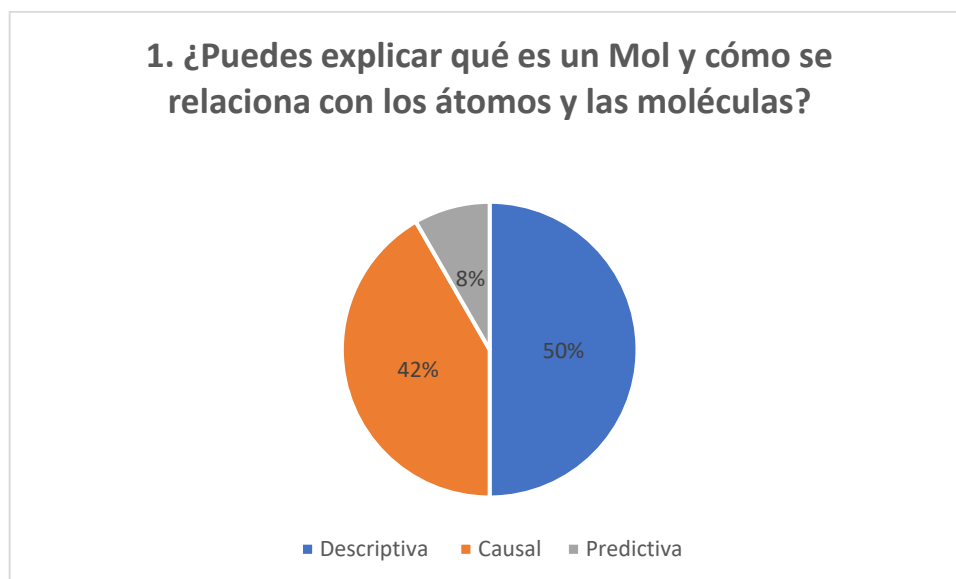


Gráfico 11: Clasificación de la primera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI I°A

***Para la cantidad de respuestas del segundo medio C:***

La mayoría de las respuestas se encuentra en un nivel descriptivo, donde los participantes ofrecen definiciones generales sobre el mol, destacando su papel como unidad de cantidad de sustancia. Ejemplos de estas respuestas incluyen expresiones como "unidad de medida de la materia" o "medida de todo". Aunque estas respuestas proporcionan una visión básica del concepto, carecen de detalles específicos sobre su aplicación y funcionamiento.

En algunos casos, se observa un intento de proporcionar explicaciones causales al vincular el mol con el número de Avogadro, la masa y el volumen. Por ejemplo, un estudiante menciona que el mol *"se relaciona con el volumen, partículas y masa"*. Sin embargo, estas explicaciones son limitadas y no se exploran completamente los mecanismos subyacentes.

La ausencia de elementos predictivos en la mayoría de las respuestas sugiere que los participantes tienen dificultades para proyectar cómo el concepto del mol podría aplicarse en diferentes contextos o condiciones específicas. Esta falta de anticipación indica una comprensión más superficial del concepto y una limitada capacidad para extrapolar su uso a situaciones diversas.

En términos de lenguaje científico, se observa variabilidad en las respuestas. Algunos participantes emplean terminología técnica adecuada, como "número atómico" y "átomos/moléculas", lo que indica un nivel de familiaridad con el vocabulario científico asociado al tema. Sin embargo, otros utilizan formulaciones menos precisas, como "la medida de toda la materia", lo que sugiere cierta falta de claridad conceptual o expresión científica precisa.

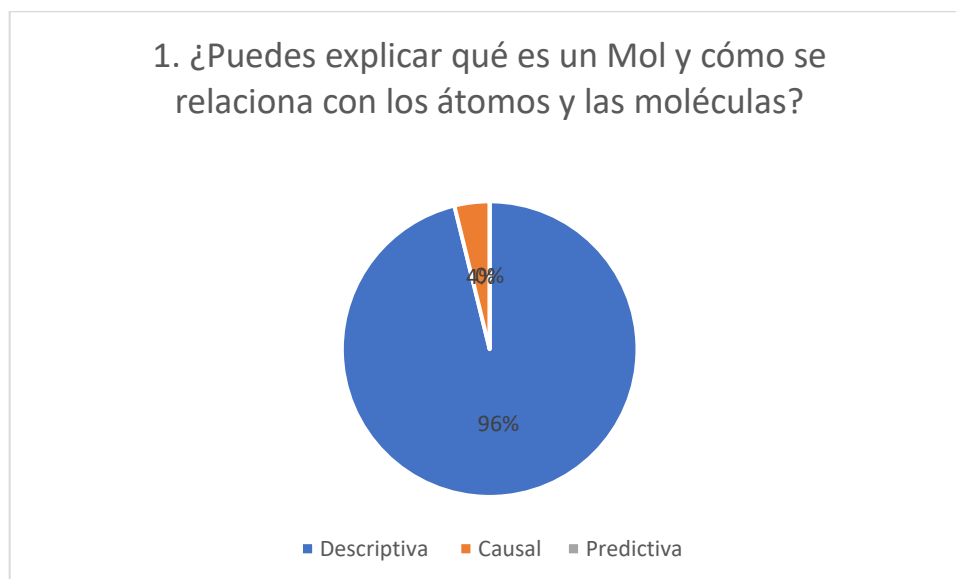


Gráfico 12: Clasificación de la primera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI II°C

### **Pregunta 2:**

Para el segundo enunciado, se analizan tanto para primero medio y segundo medio, a continuación se presenta una tabla resumen de la clasificación del tipo de explicación por

parte del estudiantado de secundario con las respuestas reducidas mediante la clasificación de Gilbert, 2000:

**Para la cantidad de respuestas del primero medio A:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	I°A	I°A	I°A
2	¿Qué unidades se utilizan para medir la cantidad de sustancia en química y cómo se convierten entre ellas?	13	11	3

Tabla 8: Clasificación KPSI de Primero medio A

La mayoría de las respuestas se centran en descripciones generales del mol como unidad de medida en química, por ejemplo, expresiones como "unidad de medida de la materia" y "medida de todo". Sin embargo, carecen de detalles específicos sobre su aplicación y funcionamiento en contextos químicos.

Algunas respuestas intentan ofrecer explicaciones causales al vincular el mol con el número de Avogadro, la masa y el volumen, como la mención de que el mol *"se relaciona con el volumen, partículas y masa"*. Estas explicaciones, sin embargo, son limitadas y no exploran completamente los mecanismos subyacentes de cómo el mol interactúa con estos elementos.

La ausencia de elementos predictivos en las respuestas se refleja en la dificultad de proyectar la aplicación del concepto en diferentes contextos. Por ejemplo, la falta de anticipación indica una comprensión más superficial del concepto y una capacidad limitada para extrapolar su uso a situaciones diversas.

En cuanto al lenguaje científico, se observa variabilidad, con algunos participantes utilizando terminología técnica precisa, como "número de Avogadro" y "átomos/moléculas". Sin embargo, otros expresan conceptos de manera menos clara, como en la formulación "la medida de toda la materia", indicando oportunidades para mejorar la claridad conceptual y la expresión científica.

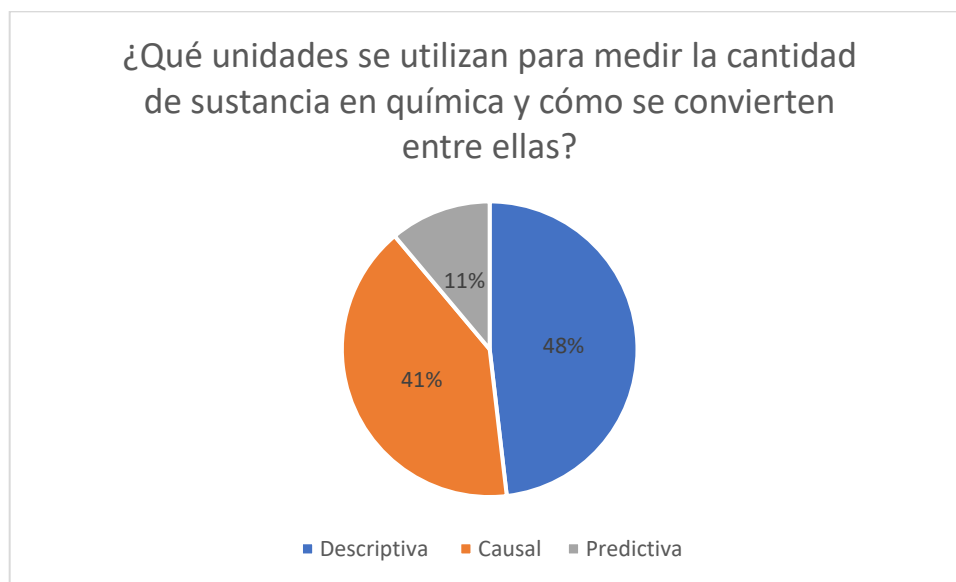


Gráfico 13: Clasificación de la segunda pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI I°A

**Para la cantidad de respuestas del segundo medio C:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	II°C	II°C	II°C
2	¿Qué significa la constante de Avogadro (6.022 x 10 <sup>23</sup> ) y cómo se relaciona con un mol?	15	0	0

Tabla 9: Clasificación KPSI de Segundo medio C

El 100% de las respuestas proporciona descripciones generales de la constante de Avogadro y su relación con el mol. Las respuestas descriptivas expresan que un mol equivale a un número específico de átomos o moléculas, estableciendo así la conexión básica entre la constante de Avogadro y la cantidad de sustancia.

Aunque algunas respuestas sugieren un entendimiento superficial de la utilidad de la constante de Avogadro, como su uso para convertir entre la masa y el número de partículas, la mayoría carece de explicaciones causales o predictivas. No se exploran las razones subyacentes de por qué la constante de Avogadro tiene el valor específico ni se anticipa su comportamiento en situaciones diferentes.

Algunas respuestas indican un recuerdo parcial o una familiaridad con la expresión ( $6.022 \times 10^{23}$ ), pero no logran relacionarla claramente con su función específica. La falta de claridad conceptual es evidente en respuestas como "Creo que era una fórmula de cuánto pesa un átomo o algo así", reflejando una comprensión vaga.

