



Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

ROL DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS QUE INVOLUCRAN LA QUÍMICA DE GASES EN ESTUDIANTES DE
DÉCIMO GRADO

KARIME PATRICIA GALVIS GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES, 2024

ROL DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS QUE INVOLUCRAN LA QUÍMICA DE GASES EN ESTUDIANTES DE
DÉCIMO GRADO

Autora

KARIME PATRICIA GALVIS GONZÁLEZ

Proyecto de grado presentar como requisito parcial para optar al título de Magister en
Enseñanza de las Ciencias

Tutor

MG. RENÉ MARÍN RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES, 2024

DEDICATORIA

A mi familia,

Por su apoyo y su amor.

A mis hijos, un amor infinito.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su misericordia conmigo y mi familia.

A los estudiantes de grado 10° Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima 2022.

RESUMEN

El objetivo de la investigación era describir el papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucra la química de gases en estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima del municipio de Buenavista (Departamento de Córdoba). Se propone una Unidad Didáctica que plantea el desarrollo de actividades metacognitivas, y se sugiere la necesidad de implementar estas actividades en todas las áreas, niveles, grados y cursos de la Institución Educativa, con el fin de formar estudiantes autónomos, críticos, responsables y constructores de su propio aprendizaje. La investigación adopta una metodología cualitativa. El universo poblacional lo conforman los 894 estudiantes matriculados en la Institución Educativa, y la muestra poblacional representativa es de 5 estudiantes de 10° grado. El estudio permitió además caracterizar los procesos de regulación metacognitiva y las estrategias de resolución de problemas aplicadas a la química de gases, y permitió concluir que los estudiantes no manejan adecuadamente actividades metacognitivas como verificación y control del plan diseñado, monitoreo, seguimiento y evaluación. La mayor falencia encontrada es la desconexión entre academia y vida cotidiana, pues los conocimientos construidos en el aula no se aplican a situaciones cotidianas, además las actividades metacognitivas son forzadas por el docente, por lo que se requiere incluir los procesos de regulación metacognitiva dentro del aula para permitir al estudiante una auto regulación de su aprendizaje y favorecer su autonomía.

Palabras Claves: Regulación metacognitiva, resolución de problemas, estrategias metacognitivas, química de gases.

ABSTRACT

The objective of the research is to describe the role of metacognitive regulation in problem solving involving gas chemistry in tenth grade students of the Educational Institution Nuestra Señora de Fátima of the municipality of Buenavista (Department of Córdoba). The research adopts a qualitative methodology. The population universe is made up of 894 students enrolled in the Educational Institution, and the representative population sample is 7 randomly selected 10th grade students. It is evident that the students handle some metacognitive tools, such as the ability to design work plans to solve problems, identify data, and carry out operations to calculate the desired result. It is observed that students do not adequately manage metacognitive activities such as verification and control of the designed plan, monitoring, follow-up and evaluation. The greatest shortcoming found is the divorce between academia and daily life, since the knowledge built in the classroom is not applied to everyday situations. It is also observed that the subject of Chemistry in the 10th grade prioritizes mathematical calculations, when the most important thing is experimentation, since it belongs to the area of Natural Sciences. As an example, a Didactic Unit that proposes the development of metacognitive activities is proposed, and the need to implement these activities in all areas, levels, grades and courses of the Educational Institution is suggested, in order to form autonomous, critical, responsible and responsible students who are builders of their own learning.