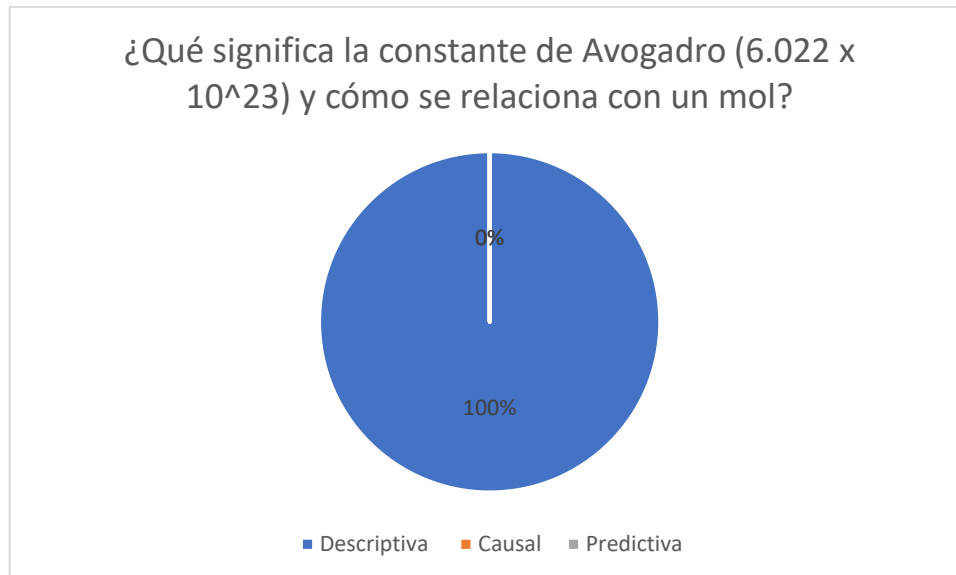


Gráfico 14: Clasificación de la segunda pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI II°C

**Pregunta 3:**

Para el segundo enunciado, se analizan tanto para primero medio y segundo medio, a continuación se presenta una tabla resumen de la clasificación del tipo de explicación por parte del estudiantado de secundario con las respuestas reducidas mediante la clasificación de Gilbert, 2000:

**Para la cantidad de respuestas del primero medio A:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	I°A	I°A	I°A
3	¿Sabes cómo se representa una cantidad de sustancia en una ecuación química balanceada?	7	10	7

Tabla 10: Clasificación KPSI de Primero medio A

La mayoría de las respuestas proporciona descripciones descriptivas sobre cómo se representa una cantidad de sustancia en una ecuación química balanceada. Por ejemplo, un estudiante menciona: "*Se representan con la misma cantidad de elementos en el lado de los reactantes y productos, teniendo coeficientes que los repitan la misma cantidad de veces en ambos lados.*"

Los participantes tienden a enfocarse en la igualdad de átomos en ambos lados de la ecuación mediante el uso de coeficientes estequiométricos. Por ejemplo, otro estudiante comenta: "*Con el coeficiente de posición y el subíndice, el cociente de posición afecta a toda la molécula a la que está pegada mientras que el subíndice solo afecta a la molécula de su izquierda.*"

Se observa cierto conocimiento sobre los métodos de balanceo, como el tanteo o algebraico. Por ejemplo, un estudiante indica: "*Se pueden usar dos métodos: el de tanteo y*

*el algebraico, estos métodos se usan para balancear manipulando los números grandes y los pequeños no se tocan."*

Sin embargo, la falta de respuestas causales sugiere que algunos participantes no profundizan en el porqué de la necesidad de balancear ecuaciones químicas. Las explicaciones tienden a ser más procedimentales que conceptuales. Por ejemplo, un estudiante menciona: *"Se representa demostrando que las cantidades de los elementos son igualadas del lado del reactor y del producto."*

En cuanto a las respuestas predictivas, algunos participantes hacen referencia a la representación en moles, pero en general, hay limitada capacidad para extrapolar este conocimiento a situaciones diferentes o prever el comportamiento en otras condiciones. Por ejemplo, un estudiante señala: *"Se representa con coeficientes estequiométricos."*

La variabilidad en el lenguaje científico es evidente, con algunas respuestas expresándose de manera precisa y otras mostrando confusión conceptual. Se destaca la necesidad de mejorar la claridad en la expresión científica y fomentar una comprensión más profunda de los conceptos involucrados. Por ejemplo, algunas respuestas utilizan términos técnicos como *"coeficiente estequiométrico"*, mientras que otras expresan dudas como *"nose no me acuerdo."*

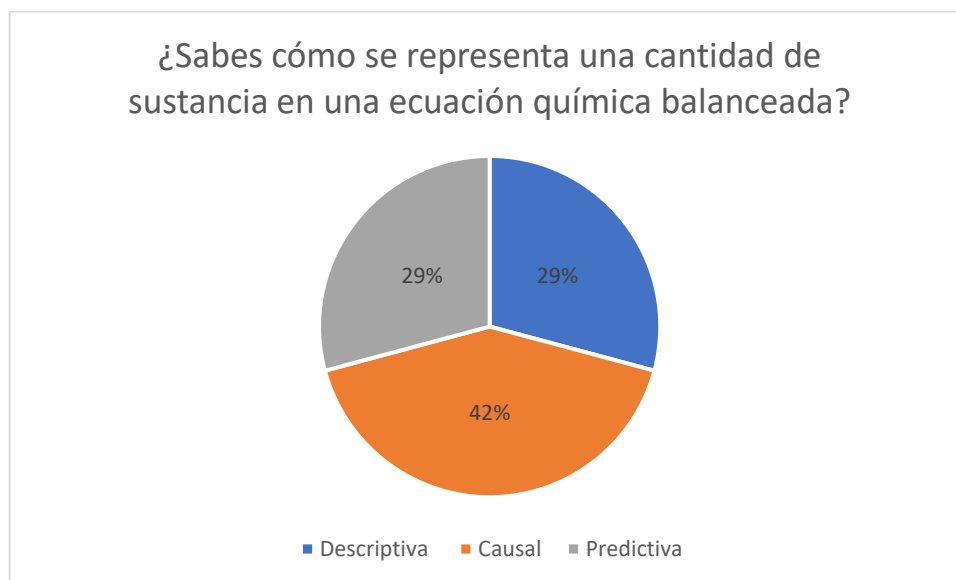


Gráfico 14: Clasificación de la tercera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI I°A

**Para la cantidad de respuestas del segundo medio C:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	II°C	II°C	II°C
3	Si tienes 18 gramos de agua (H <sub>2</sub> O), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.  MM= 18,01 g/mol	16	0	0

Tabla 11: Clasificación KPSI de Segundo medio C

La totalidad de las respuestas proporciona descripciones generales del proceso para calcular los moles de agua, enfocándose en la aplicación de la fórmula y la división de la masa entre la masa molar. Sin embargo, falta una explicación causal clara sobre el fundamento detrás de este cálculo, lo que sugiere un conocimiento más superficial del concepto.

Algunas respuestas muestran un entendimiento razonable al aplicar la fórmula y ofrecer resultados numéricos, pero la falta de elementos predictivos indica limitaciones en la capacidad de extrapolar este conocimiento a situaciones diferentes. La disposición de algunos participantes para repasar sugiere una conciencia de las limitaciones de su conocimiento y un interés en mejorar.

En términos de lenguaje científico, se observa variabilidad, con algunas respuestas expresándose de manera precisa al describir el proceso, mientras que otras muestran cierta confusión o falta de claridad conceptual. Esto señala oportunidades para mejorar la expresión científica y la comprensión detallada del cálculo de moles.

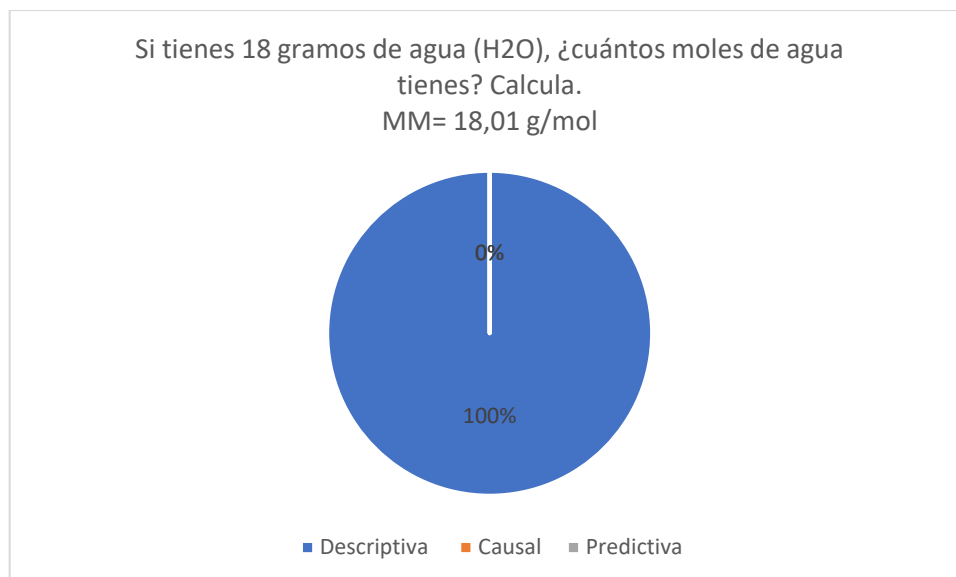


Gráfico 14: Clasificación de la tercera pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI II°C

**Pregunta 4:**

Para el segundo enunciado, se analizan tanto para primero medio y segundo medio, a continuación se presenta una tabla resumen de la clasificación del tipo de explicación por parte del estudiantado de secundario con las respuestas reducidas mediante la clasificación de Gilbert, 2000:

**Para la cantidad de respuestas del primero medio A:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	I°A	I°A	I°A
4	¿Qué significa la constante de Avogadro (6.022 x 10 <sup>23</sup> ) y cómo se relaciona con un mol?	34	0	0

## Tabla 12: Clasificación KPSI de Primero medio A

La mayoría de las respuestas demuestra un entendimiento básico de la relación entre la constante de Avogadro y el concepto de mol. Se destaca la percepción de la constante de Avogadro como el número de átomos, moléculas o partículas en un mol, siendo utilizada como una unidad estándar para contar sustancias en la química. Ejemplos claros de respuestas descriptivas incluyen afirmaciones como *"1 mol equivale al número de Avogadro y es la unidad estándar para contar moléculas o átomos"*.

Sin embargo, la explicación causal sobre por qué la constante de Avogadro se comporta de esta manera está ausente en todas las respuestas. Los participantes tienden a describir su uso y relación más que ofrecer una comprensión profunda de los fundamentos subyacentes de esta constante.

La falta de respuestas predictivas también es evidente, ya que pocas respuestas sugieren cómo la constante de Avogadro podría comportarse en diferentes contextos o condiciones específicas.

Algunas respuestas muestran confusión o falta de recuerdo, indicando posiblemente áreas donde los estudiantes necesitan revisar o reforzar sus conocimientos sobre la constante de Avogadro y su aplicación en la química.

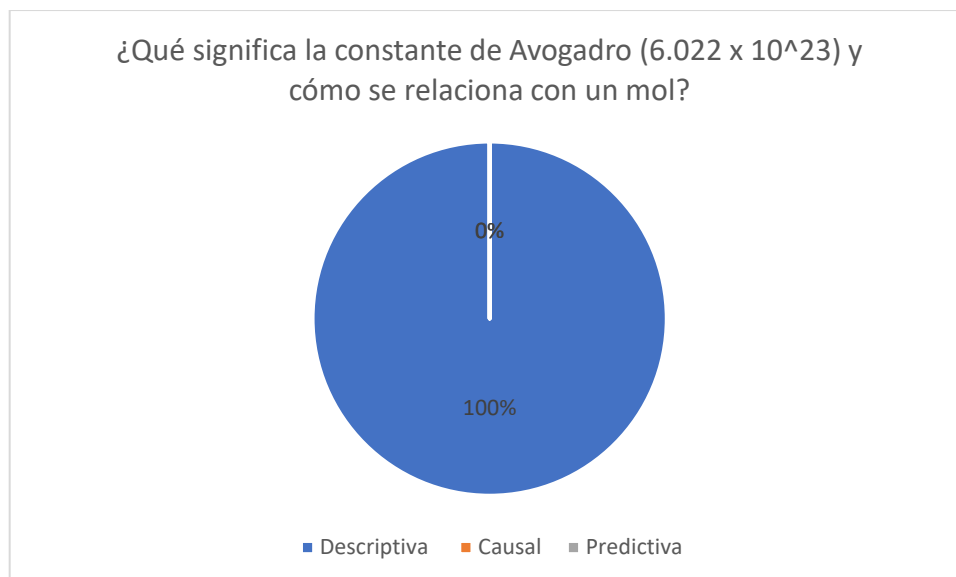


Gráfico 15: Clasificación de la cuarta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI I°A

**Para la cantidad de respuestas del segundo medio C:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	II°C	II°C	II°C
4	¿Puedes definir la concentración molar y cómo se calcula?	9	1	1

Tabla 13: Clasificación KPSI de Segundo medio C

La mayoría de las respuestas proporciona una definición descriptiva de la concentración molar, enfocándose en que es una medida de la cantidad de soluto en una disolución. Por ejemplo, una respuesta expresa: "*a concentración molar, es una medida de la concentración de un soluto en una disolución*". Este tipo de definición resalta la comprensión general del concepto.

Algunas respuestas incluyen aspectos relacionados, como la asociación con otras medidas de concentración, como la molalidad y la fracción molar. Por ejemplo, una respuesta aborda: "La concentración molar no se correctamente la definición pero se como se calculan las tres: Molalidad= $\text{mol soluto}/\text{masa de solvente}$ , Molaridad= $\text{mol soluto}/\text{litro de disolución}$ , Fracción molar= $\text{moles de soluto}/\text{mol de soluto} + \text{mol disolvente}$ ". Aquí, el estudiante demuestra un conocimiento más amplio, pero la definición específica de la concentración molar podría ser más clara.

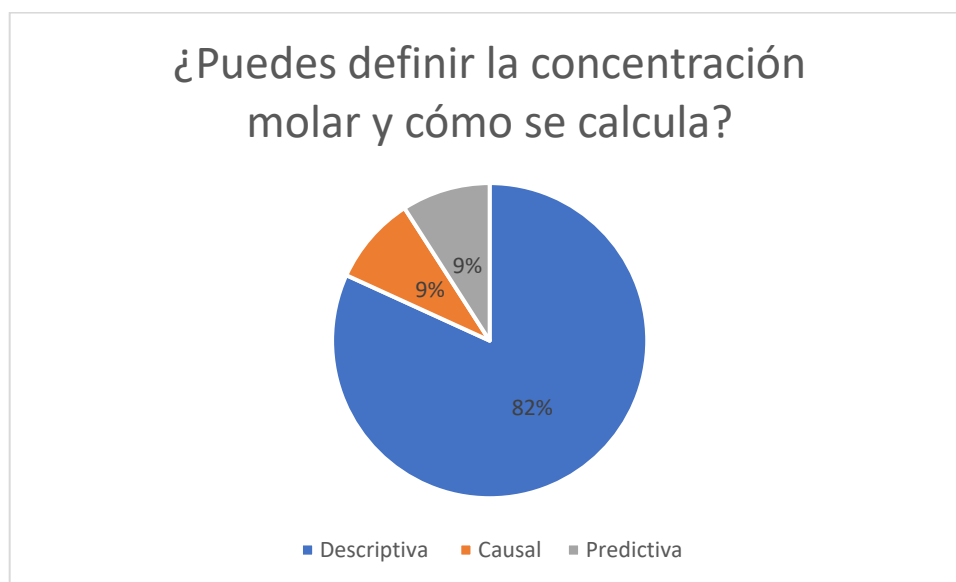


Gráfico 16: Clasificación de la cuarta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI II°C

**Pregunta 5:**

**Para la cantidad de respuestas del primero medio A:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	I°A	I°A	I°A
5	Si tienes 18 gramos de agua (H <sub>2</sub> O), ¿cuántos	26	11	0

	moles de agua tienes?			
	Calcula			

Tabla 14: Clasificación KPSI de Primero medio A

En general, las respuestas proporcionan pasos detallados para calcular los moles de agua a partir de la masa dada, centrándose en la aplicación de la fórmula y la división entre la masa y la masa molar. Sin embargo, la mayoría de las respuestas carecen de una explicación causal clara, lo que sugiere una comprensión más superficial del fundamento detrás de este cálculo.

Algunas respuestas muestran un entendimiento razonable al aplicar correctamente la fórmula y ofrecer resultados numéricos precisos. Sin embargo, la ausencia de elementos predictivos indica limitaciones en la capacidad de extrapolar este conocimiento a situaciones diferentes. Es notable que algunos participantes expresen disposición para repasar, lo que sugiere una conciencia de las limitaciones en su conocimiento y un interés en mejorar.

En términos de lenguaje científico, se observa variabilidad en las respuestas. Algunas respuestas se expresan de manera precisa al describir el proceso de cálculo de moles, mientras que otras muestran cierta confusión o falta de claridad conceptual. Estas variaciones señalan oportunidades para mejorar la expresión científica y fomentar una comprensión más detallada del cálculo de moles. Sería beneficioso reforzar la explicación causal detrás de la fórmula y proporcionar aclaraciones adicionales para abordar las áreas de confusión identificadas.

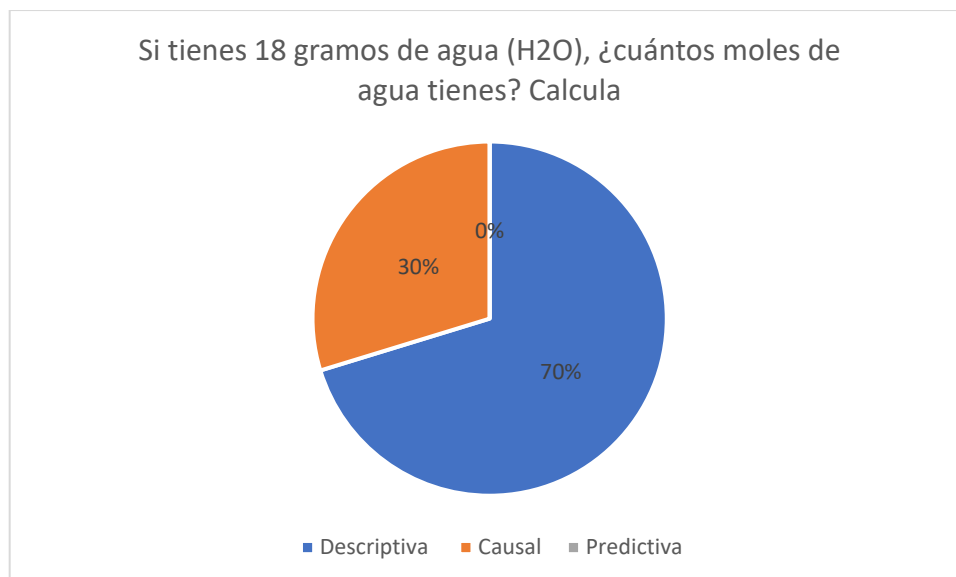


Gráfico 17: Clasificación de la quinta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI I°A

**Para la cantidad de respuestas del segundo medio C:**

	Tipo de explicación	Descriptivo	Causal	Predictiva
N°	Criterio	II°C	II°C	II°C
5	¿Cuál es la concentración molar de una solución que contiene 0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente?	10	0	0

Tabla 15: Clasificación KPSI de Segundo medio C

La pregunta sobre la concentración molar de una solución con 0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente generó respuestas en su mayoría descriptivas y orientadas al procedimiento de cálculo. La respuesta "Sería  $0.5/2$ , osea  $0.25$  moles por litro" es directa y concisa, proporcionando el resultado sin explicación adicional. En contraste, la respuesta

"Sería 0.25 M ya que se divide 0,5 en 2L lo cual da 0,25 M que es igual que decir 0,25 mol por 1L de solución" destaca por ofrecer una explicación paso a paso y conectar la respuesta con la definición de concentración molar.

Otra respuesta, "Según la fórmula de concentración molar, se divide 0,5/2, da como resultado 0,25", también sigue una ruta descriptiva, enfocándose en el proceso matemático. En tanto, "Sería 0,25 porque se dividiría los moles de soluto 0,5 con los 2 litros de solvente, y eso daría 0.25 de concentración molar", combina una descripción clara con una explicación más detallada del procedimiento.

Aunque las respuestas son mayormente correctas y reflejan un entendimiento básico de la concentración molar, hay una falta general de explicaciones causales o predictivas. Se observa que los participantes tienden a centrarse en la aplicación directa de la fórmula sin profundizar en el significado del resultado o su relación con el comportamiento de las sustancias en una solución.

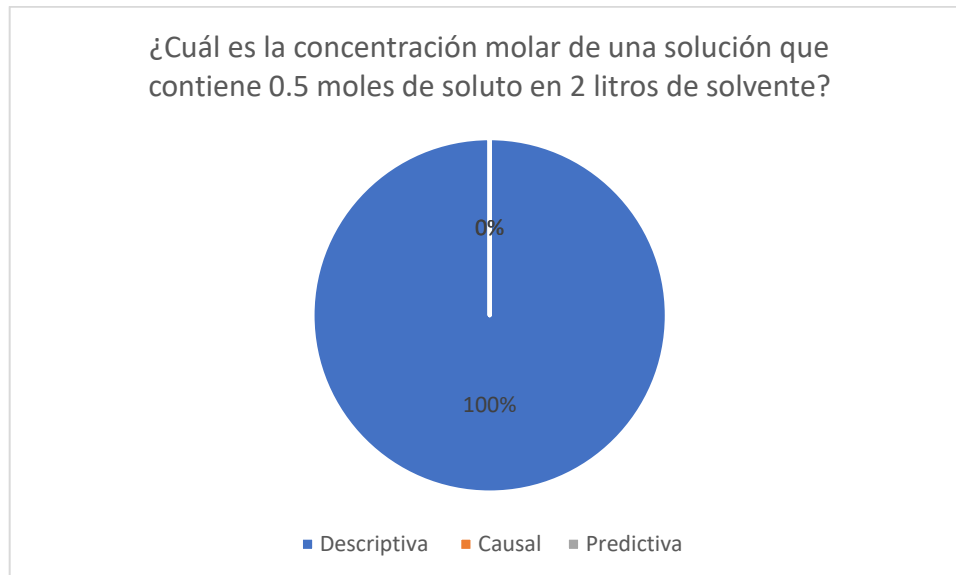


Gráfico 17: Clasificación de la quinta pregunta de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI II°C

## 8.2 Análisis general

En este apartado se presenta un análisis general sobre los planos del pensamiento según Quintanilla, 2019, en base a esto se obtiene que gran porcentaje de respuestas del estudiantado de secundaria se encuentra en el plano instrumental-operativo, debido a que podría atribuirse a factores como un enfoque tradicional de enseñanza, donde la memorización y aplicación mecánica de procedimientos prevalece sobre la comprensión conceptual. La falta de conexión de los conceptos de mol y concentración molar con situaciones cotidianas podría hacer que los estudiantes perciban estos temas como abstractos. Además, un énfasis excesivo en respuestas correctas en detrimento de la comprensión profunda, junto con limitaciones en recursos educativos y una falta de enfoque en el pensamiento crítico, podría contribuir a un enfoque más operativo e instrumental.