Key words: Metacognitive regulation, Problem solving, Metacognitive strategies, Gas chemistry.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	13
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3	JUSTIFICACIÓN.....	18
4	OBJETIVOS.....	20
4.1	OBJETIVO GENERAL	20
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5	REFERENTE TEÓRICO.....	21
5.1	METACOGNICIÓN.....	21
5.2	IMPORTANCIA DE LA METACOGNICIÓN	23
5.3	REGULACIÓN METACOGNITIVA.....	24
5.4	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	26
5.5	LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE SCHOENFELD	27
5.6	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN QUÍMICA.....	30
5.7	REGULACIÓN METACOGNITIVA Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	31
6	METODOLOGÍA	34
6.1	ENFOQUE Y ALCANCE	34
6.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO	35
6.3	UNIDAD DE TRABAJO	36
6.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS	37
6.5	CATEGORÍAS DE INVESTIGACIÓN.....	37
6.6	DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
6.7	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	40
6.8	PLAN DE ANÁLISIS	42
6.9	UNIDAD DIDÁCTICA.....	43
6.9.1	Tema de la unidad didáctica	43
6.9.2	Presentación de la Unidad Didáctica	43
6.9.3	Objetivos de la Unidad Didáctica	44

6.9.4	Fundamentación teórica de la Unidad Didáctica	44
6.9.5	Unidad de Competencias	45
6.9.6	Indicadores de Logros	46
6.9.7	Contenidos temáticos de la Unidad Didáctica	46
6.9.8	Evaluación de la Unidad Didáctica	47
7	RESULTADOS Y ANÁLISIS	49
7.1	RESULTADOS SOBRE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA	49
7.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA	53
7.2.1	Sobre el proceso de planeación.	53
7.2.2	Sobre el proceso de monitoreo	57
7.2.3	Sobre el proceso de evaluación	61
7.2.4	Discusión de resultados Regulación Metacognitiva	64
7.3	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	67
7.3.1	Dimensión Recursos	68
7.3.2	Dimensión Heurística	73
7.3.3	Dimensión Control	78
7.3.4	Dimensión Sistema de Creencias	80
8	CONCLUSIONES	83
9	RECOMENDACIONES	87
10	REFERENCIAS	89
11	ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorías, subcategorías e indicadores	37
Tabla 2. Consolidado de respuestas sobre habilidades de Regulación Metacognitiva Instrumento Momento Inicial	50
Tabla 3. Consolidado de respuestas sobre habilidades de Regulación Metacognitiva Instrumento Momento Final	51
Tabla 4. Cambio promedio por proceso de regulación metacognitiva	52
Tabla 5. Algunas Respuestas obtenidas en el momento inicial de acuerdo a las preguntas del proceso de Planeación.....	53
Tabla 6. Algunas Respuestas obtenidas en el momento final de acuerdo a las preguntas del proceso de Planeación	55
Tabla 7. Algunas Respuestas obtenidas en el momento inicial de acuerdo a las preguntas del proceso de Monitoreo	57
Tabla 8. Algunas Respuestas obtenidas en el momento final de acuerdo a las preguntas del proceso de Monitoreo	59
Tabla 9. Algunas Respuestas obtenidas en el momento Inicial de acuerdo a las preguntas del proceso de Evaluación	62
Tabla 10. Algunas Respuestas obtenidas en el momento Final de acuerdo a las preguntas del proceso de Evaluación	63
Tabla 11 Dimensión: Recursos - Momento Inicial.....	68
Tabla 12. Dimensión: Recursos - Momento Final.....	70
Tabla 13. Dimensión: Heurística - Momento Inicial.....	73
Tabla 14. Dimensión: Heurística - Momento Final.....	76
Tabla 15. Dimensión: Control - Momento Inicial	78
Tabla 16. Subcategoría: Control. Momento Final	79
Tabla 17. Dimensión: Sistema de Creencias. Momento Inicial	81
Tabla 18. Subcategoría: Sistema de Creencias – Momento Final	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases.....	40
Figura 2. Unidad didáctica.....	45
Figura 3. Esquema de desarrollo de la unidad didáctica	47

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado	95
Anexo 2. Instrumento Regulación Metacognitiva.....	96

1 PRESENTACIÓN

El papel protagónico de la escuela en los actuales momentos ofrece una tendencia para que el estudiante no acumule memorísticamente muchos conocimientos, sino que piense por sí mismo de manera autónoma y libre, para lo cual los docentes deben implementar estrategias que propicien el desarrollo de habilidades de pensamiento, que permitan un aprendizaje permanente. Se trata, entonces, de promover actividades metacognitivas que favorezcan el desarrollo cognitivo de los estudiantes, la perdurabilidad de sus saberes y experiencias, la transferencia de los nuevos conocimientos a las situaciones de vida cotidiana.