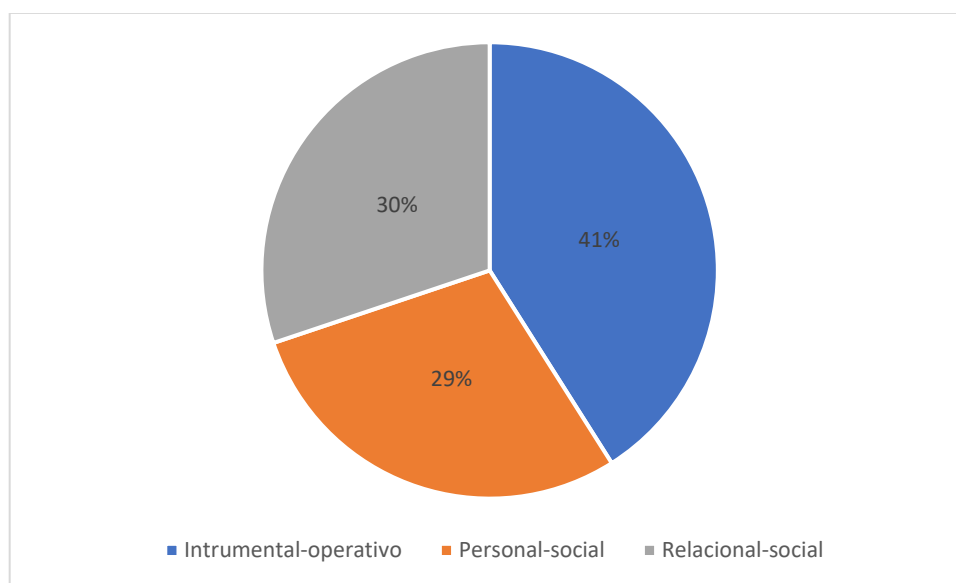


Gráfico 18: Clasificación total de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI para ambos grupos de estudio.

Y sobre la clasificación del tipo de explicación según Gilbert, 2000, en base a esto se obtiene que gran porcentaje de las explicaciones del estudiantado de secundaria se encuentra en una explicación descriptiva, puede ser debido a que se encuentran con un enfoque educativo que prioriza la memorización de información podría incentivar a los estudiantes

a describir los conceptos de mol y concentración molar en términos superficiales sin profundizar en la comprensión de sus fundamentos. La falta de actividades prácticas y ejemplos concretos en la enseñanza también podría contribuir a que los estudiantes opten por descripciones más genéricas. Además, si las evaluaciones enfatizan la repetición de información sin poner énfasis en la aplicación práctica o la conexión contextual, los estudiantes podrían sentir que las respuestas descriptivas son suficientes para cumplir con los requisitos académicos. Abordar esta situación podría implicar la implementación de estrategias pedagógicas que fomenten una comprensión más profunda y contextualizada de los conceptos, alentando a los estudiantes a ir más allá de meras descripciones hacia una aplicación más significativa y una comprensión integral.

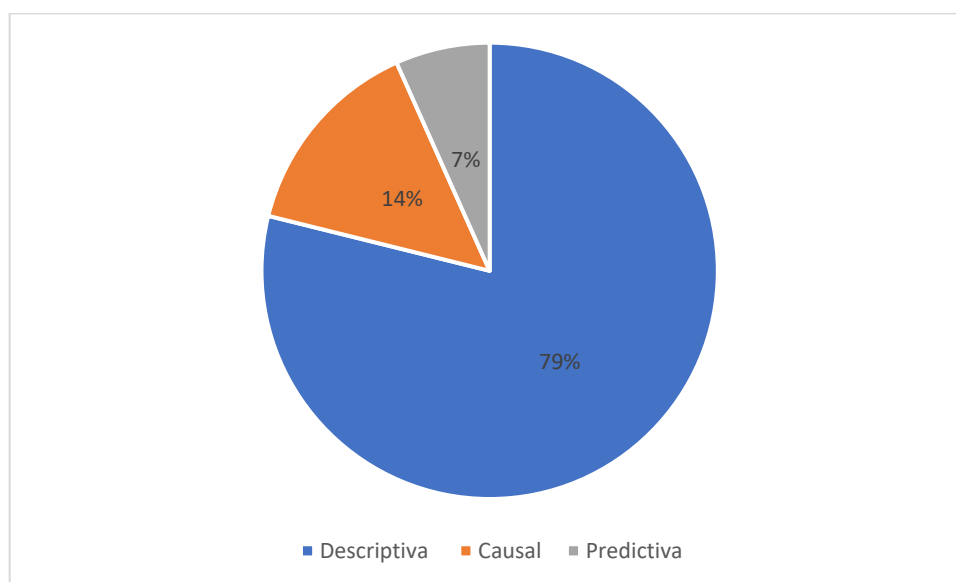


Gráfico 19: Clasificación total de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI para ambos grupos de estudio.

## 9. Conclusiones de las narraciones y su análisis

En conclusión, las respuestas obtenidas en la segunda etapa de la investigación, enfocadas en los conceptos de mol y concentración molar, revela patrones significativos que proporcionan entendimientos valiosos sobre las dificultades del estudiantado de secundaria en la comprensión de estos temas clave de química. Los resultados presentan

una visión detallada de las respuestas de los estudiantes, clasificándolas según los criterios descriptivos, causales y predictivos propuestos por Gilbert (2000).

En relación con el primer objetivo general de la investigación, que busca comprender las dificultades del estudiantado en los aprendizajes de las nociones teóricas sobre conceptos de mol y concentración molar, los hallazgos son reveladores. En general, las respuestas de ambos grupos, primero medio A y segundo medio C, sugieren una comprensión mayormente descriptiva de los conceptos, destacando la falta de elementos causales y predictivos en la mayoría de las explicaciones.

Al enfocarse en el segundo objetivo específico de identificar las dificultades del estudiantado para explicar los conceptos en la comprensión de los conceptos de mol y concentración molar en el contexto de la química, se observa una tendencia hacia explicaciones más superficiales y procedimentales. Las respuestas tienden a carecer de una comprensión profunda de los fundamentos subyacentes de los conceptos y muestran limitaciones en la capacidad de extrapolar el conocimiento a situaciones diversas.

En términos de caracterizar las explicaciones estudiantiles respecto a la noción del concepto de mol y concentración molar, se destaca la variabilidad en el uso del lenguaje científico. Aunque algunos estudiantes emplean terminología técnica adecuada, otros muestran formulaciones menos precisas, indicando la necesidad de reforzar la expresión científica precisa.

Para concluir, los resultados y análisis proporcionan una visión integral de las áreas específicas en las que los estudiantes encuentran dificultades. La falta de elementos causales y predictivos en las respuestas sugiere la necesidad de enfoques pedagógicos que promuevan una comprensión más profunda y contextualizada de los conceptos. Este análisis informa no solo sobre las deficiencias en la comprensión de los estudiantes, sino también ofrece una base para el diseño de estrategias de enseñanza que aborden estas deficiencias de manera efectiva, facilitando así un aprendizaje más significativo y duradero en el ámbito de la química.

## 10. Propuesta didáctica

Basándonos en los resultados obtenidos en el análisis y considerando las dificultades de aprendizaje identificadas en relación a las nociones teóricas de mol y concentración molar, en el grupo de estudiantes focalizado, se ha propuesto un diseño de unidad didáctica. No obstante, es esencial reconocer que esta propuesta no está exenta de limitaciones y proyecciones que deben ser consideradas cuidadosamente.

Esta propuesta está orientada a implementar en el nivel escolar para segundo medio, actualmente en el curriculum nacional se trabaja el OA 15: Explicar, por medio de modelos y la experimentación, las propiedades de las soluciones en ejemplos cercanos, considerando:

- El estado físico (sólido, líquido y gaseoso).
- Sus componentes (solute y solvente).
- La cantidad de soluto disuelto (concentración). "(MINEDUC, 2015, p.165)

Finalmente, esta propuesta solo considera los conocimientos referidos a los componentes de mol y concentración molar. En específico, la secuenciación de las tareas propuestas se establece de modo que, los objetivos propuestos, es decir, lo que debe hacer y alcanzar el estudiante en cada tarea permita superar las dificultades de aprendizaje asociadas al conocimiento de mol y concentraciones químicas. De esta manera, con esta secuencia se espera que el estudiantado puede alcanzar el indicador "Explican el propósito y el procedimiento de cada parte de la secuencia de actividades propuestas en el diseño de una investigación".(Currículum nacional, s.f.),

### 10.1 Propuesta de unidad didáctica

**Unidad didáctica:** Desarrollo de habilidades explicativas Mol y concentración molar.

**Objetivo general:** Promover las habilidades explicativas del estudiantado de secundaria, enfocándose en las nociones científicas de mol y la concentración molar.

**Fase 1: Introducción a los conceptos básicos**

Fase	Objetivo	Actividad	Tiempo	Indicador de logro
Fundamentos del Mundo Molecular	Comprender el concepto de mol y su aplicación en la química.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sesiones teóricas sobre el concepto de mol y su relevancia en química.</li><li>- Actividades prácticas de medición y conteo de partículas para visualizar el concepto de Avogadro.</li><li>- Evaluación diagnóstica para identificar conocimientos previos.</li></ul>	1-2 Semanas	Los estudiantes deberán ser capaces de explicar el significado y la relevancia del mol en el contexto de la química, utilizando términos científicos.

Tabla 16: Elaboración propia

**Fase 2: Exploración de la constante de Avogadro**

Fase	Objetivo	Actividad	Tiempo	Indicador de logro
Descifrando la Constante de Avogadro	Relacionar la constante de Avogadro con el mol y entender su importancia a nivel de partículas (microscópico).	<p>-Simulaciones interactivas y experimentos virtuales para explorar la constante de Avogadro.</p> <p>-Ejemplos prácticos que relacionen la constante con la cantidad de átomos y moléculas en una sustancia.</p> <p>- Actividades en grupos para discutir y comparar observaciones.</p>	3-4 Semana	Los estudiantes deberán demostrar cómo la constante de Avogadro está vinculada al concepto de mol y su función en el recuento de átomos y moléculas.

Tabla 17: Elaboración propia

***Fase 3: Aplicación de conceptos en el contexto diario***

Fase	Objetivo	Actividad	Tiempo	Indicador de logro
------	----------	-----------	--------	--------------------

Química en Acción: Aplicaciones Cotidianas.	en	Aplicar los conceptos de mol y la constante de Avogadro en situaciones cotidianas.	los de la sobre de aplicaciones prácticas del mol y la constante de Avogadro en situaciones cotidianas.	- Proyectos de investigación sobre aplicaciones del mol y la constante de Avogadro en situaciones cotidianas.  -Presentaciones orales de los proyectos, enfaticando la capacidad de explicar conceptos de manera clara y relacionada con la vida diaria.	5-6 Semana	Los estudiantes deberán investigar y presentar ejemplos prácticos que ilustren la aplicación de estos conceptos en su vida diaria, demostrando la capacidad de explicar claramente estos fenómenos químicos.
--	----	--	---	--	------------	--

Tabla 18: Elaboración propia

***Fase 4: Profundización en la concentración molar***

Fase	Objetivo	Actividad	Tiempo	Indicador de logro
------	----------	-----------	--------	--------------------

Profundizando en Soluciones Moleculares	Calcular la concentración molar y comprender su significado en disoluciones químicas.	<p>-Sesiones teóricas sobre la concentración molar y su importancia en disoluciones.</p> <p>- Resolución de problemas prácticos de cálculo de concentración molar.</p> <p>- Experimentos prácticos para comprender la relación entre masa, volumen y concentración.</p>	7-8 Semanas	Los estudiantes deberán ser capaces de resolver problemas prácticos relacionados con la concentración molar y entender cómo esta medida influye en las propiedades de las disoluciones.
---	---	---	-------------	---

Tabla 19: Elaboración propia

***Fase 5: Promover habilidades explicativas***

Fase	Objetivo	Actividad	Tiempo	Indicador de logro
------	----------	-----------	--------	--------------------

Maestros de la Explicación Científica	Promover habilidades explicativas y promover un lenguaje científico escolar razonable.	-Sesiones dedicadas a la enseñanza y práctica del vocabulario científico asociado con los conceptos clave.  - Ejercicios de redacción y discusión para mejorar la expresión científica.  - Aprendizaje colaborativo con énfasis en la generación de explicaciones causales y predictivas.	9-10 Semana	Los estudiantes se centrarán en mejorar sus habilidades de expresión científica, participando en ejercicios de redacción y discusiones para generar explicaciones causales y predictivas.
---------------------------------------	--	---	-------------	---

Tabla 20: Elaboración propia

**Fase 6: Evaluación y retroalimentación**

Fase	Objetivo	Actividad	Tiempo	Indicador de logro
------	----------	-----------	--------	--------------------

Evaluación y Mejora Continua	Evaluar y retroalimentar las habilidades adquiridas. En esta fase, se realizará una evaluación sumativa que incluirá preguntas abiertas que requieran explicaciones completas.	-Evaluación sumativa que incluya preguntas abiertas que requieran explicaciones completas. - Retroalimentación individualizada y coevaluación entre compañeros. - Sesiones de revisión y refuerzo basadas en las áreas de dificultad identificadas.	11-12 Semana	Los estudiantes recibirán retroalimentación individualizada y participarán en sesiones de revisión y refuerzo basadas en las áreas de dificultad identificadas.
------------------------------	--	---	-----------------	---

Tabla 21: Elaboración propia

Recursos	Evaluación	Estrategias metodológicas
Libros de textos actualizados	Rubricas detalladas para evaluar explicaciones, claridad conceptual y uso de lenguaje científico	Aprendizaje basado en proyectos (ABP)
Simulaciones interactivas	Evaluaciones formativas mediante preguntas abiertas y discusiones productivas en clases.	Actividades prácticas y experimentos virtuales
Multimedia, como videos educativos	Estudios de casos y presentaciones orales	Discusiones grupales y colaboración
Materiales prácticos para experimentos y actividades	Autoevaluación y coevaluación	Uso de tecnologías educativa (TICs y gamificación)

Tabla 22: Elaboración propia

## 10.2 Proyecciones y limitaciones de la propuesta didáctica

En términos de limitaciones, la unidad didáctica fue concebida en respuesta a las dificultades específicas de un grupo particular de estudiantes. La muestra utilizada para diseñar la unidad podría no ser completamente representativa de la población estudiantil en su totalidad. Esto plantea la posibilidad de que la unidad didáctica necesite adaptaciones para ser implementada de manera efectiva en otros contextos educativos. Además, al estar diseñada para un grupo específico, el contexto problemático utilizado podría no ser universalmente relevante en términos de los intereses o realidades de estudiantes en diferentes regiones del país.

Sin embargo, la unidad didáctica aspira no solo a abordar las dificultades identificadas, sino también a fomentar un entendimiento profundo y aplicado de los conceptos químicos clave. Para lograr este objetivo, se ha planificado la integración estratégica de actividades

prácticas, tecnología educativa y diversas estrategias de evaluación. Este enfoque integral tiene la finalidad de contribuir a un aprendizaje significativo y duradero, proporcionando a los estudiantes herramientas pedagógicas esenciales para la comprensión y aplicación práctica de los conceptos químicos.

## Bibliografía

Arellano, M., Jara, R., Merino, C., Quintanilla, M., & Cuellar, L. (2008). Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de Química en formación: un estudio piloto. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1).

Furió, C., Arzona R., & Guisasola, J. (2002). Revisión de las investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y mal enseñanza de las ciencias, 229-238.

Furió, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2006). *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 43–58.

Furió, C., Solbes, J., & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, N°48, año XII.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Análisis de los datos cuantitativos. *Metodología de la Investigación*, 407-499.

Izquierdo, M., Labarca, M., & Quintanilla, M. (2021). El problema del grupo 3 de la tabla periódica: su enseñanza mediante la argumentación y la explicación científica. *Enseñanza de las Ciencias*.

Labarrere Sarduy, A. F., & Quintanilla Gatica, M. R. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana (PEL)*, 30(1), 121-137.

León, R., & López, W. (2020). Concepciones de estudiantes de Educación Media General sobre mol y cantidad de sustancia. *Educere*, 24(77), 47-59.  
[Enlace](<https://www.redalyc.org/journal/356/35663240005/html/>)

Marzábal, A., Delgado, V., Moreira, P., Merino, C., Cabello, V., Manrique, F., Soto, M., Cuellar, L., Izquierdo. (2021). Los modelos materia, reacción química y termodinámica como núcleos estructurantes de una química escolar orientada a la formación ciudadana. *Educación Química*, 32(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78135>.

Marzabal Blancafort, A., & Merino Rubilar, C. (2021). Investigación en educación científica en Chile: ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Ministerio de Educación. (2016). *Ciencias Naturales. Programa de Estudio Primero Medio*. Santiago, Chile.

Mirko Torrez Contreras. (2023). Cómo comprender el concepto de mol. <https://es.linkedin.com/pulse/como-comprender-el-concepto-de-mol-mirko-torrez-contreras>

Prado, A. L., Castillo, M., & Almaguer, M. A. (2017). La habilidad de explicar desde la actividad práctico experimental de la disciplina Biología Molecular y Celular. *Educación y Sociedad*, 15(3), 1-14.

Payer, M. (2005). Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría de Jean Piaget. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.

Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*, 17-42. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Quintanilla, M. (2020). El lenguaje como problema y oportunidad de desarrollo del pensamiento científico. Aprender a leer el mundo a través de la ciencia. En: Cabrera, G.

*Promoción y desarrollo de habilidades Cognitivo-lingüísticas*. Programa Editorial. Universidad del Valle. Colombia, Cap. 2, 49-74. Proyecto AKA-03.

Raviolo, A., Farré, A., & Traiman Schroh, N. (2021). Students' understanding of molar concentration. *Chemistry Education: Research and Practice*, 22(2), 486-497. Royal of Chemical Society. DOI: 10.1039/d0rp00344a (<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/rp/d0rp00344a>)

Raviolo, A., & Farré, A. (2020). Aprendizaje conceptual del tema concentración de disoluciones: análisis de imágenes de libros de texto universitario. *Educación química*, 31(3), 119-133. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.75733>

Talanquer, V. (2004). Formación docente ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?. *Educación química*, 15(1), 52-58.

Traiman-Schroh, N., Raviolo, A., y Farré, A. (2022). Dificultades en el aprendizaje del concepto concentración: una metasíntesis. *Educación Química*, 33(3). <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v33n3/0187-893X-eq-33-03-127.pdf>

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*. Paidós, Barcelona.

Salas, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista electrónica educare*, 14(1), 131-142.

Uria, M., Lecumberry, G., & Orlando, S. (2012). Las concepciones de los actuales alumnos sobre estructura de la materia. *In III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.

Vega Henríquez, M. (2021). El liceo en tiempos turbulentos. Cómo ha cambiado la educación media chilena.

Tigse Parreño, C. M. (2018). El constructivismo, según bases teóricas de César Coll. Revista Andina de Educación, 2(1), 25-28. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>  
[20](#).

Vélez, A. M. (2013). Emergencias de cambio: entre el modelo pedagógico tradicional y la necesidad de aprendizajes significativos. Praxis, 9(1), 73-82.

## Anexo 1.

Mentimeter

¿Qué entienden por concepto de MOL?

38 responses

Un tipo de determinación para las medidas y unidades de la materia

Una unidad de medida de la materia

La medida utilizada para calcular la materia en química.

que es una unidad de materio

unidad de medida de la materia uwu  
jjjjja

Una medida de la materia ? 😊

Sirve para calcular la masa, el volumen y la cantidad de partículas (átomos y moléculas)

Que es la unidad de medida de la materia

una unidad de medida

Mentimeter

¿Qué entienden por concepto de MOL?

38 responses

Unidad de medida de la materia 😊

El Mol es una unidad con la que se mide la sustancia.

Una medida de la materia

El Mol es una medida de una materia

la suma de átomos de un símbolo químico

Medir la unidades de medida de la materia

Es una medida para para cada masa independiente de que sea

unidad de medida de la materia.

El mol es la unidad que ayuda a medir elementos

### ¿Qué entienden por concepto de MOL?

38 responses

una medida de cantidad de sustancias . -ayuda no entiendo nada

La unidad base en la que se mide la materia

la cantidad de materia de cada atomos, moleculas etc

Una unidad para medir la materia

La unidad de medida de moléculas o átomos :v

La unidad de la materia contenida en el número de abogado

Mol es la unidad de medida con la que se mide (obviamente) la materia



Unidad de medida de la materia

Masas de muchas unidades elementales como atomos

### ¿Qué entienden por concepto de MOL?

38 responses

Unidad de medida de la materia.

Una forma de medir las moléculas o átomos de algo como el oxígeno por ej.

mall?

unidad de medida de la materia/masa

Una unidad de medida

una unidad de materia

mall

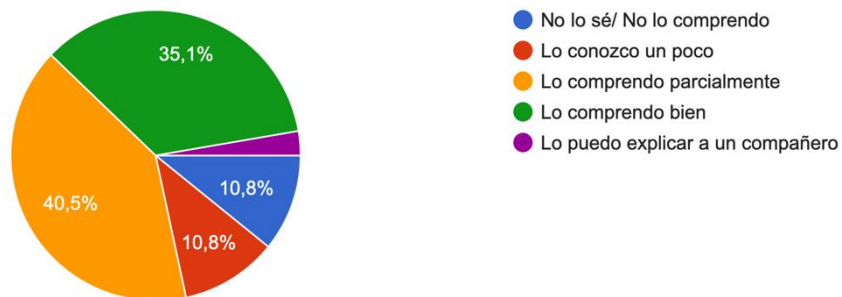
que es un número que tiene que ver con la masa nose me estaba aguantando las ganas de ir al baño :v

unidad de medida de la materia.

## Anexo 2.

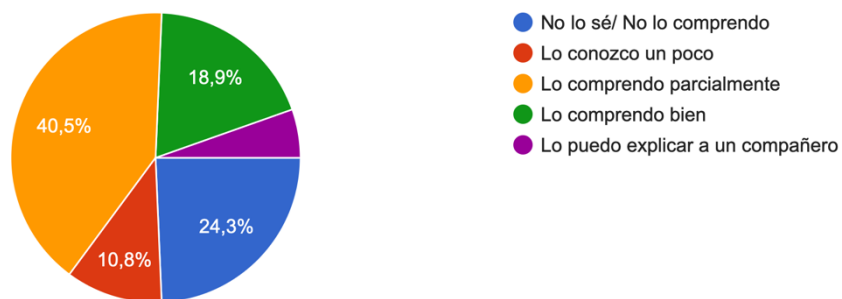
1. ¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?