Las habilidades cognitivas permiten obtener la información que se necesita, planificar las etapas del proceso para solucionar problemas, utilizar mecanismos de control para identificar y corregir los errores, evaluar la productividad de los procesos planificados, tomar decisiones para situaciones de vida cotidiana.

Este es el tema de la presente investigación, enfocado a la química de gases en décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, municipio de Buenavista (Departamento de Córdoba). El documento final presenta en su primera parte el problema a investigar, justifica la importancia del estudio y formula los objetivos a alcanzar. La segunda parte es el fundamento teórico y conceptual de la investigación. La tercera parte adopta el enfoque metodológico de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de información. La cuarta parte presenta los resultados del trabajo de campo para recolectar información y su respectiva discusión, análisis e interpretación. La quinta parte muestra la Unidad Didáctica como producto de la investigación y propuesta para mejorar la problemática en estudio. Finaliza el documento con unas conclusiones generales y recomendaciones para sugerir a los procesos institucionales actividades metacognitivas que mejoren la calidad, equidad, oportunidad y efectividad de su oferta educativa.

El autor espera que el presente documento sea una herramienta de consulta para los interesados en el tema, pero también genere nuevos conocimientos de parte de la

comunidad académica y científica con nuevos estudios y publicaciones que complementen los contenidos aquí tratados.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de la temática de la Química escolar el aprendizaje de los gases se ha mantenido como tema fundamental, pero la desmotivación estudiantil e incluso la percepción que los estudiantes tienen acerca de la asignatura y del área de Ciencias, hace que la disposición frente al tema sea compleja e incluso genere conflictos en el estudiante que le impiden enfrentarse a la temática con buena actitud. La química de gases ha entrado dentro de las temáticas que se busca alejar de la mecánica matemática de solo memorización de ecuaciones, manejo de datos, aplicación de operaciones y cálculo de resultados. Por el contrario, se quiere que los estudiantes interioricen y se apropien de sus teorías y conceptos para que este conocimiento pueda ser reflejado y aplicado en situaciones de la vida cotidiana, de tal manera que se cumpla con el objetivo de las ciencias de dar explicaciones a ciertos fenómenos de la naturaleza.

La Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima inmersa en un contexto muy tradicional a la hora de impartir conocimiento, se caracteriza por contar en su mayoría con estudiantes muy pasivos al momento de aprender. Específicamente en el grado 10º sus estudiantes carecen de habilidades metacognitivas, ya que muestran falta de autonomía en la ejecución de tareas y resolución de problemas. Son poco críticos e inconscientes sobre cómo aprenden. Esto se traduce en una falta de interés por comprender los procesos involucrados en las actividades propuestas por el profesor. Su enfoque está en el resultado final en lugar del procedimiento utilizado. Esta actitud rígida en su forma de aprender limita la transferencia de estrategias, recursos y procesos a otras áreas de conocimiento.

Este comportamiento se asemeja a la población de estudiantes objeto de estudio de De Jesús (2019), los cuales han demostrado ser poco conscientes a la hora de resolver problemas, y esto les impide llevar a los problemas de la vida cotidiana lo estudiado en clase, apartando así los aprendizajes del aula de lo común en la naturaleza y del diario vivir. Evidencia de ello es que los estudiantes frente a la resolución de problemas de distintas áreas no planean la forma de solucionarlos, ya que al intentar buscarle solución no verifican

si lo están haciendo de acuerdo a su programa, y ni siquiera al final evalúan si efectivamente la respuesta a la que llegaron era lo que en realidad estaban buscando.