37 respuestas



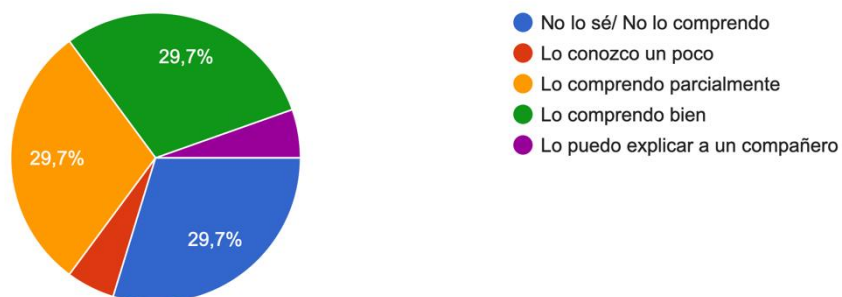
2. ¿Qué unidades se utilizan para medir la cantidad de sustancia en química y cómo se convierten entre ellas?

37 respuestas



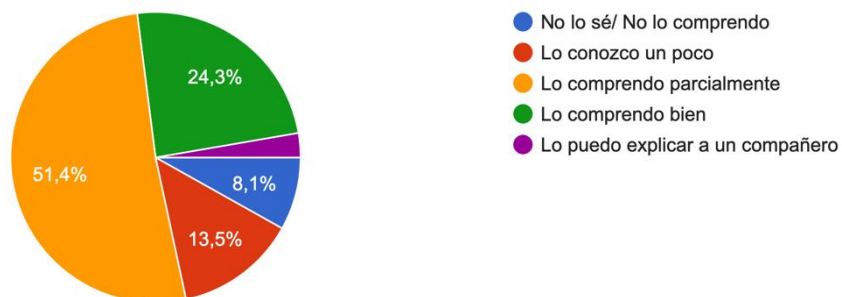
3. ¿Sabes cómo se representa una cantidad de sustancia en una ecuación química balanceada?

37 respuestas



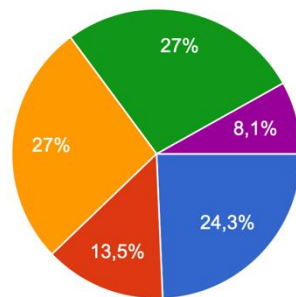
4. ¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?

37 respuestas



5. Si tienes 18 gramos de agua (H<sub>2</sub>O), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.

37 respuestas

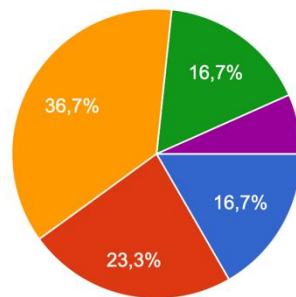


- No lo sé/ No lo comprendo
- Lo conozco un poco
- Lo comprendo parcialmente
- Lo comprendo bien
- Lo puedo explicar a un compañero

### Anexo 3.

1. ¿Puedes explicar qué es un Mol y cómo se relaciona con los átomos y las moléculas?

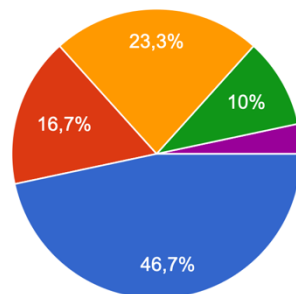
30 respuestas



- No lo sé/ No lo comprendo
- Lo conozco un poco
- Lo comprendo parcialmente
- Lo comprendo bien
- Lo puedo explicar a un compañero

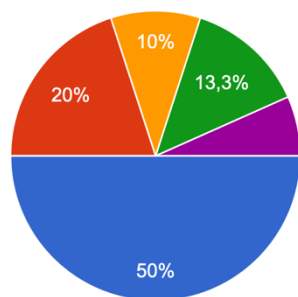
2. ¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?

30 respuestas



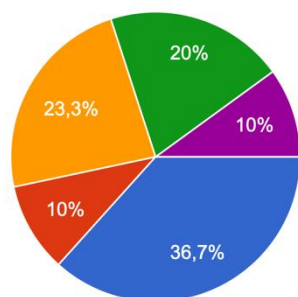
- No lo sé/ No lo comprendo
- Lo conozco un poco
- Lo comprendo parcialmente
- Lo comprendo bien
- Lo puedo explicar a un compañero

3. Si tienes 18 gramos de agua ( $H_2O$ ), ¿cuántos moles de agua tienes? Calcula.  $MM = 18,01 \text{ g/mol}$   
30 respuestas



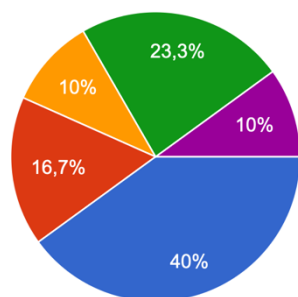
- No lo sé/ No lo comprendo
- Lo conozco un poco
- Lo comprendo parcialmente
- Lo comprendo bien
- Lo puedo explicar a un compañero

4. ¿Puedes definir la concentración molar y cómo se calcula?  
30 respuestas



- No lo sé/ No lo comprendo
- Lo conozco un poco
- Lo comprendo parcialmente
- Lo comprendo bien
- Lo puedo explicar a un compañero

5. ¿Cuál es la concentración molar de una solución que contiene 0.5 moles de soluto en 2 litros de solvente?  
30 respuestas



- No lo sé/ No lo comprendo
- Lo conozco un poco
- Lo comprendo parcialmente
- Lo comprendo bien
- Lo puedo explicar a un compañero

#### Anexo 4.

KPSI Primero Medio A		
Pregunta 1:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>"unidad de cantidad de sustancia de una forma elemental, la cual puede ser un átomo, molécula, ion, etc..."</p> <p>"El mol es la unidad de medida de la materia y se relaciona con los átomos y las moléculas ya que puede ser representada en átomos, iones, número de avogadro o moléculas de sustancia."</p> <p>"Es la unidad base en la que se mide la materia, es la cantidad de masa contenida en los átomos y moléculas."</p> <p>"El mol es la unidad de medida de la materia, y se relaciona con átomos y moléculas ya que con el mol se pueden medir."</p> <p>"Un Mol es la medida de todo."</p>	<p>"Es la cantidad de una sustancia que represe El número de avogadro el mol se relaciona con el volumen, partículas y masa."</p> <p>"El mol es la unidad con la que se mide la cantidad de sustancias, se saca según el número atómico y la cantidad de átomos."</p> <p>"El mol es la unidad de medida de la materia, y se relaciona con átomos y moléculas ya que con el mol se pueden medir."</p> <p>"Los moles son la cantidad de materia que contienen los átomos de alguna molécula, como por ejemplo el O<sub>2</sub> que contiene 16 g/mol."</p> <p>"Sirve para medir la cantidad de sustancia."</p>	<p>Un Mol es la medida de cantidad con la que se pueden medir los átomos y moléculas."</p> <p>"El mol es una unidad de medida y se relaciona con los átomos y las moléculas porque el mol es la unidad de medida que se utiliza para calcular su valor."</p> <p>"El mol es la unidad de medida de la materia o unidad base."</p> <p>"El mol mide la cantidad de átomos y moléculas."</p> <p>"El mol es una unidad de medida y se relaciona con los átomos y las moléculas porque el mol es la unidad de medida que se utiliza para calcular su valor."</p>

"El mol es la unidad de medida de la material."		
---	--	--

### Anexo 5.

KPSI Segundo Medio C		
Pregunta 1:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>No lo recuerdo/moléculas(?).  Recuerdo que El mol se utiliza en estequiometria y balances de sustancias quimicas.  El mol se ocupa en la estequiometria.  El mol es la cantidad de sustancia.  Un mol es un número en específico de cierta molécula/átomo, un mol es <math>6,022 \times 10</math> elevado 23 moléculas/átomo, sirve para calcular el peso de cada molécula en ese específico volumen.  Eh estudiado bastante sobre el tema, un mol es una unidad de medida que relaciona el número de</p>	<p>Un mol es un número en específico de cierta molécula/átomo, un mol es <math>6,022 \times 10</math> elevado 23 moléculas/átomo, sirve para calcular el peso de cada molécula en ese específico volumen.</p>	<p>No hay</p>

<p>átomos que hay en un compuesto.</p> <p>El mol se utiliza en el balance de sustancias químicas y estequiometría.</p> <p>Unidad de cantidad de materia.</p> <p>Es una cantidad de materia que equivale a la masa.</p> <p>Un mol son <math>6,022 \times 10^{23}</math> elevado a la 23 que equivale a la cantidad de átomos concentrados en 1 mol.</p> <p>La unidad de una sustancia.</p> <p>Un mol es la cantidad de sustancia que contiene tantas partículas átomos, moléculas, iones, etc.</p> <p>Un mol se utilizaba para la unidad de estequiometría y para el balanceo de ecuaciones químicas, pero nada más.</p> <p>No podría explicarlo claramente.</p> <p>Es una unidad de medida.</p> <p>La verdad que la materia de primero medio siempre me</p>		
---	--	--

<p>costó y nunca lo entendí del todo.</p> <p>Es la cantidad de materia de un elemento o molécula.</p> <p>Tendría que repasar la materia para poder comprenderlo de mejor manera, ya que pasado el tiempo se me olvidó.</p> <p>Es la unidad para medir sustancias, que pueden ser un átomo, molécula, etc.</p> <p>Un mol es la masa de tantas unidades elementales, no recuerdo cómo se relacionaba lo demás :(</p> <p>Cantidad de una sustancia, como los átomos, iones, etc.</p> <p>Puedo entender que es pero me cuesta explicar y ejercitar con los mol.</p> <p>Es la cantidad de materia.</p> <p>El mol es la forma de medir la materia y partículas.</p> <p>Unidad de materia, que equivale a la masa de varias unidades.</p>		
--	--	--

**Anexo 6.**

KPSI Primero Medio A		
Pregunta 2:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>Para medir la cantidad de sustancia utilizamos las unidades de: Masa, volumen, átomo y mol.</p> <p>El mol es la unidad que se utiliza en química, y con el mol podemos transformarlo para sacar otras cosas como los gramos o masa de una molécula.</p> <p>Puede ser en gramos litros.</p> <p>El mol que nos dice la cantidad de átomos y moléculas, el volumen y la masa.</p> <p>Se utiliza el mol para medir la cantidad de sustancia. se utiliza el mol.</p> <p>La masa, el volumen, y las partículas.</p> <p>Para medir la cantidad de sustancia de último a el número de Avogadro, átomos, iones o moléculas de sustancia.</p>	<p>Para transformar: - De gramo a mol: Se trabaja con la masa molar. - De volumen a mol: Se trabaja con el número 22,4L (en condiciones normales). - De átomo a mol: Se trabaja con el número de Avogadro (<math>6,02 \times 10^{23}</math>). Luego, transformamos de mol a la unidad a transformar con los mismos datos anteriores, pero viceversa.</p> <p>El mol, la masa, la masa molar, por ejemplo para obtener el mol se divide la masa con masa molar.</p> <p>mol para transformar de gramo a mol la ecuación es tipo mol=gramos/masa molecular.</p> <p>Sería el mol.</p>	<p>El mol, la masa, la masa molar, por ejemplo para obtener el mol se divide la masa con masa molar.</p> <p>Para transformar de gramo a mol la ecuación es tipo mol=gramos/masa molecular.</p> <p>Los moles miden el número de moléculas que existen en realidad en un objeto.</p>

<p>Los moles miden el número de átomos o moléculas que existen en realidad en un objeto.</p> <p>Se usa la cantidad de átomos y su número atómico, estos se multiplican para al final sumarlos todos.</p> <p>El número de Avogadro.</p> <p>La unidad que se usa para medir la cantidad de sustancia es el mol.</p> <p>Los moles miden el número de moléculas que existen en realidad en un objeto.</p>	<p>El mismo mol, la masa en gramos y sus derivados, el gramo de mol, en ciertos casos los litros, y dividiendo el mol por <math>6.02 \times 10^{23}</math> para sacar las partículas. Otra forma es las veces que se repite un elemento químico al escribir ecuaciones, tipo <math>H_2O</math>.</p> <p>Se utiliza el mol.</p> <p>mol = masa(g)/(g/mol), porque esta es la forma de calcular el mol o invirtiendo las cosas para calcular la masa y aparte con el mol se puede sacar Volumen(L) y también Partículas.</p> <p>Para pasar del mol a masa se multiplica por la masa molar, para pasar de mol a molécula se multiplica por <math>6,02 \times 10^{23}</math> y para pasar de mol a volumen se multiplica por 22,04. Si se quiere pasar de volumen, masa o molécula a mol se usan los</p>	
---	--	--

	<p>mismos valores pero dividiendo.</p> <p>Se usa la cantidad de átomos y su número atómico, estos se multiplican para al final sumarlos todos.</p> <p>El mol, esta se puede calcular usando la regla de 3 a (pero no sabría mucho sobre los demás).</p> <p>con la ayuda del cálculo de MOL.</p>	
--	---	--

**Anexo 7.**

KPSI Segundo Medio C		
Pregunta 2: ¿Qué significa la constante de Avogadro ( $6.022 \times 10^{23}$ ) y cómo se relaciona con un mol?		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>Un mol es equivalente a un átomo/molécula por la constante de Avogadro.</p> <p>No pasamos mucho de esa materia pero puedo comprenderlo, básicamente es cuántos átomos se concentran en un mol.</p>	No hay	No hay

<p>Se puede usar para convertir entre la masa y el número de partículas.</p> <p>Es la cantidad de partículas o átomos contenidas en 1 mol.</p> <p>Avogrado es igual a <math>6.022 \times 10^{23}</math> de una sustancia.</p> <p>Creo que era una fórmula de cuánto pesa un átomo o algo así.</p> <p>Según recuerdo, es el número de átomos que hay en un mol.</p> <p>Sé que sirve para calcular algo.</p> <p>No recuerdo.</p> <p>Se usa para calcular la masa de un mol.</p> <p>Un mol de una sustancia es igual a <math>6.022 \times 10^{23}</math> unidades de esa sustancia.</p> <p>Me acuerdo del <math>(6.022^{23})</math> pero no me acuerdo muy bien cómo es que se relacionaba con un mol.</p>		
---	--	--

<p>Lo conozco parcialmente porque me suena pero no puedo relacionarlo.</p> <p>La constante de Avogrado es la cantidad de átomos hay en un mol.</p> <p>El mol de una sustancia era igual a <math>6,022 \times 10^{23}</math> unidad de esa sustancia.</p>		
--	--	--

### Anexo 8.

KPSI Primero Medio A		
Pregunta 3:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>Se representa como el coeficiente al lado de la molécula, ese número indica la cantidad de mol de la molécula.</p> <p>Tenemos la ecuación química (sea balanceada o no) y lo desglosamos.</p> <p>Con el coeficiente de posición y el subíndice, el cociente de posición afecta a toda la molécula a la que está pegada, mientras que el subíndice solo afecta a la molécula de su izquierda.</p>	<p>De manera que la cantidad de sustancia en los reactivos es igual a la cantidad de sustancia de los productos.</p> <p>Se representan con la misma cantidad de elementos en el lado de los reactantes y productos, teniendo coeficientes que los repitan la misma cantidad de veces en ambos lados.</p> <p>Se representa de manera que ambos elementos se encuentren balanceados en</p>	<p>Se ponen iguales los dos lados, y para igualar tendríamos que agregar y que ambos lados terminen igual.</p> <p>El coeficiente (número grande al lado izquierdo de la sustancia) <math>2\text{CO}_2</math>, <math>4\text{H}_2\text{O}</math>, <math>3\text{Cl}</math>, etc.</p> <p>Se representa con los coeficientes (números grandes), y esa es la cantidad de mol.</p> <p>Gramos, litros, mL, mol.</p> <p>Gramos litros mililitros kilos.</p>

<p>Tendría que representarse en Moles, que es la unidad de medida principal.</p> <p>Se representa demostrando que las cantidades de los elementos son igualadas del lado del reactor y del producto.</p> <p>Se representa con coeficientes estequiométricos.</p> <p>Se representa con los subíndices.</p>	<p>cuanto a átomos y de mismos elementos.</p> <p>Multiplicando el mol de la sustancia por el número que la acompaña, por ejemplo, 2H es igual a 1 multiplicado por 2.</p> <p>Se representa con coeficientes estequiométricos.</p> <p>Mediante reactivos y productos, y representa que las sustancias no se crean ni se destruyen, solo se transforman.</p> <p>La cantidad de átomos tiene que ser la misma en ambos lados, esta se balancea con método o de tanteo o algebraico.</p> <p>Creo que g/Mol.</p> <p>Se representa usando el número de Avogadro.</p> <p>Se pueden usar dos métodos: el de tanteo y el algebraico, estos métodos se usan para balancear manipulando los números</p>	<p>La ley de la conservación de la materia.</p> <p>Proporciona los números relativos de reactantes y productos en la reacción y tiene el mismo número de átomos de cada tipo.</p>
---	--	---

	grandes y los pequeños no se tocan	
--	------------------------------------	--

**Anexo 9.**

KPSI Segundo Medio C		
Pregunta 3:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>"Sumando tenemos la masa molecular del agua = 18 gramos...": Ofrece una descripción del proceso de sumar las masas atómicas para obtener la masa molecular del agua y luego aplica la fórmula para calcular los moles.</p> <p>"Serían casi un mol, la fórmula sería la masa dividida la MM (18 gr/18,01 g/mol)...": Describe la aplicación de la fórmula, indicando que el resultado es casi un mol.</p> <p>"Es un mol ya que según la fórmula debo dividir masa por masa molar": Explica de manera clara que, según la fórmula, la división de la</p>	No hay	No hay

<p>masa por la masa molar da como resultado un mol.</p> <p>"Nos da 3 mol...": Proporciona el resultado directo de 3 moles sin detallar completamente el proceso.</p> <p>"Se divide 18 en 18.01 lo cual da 0.99 aprox de mol...": Describe la operación de división para calcular aproximadamente 0.99 moles.</p> <p>"Recuerdo esta materia, pero no recuerdo cómo calcularlo...": Reconoce la falta de recuerdo pero muestra disposición para repasar y aprender.</p> <p>"Creo que había una fórmula que permitía calcular eso...": Expresa conocimiento parcial sobre la existencia de una fórmula para el cálculo.</p> <p>"Lo único que comprendo es el MM, que creo que significa Masa Molar...": Muestra comprensión</p>		
--	--	--

<p>parcial al relacionar MM con Masa Molar y reconoce limitaciones en el conocimiento.</p> <p>"Si lo veo de nuevo me voy a acordar...": Indica la posibilidad de recordar la información si se revisa nuevamente.</p> <p>"Recuerdo par de cosas, pero no lo suficiente para calcular...": Reconoce el conocimiento parcial y la limitación para realizar el cálculo.</p> <p>"Creo que lo comprendo de buena forma...": Expresa confianza en la comprensión pero reconoce la necesidad de repasar.</p> <p>"Pero si me olvidé cómo realizarlo...": Admite haber olvidado cómo realizar el cálculo.</p> <p>"No podría calcular, pero si recuerdo un poco de cómo se hacía...": Reconoce la falta de capacidad para calcular pero tiene</p>		
---	--	--

<p>recuerdos parciales del proceso.</p> <p>"No me acuerdo de la fórmula pero sí recuerdo los conceptos...": Indica que aunque olvidó la fórmula, aún recuerda conceptos relacionados.</p> <p>"Para sacar los moles de agua tenemos que dividir la masa que es de 18g con la masa molar que es 18,01 g/mol...": Proporciona una descripción detallada de cómo calcular los moles mediante la división de la masa por la masa molar.</p> <p>"Sería de 0,99 porque sería 18 m dividido en 18,01 de masa molar...": Explica el cálculo de manera clara y ofrece el resultado de 0,99 moles.</p>		
---	--	--

**Anexo 10.**

KPSI Primero Medio A		
Pregunta 4:		
Descriptiva	Causal	Predictiva

<p>1 mol equivale al número de Avogadro y es la unidad parecida para contar moléculas o átomos.</p> <p>Es para medir el mol.</p> <p>Tengo entendido que si multiplicas la cantidad de partículas de un elemento sacas el mol y viceversa.</p> <p>Porque eso es un mol.</p> <p>Con eso se mide el mol. Pero no recuerdo exactamente cómo era, tengo que estudiar eso. Si querías sacar la masa de mol o algo así, lo que entra y lo que sale creo tienes que <math>6.022 \times 10^{23}</math> y si es al revés pues ponerlo como <math>6.022 : 10^{23}</math>.</p> <p>1 mol equivale al número de Avogadro y es la unidad estándar para contar moléculas o átomos.</p> <p>Es la medida o el valor del mol.</p> <p>Significa los átomos, iones y moléculas calculadas.</p> <p>Es el número del mol.</p>	<p>No hay</p>	<p>No hay</p>
--	---------------	---------------

<p>Representa la cantidad de átomos, moléculas u otras partículas que hay en un mol de las mismas.</p> <p>La constante de Avogadro representa la cantidad de átomos o moléculas que hay en un mol.</p> <p>El número de Avogadro se usa también para poder resolver las cantidades de mol.</p> <p>La constante de Avogadro es una sustancia por la que se multiplica o divide la masa molar para transformarla a partículas o lo contrario, que es dividiendo la constante de Avogadro con las moléculas o partículas para conseguir la masa molar.</p> <p>Simplemente, no se.</p> <p>El número de Avogadro se relaciona con que es la cantidad de masa de una molécula contenida en un mol.</p>		
---	--	--

<p>Es lo que se utiliza (la fórmula) para medir las sustancias.</p> <p>Sirve para contar átomos y moléculas. 1 mol equivale al número de Avogadro y es la unidad estándar para contar moléculas o átomos.</p> <p>El número de Avogadro se utiliza para contar moléculas y átomos, un mol es igual al número Avogadro.</p> <p>Es para dar el mol.</p> <p>El número de Avogadro es para calcular cuántos moles hay.</p> <p>El número de Avogadro se relaciona con los moles de modo que se utiliza para transformar de mol a átomo o de átomo a mol. No recuerdo si para lo primero se dividía en el número de Avogadro o multiplicaba. Si para transformar de mol a átomo se suma, viceversa se divide. Lo mismo en caso contrario.</p>		
--	--	--

<p>Es la cantidad con la que se mide un mol.</p> <p>Representa la cantidad de átomos, moles u otra partícula que hay en un mol.</p> <p>Es el número que nos ayuda a contar los átomos y moléculas.</p> <p>Creo que es para contar moléculas o átomos, 1 mol es un número de Avogadro.</p> <p>Es la cantidad de moléculas/partículas contenidas en un mol.</p> <p>Esta sirve para la transformación de la materia en temas de medidas, que involucra el número de Avogadro para poder conseguir la medida en moles.</p> <p>El mol vale lo mismo que el número de Avogadro.</p> <p>Es la contabilidad de átomos y moléculas, además, un mol es el número de Avogadro.</p>		
---	--	--