Ahora bien, si hay algo que dificulta el aprendizaje de la química es la poca conciencia con que los estudiantes enfrentan el contenido de la asignatura, en el caso específico de la química. A partir de la observación en el aula en relación al proceso de enseñanza-aprendizaje de Química de Gases en estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, específicamente en la resolución de problemas de química, se logra percibir que los estudiantes carecen de las herramientas necesarias para enfrentarse a la temática dado que evidencian una forma improvisada para la resolución de problemas en la asignatura, esto basado en que suelen enfrentar cualquier tipo de problemas de la misma forma, no tienen una estrategia establecida para ello no reflexionan antes de iniciar, y si la tienen no encuentran una forma alterna de solucionar en caso de que su plan A no le funcione, es decir, no planean como enfrentarse a las distintas situaciones. Debido a que no existe una estrategia previa, difícilmente pueden controlar el plan a medida que van desarrollando los problemas, y por lo tanto son incapaces de identificar y reconocer cuando necesitan hacer correcciones o ajustes a su forma de resolver. Por último, tampoco logran auto-analizar su manera de resolver problemas, no analizan si el camino que eligieron les fue útil y eficaz para lograr el objetivo, y en caso de no ser efectiva, aun la siguen aplicando.

Pacheco (2017) sostiene que la aplicación de la regulación metacognitiva en el aula para el aprendizaje de las disoluciones químicas permite potencializar en el estudiante el control sobre su propio aprendizaje mientras aborda situaciones problema. Esta categoría de la metacognición implica un conjunto de herramientas que permite de forma general controlar el aprendizaje, mantener una actitud reflexiva y ser conscientes al realizar una tarea, por lo que mejora el aprendizaje y la comprensión de los errores. Poco se aplica la regulación metacognitiva en las aulas de las instituciones, incluyendo Nuestra Señora de Fátima, evidenciado en que los estudiantes enfrentan los problemas siempre de la misma manera, no reflexionan sobre las posibles soluciones, tampoco monitorean las estrategias empleadas y, por lo tanto, no controlan sus procesos para aprender.

En cuanto a la habilidad de resolución de problemas, se dice que no es simplemente cálculos en papel y lápiz. Shoenfeld (1992) asegura que un problema se refiere a cosas verdaderamente problemáticas para ellas, para los cuales se asume que no existe un procedimiento de rutina para su solución. Es más, en química no siempre la solución de problemas se refiere a números, pues esta situación se vuelve aún más compleja en estudiantes poco reflexivos y faltos de análisis. Al respecto, García (2010) enfatiza que la resolución de problemas como estrategia permite incluir conceptos de diferentes áreas del pensamiento, construir relaciones y reconocer procedimientos asociados.

Por tanto, surge la inquietud de investigar si el desarrollo de procesos que posibiliten la regulación metacognitiva en el trabajo de aula puede generar en los estudiantes una actitud adecuada para la construcción de aprendizajes en la asignatura de Química. Este panorama posibilita la formulación de un interrogante que resume el problema anteriormente planteado y descrito para orientar así la investigación, a saber: ¿Cuál es el rol de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucran la química de gases en estudiantes de décimo grado?

3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto busca abordar un desafío fundamental en el ámbito educativo: la falta de desarrollo de la metacognición en los estudiantes. La metacognición, entendida como la capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje y regularlo de manera consciente, despierta gran interés debido a su potencial para mejorar la calidad y eficacia de la educación. Esta iniciativa resulta altamente pertinente por diversas razones que se detallarán a continuación.

En primer lugar, el desarrollo de habilidades metacognitivas tiene un impacto significativo en la formación integral de los estudiantes. La capacidad de autoevaluación, planificación y autorregulación del aprendizaje no solo mejora los resultados académicos, sino que también dota a los estudiantes con herramientas transferibles a otros campos de sus vidas. Estas habilidades trascienden lo puramente académico, permitiendo a los individuos abordar desafíos cotidianos y metas personales con mayor eficiencia y éxito.