<p>Se usa para contar átomos y moléculas y equivale a 1 mol.</p> <p>Si tenemos mol y el N° de Avogadro, se pueden sacar cantidades de partículas multiplicando o dividiendo el mol por el N° de Avogadro.</p> <p>Es el número que nos ayuda a contar moléculas y átomos.</p> <p>El número que representa las partículas dentro de un átomo o molécula y se pueden realizar operaciones para pasarlo a mol o viceversa.</p> <p>El número de las partículas y moléculas.</p>		
--	--	--

**Anexo 11.**

KPSI Segundo Medio C		
Pregunta 4:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
A concentración molar, es una medida de la concentración de un soluto en una disolución.	La concentración molar son los números de moles del soluto por litros de solución, se calcula dividiendo los	La concentración molar es el número de moles del soluto por litro de solución, y creo que se calculaba dividiendo

<p>Es la concentración de moles de soluto en los litros de la disolución, sería moles de soluto/litros de solución (mol/L).</p> <p>La concentración molar no se correctamente la definición pero sé cómo se calculan las tres. Molalidad = mol soluto/masa de solvente. La molaridad = mol soluto/litro de disolución. La fracción molar = moles de soluto/mol de soluto + mol disolvente.</p> <p>Medida de la concentración de un soluto en una disolución.</p> <p>Es el número de moles de soluto por litros de solución, se calcula dividiendo los moles de soluto por los litros de solución.</p> <p>Concentración Molar es moles x 1L de solución y para calcular se dividen los moles de soluto en 1L de solución.</p>	<p>moles en los litros de solución.</p>	<p>los moles del soluto por los litros de la solución. :) 👍</p>
--	---	---

<p>Lo mismo que la anterior, solo que se me olvidan los pasos de cómo calcularlo y tendría que volver a recordarlo para poder calcularlo.</p> <p>Es igual a moles de soluto dividido en litros de solución.</p> <p>Cantidad de sustancia (n) de soluto por cada litro de disolución</p>		
---	--	--

**Anexo 12.**

KPSI Primero Medio A		
Pregunta 5:		
Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>Los moles son: 1g/mol o 324g/mol.</p> <p>En el caso de dividirse por la masa molar, sería 18:18.</p> <p>Y en el caso de multiplicarse, sería 18x18, lo que da 324.</p> <p>Los gramos se dividen por la masa molar y eso da la cantidad de moles.</p>	<p>Dividir los 18 gramos por los 18 g/mol da 1 mol.</p> <p>Se tendría que calcular la masa molar, después de encontrar el valor...</p> <p>Con la ecuación <math>\text{mol} = \frac{\text{masa(g)}}{\text{(g/mol)}}</math>, se divide el 18 por la masa molar de H<sub>2</sub>O que es 32,8...</p> <p>Se divide la masa molar dividido por los gramos, lo</p>	<p>No hay</p>

<p>Habría que sacar la masa molar de H<sub>2</sub>O, conociendo su número atómico...</p> <p>Se tendría que calcular la masa molar, después de encontrar el valor...</p> <p>Que los moles hay 12 o 16, así que podríamos tener uno o dos moles.</p> <p>Dividir la masa molar (16 x 2 de oxígeno más 1 hidrógeno) que sería 33 g/mol...</p> <p>Multiplicamos la cantidad de gramos por la masa atómica, que en el caso de H<sub>2</sub>O es 18...</p> <p>No lo alcancé a calcular, pero si lo entiendo.</p> <p>1 por 2 es igual a 2 y O es igual a 16, o sea que 16 más 2 es 18 y ese 18 hay que dividirlo en su mol para sacar la masa molar.</p> <p>1 mol.</p> <p>H<sub>2</sub>O H= 2 x 1 : 2 O= 1 x 16 : 16 16+2 : 18 18g : 18g/mol</p> <p>Se descartan los gramos y</p>	<p>cual sería 18/18 igual a 1 mol.</p> <p>Se suman las sustancias, y después se utiliza la fórmula y da el resultado.</p> <p>Se divide la masa molar 18 dividido 18 creo y queda 1 mol.</p> <p>Primero hay que buscar la masa molar de H<sub>2</sub>O, el número atómico de H es 1, eso se multiplica por 2...</p> <p>Si mides la masa atómica del oxígeno y el del agua, aplicando la fórmula de moles da 54/18...</p> <p>Primero sacar la g/mol del agua que eso daría 18 y luego dividir los gramos con g/mol para que el resultado sea que el agua tiene 1 mol de agua.</p> <p>Se que se usa la regla de 3 para transformarlo a mol, que era la cantidad de gramos...</p> <p>Los 18 gramos se multiplican con la masa molar, y ese resultado nos</p>	
---	--	--

<p>solo queda mol 18:18mol = 1mol Respuesta= 1 mol.</p> <p>Se divide la masa molar dividido por los gramos, lo cual sería 18/18 igual a 1 mol.</p> <p>Con la ecuación <math>\text{mol} = \frac{\text{masa(g)}}{\text{g/mol}}</math>, se divide el 18 por la masa molar de H<sub>2</sub>O que es 32,8...</p> <p>Si tiene que calcular el mol para ver cuánto daría, tipo 1 mol H<sub>2</sub>O = 1 mol H<sub>2</sub>O y ese 1 se multiplicaría por 18 y luego se divide por 1 y eso daría 18.</p> <p>3 moles.</p> <p>Se suman las sustancias, y después se utiliza la fórmula y da el resultado.</p> <p>Una de más maneras con las que pude resolver esto fue con el número atómico...</p> <p>Se divide la masa molar 18 dividido 18 creo y queda 1 mol.</p>	<p>va a dar la cantidad de moles que tiene el agua.</p>	
--	---	--

**Anexo 13.**

KPSI Segundo Medio C

Pregunta 5:

Descriptiva	Causal	Predictiva
<p>seria <math>0.5/2</math>, osea <math>0.25</math> moles por litro</p> <p>Si nuestro mol de soluto es <math>0.5</math> debemos dividirlo por los litros del disolvente que son <math>2</math>. Osea la respuesta es <math>0,25</math></p> <p>Seria <math>0.25</math> M ya que se divide <math>0,5</math> en <math>2L</math> lo cual da <math>0,25</math> M que es igual que decir <math>0,25</math> mol por <math>1L</math> de solución</p> <p><math>0.5/2=0.25</math></p> <p>Esto era de solubilidad y creo que el soluto es la cantidad más pequeña y eso se divide por el solvente.</p> <p>Siguiendo la fórmula de concentración molar, se divide <math>0,5/2</math> da como resultado <math>0,25</math></p> <p><math>0.25</math> ya que hice el procedimiento que explique anteriormente</p> <p><math>0,25</math> debido a que es <math>M= n/v</math> lo cual <math>v</math> sería los litros (<math>2</math></p>	<p>No hay</p>	<p>No hay</p>

<p>litros) mientras n serian los moles del soluto (0.5)</p> <p>la concentracion seria de 1/4 y no estaria completamente disuelta</p> <p>Nos están pidiendo la concentración molar entonces es " (n)Moles de solutos/(V) disolución".</p> <p>Entonces quedaria 0.5(moles de soluto)/2L(Disolución) lo cual nos da 0.25 de concentración molar.</p> <p>Es 0.25 ya q se divide 0.5 en 2</p> <p>Sería 0,25 porque se dividiría los moles de soluto 0,5 con los 2 litros de solvente,y eso daría 0.25 de concentración molar</p>		
---	--	--

**Anexo 14.**

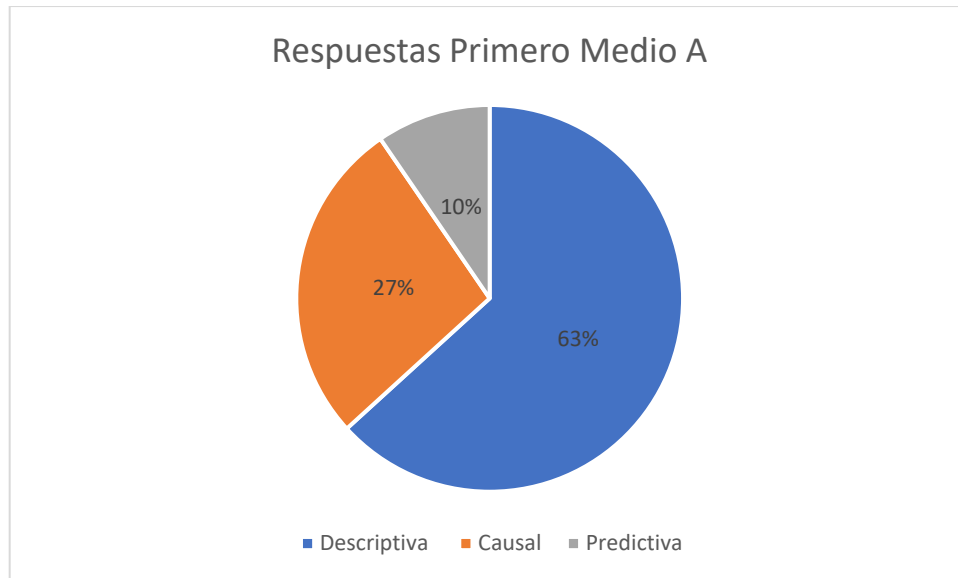


Gráfico 18: Clasificación total de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI I°A

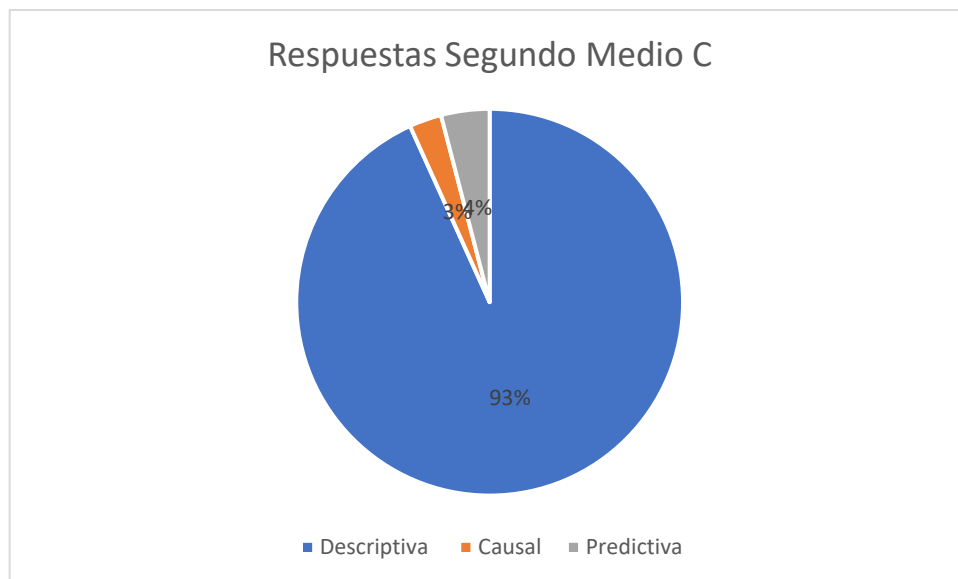


Gráfico 20: Clasificación total de las explicaciones del estudiantado, implementación de KPSI II°C