Desde la perspectiva docente, este proyecto reviste gran importancia, ya que promueve la revisión y mejora de las prácticas de aula. Al fomentar la metacognición en los estudiantes, se incita a los profesores a replantear sus estrategias pedagógicas, adaptándolas para facilitar la reflexión sobre el proceso de aprendizaje y el pensamiento crítico. Esto conduce a una experiencia educativa más enriquecedora y al desarrollo de una relación más colaborativa entre profesores y estudiantes.

A nivel institucional, la implementación de este proyecto transforma las aulas en verdaderos espacios de investigación. La observación y evaluación constante de cómo los estudiantes aplican estrategias metacognitivas en diferentes contextos de aprendizaje no solo contribuye al enriquecimiento del cuerpo de conocimiento sobre pedagogía y psicología educativa, sino que también potencia la reputación de la institución como un centro comprometido con la innovación y el progreso educativo.

Además, el presente proyecto se destaca por su contribución a la literatura científica en el campo de la didáctica. La falta de desarrollo de la metacognición en estudiantes es una problemática ampliamente documentada, y este proyecto proporcionará nuevas

perspectivas, enfoques y resultados que enriquecerán el debate académico. La investigación sistemática y la recopilación de datos robustos permitirán aportar nuevas evidencias empíricas que respalden la importancia y los beneficios de la metacognición en el proceso educativo.

En ese sentido, el proyecto de desarrollo de la metacognición en estudiantes no solo aborda una carencia crítica en el ámbito educativo, sino que también tiene un alcance amplio y beneficios que se extienden a estudiantes, profesores, instituciones y la comunidad académica en general. Su relevancia se basa en su potencial para mejorar la calidad de la educación, fomentar la reflexión pedagógica, transformar las aulas en espacios de investigación y enriquecer la literatura científica. Por todas estas razones, la implementación de este proyecto es imperativa y promete un impacto duradero en la educación y el desarrollo personal de los estudiantes.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir el rol que tiene la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucra la química de gases en estudiantes de décimo grado.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los procesos de regulación metacognitiva y las estrategias de resolución de problemas en estudiantes de 10º grado.
- Promover el desarrollo de la regulación metacognitiva y las estrategias de resolución de problemas a través de una Unidad Didáctica sobre química de gases.
- Identificar los cambios en los procesos de regulación metacognitiva y en las estrategias resolutivas de problemas que involucra la química de gases en estudiantes de décimo grado.

5 REFERENTE TEÓRICO

En esta sección se resumen los planteamientos teóricos desarrollados frente a las categorías implicadas en la investigación, como son: regulación metacognitiva, resolución de problemas, química de gases, y su relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje, sus aportes a la didáctica de las ciencias, sus obstáculos y retos en la actualidad.

5.1 METACOGNICIÓN

El significado etimológico de Metacognición viene del prefijo griego 'meta' que significa más allá, y cognición, del latín 'cognoscere' que significa conocer. John Flavell (1971) como se citó en Jaramillo & Simbaña (2014) introduce el término metacognición para referirse al conocimiento que tiene el ser humano sobre procesos y productos cognitivos, o "la cognición acerca de la cognición".

González (1996), por su parte, refiere entre los varios significados que pueden atribuírsele al prefijo griego *meta*, está el de "posterior a" o "que acompaña". De esta manera, asegura el autor que metacognición es un vocablo que hace referencia a lo que viene después de, o acompaña a la cognición.

Sin embargo, la expresión tiene más historia. De acuerdo con Gutiérrez (2005), desde precursores como Tulving y Madigan quienes en 1969 iniciaron investigaciones sobre el término *metamemoria*, el cual, de acuerdo a Flavell, hace referencia a los conocimientos y procesos cognitivos que tiene la persona sobre todo lo relativo a la memoria. Tulving y Madigan (1969), resaltaron en el ser humano la capacidad de tener memoria de su propia memoria, y cuestionar, según González (1996), sus procesos memorísticos, socializando así otros términos como *metacompreensión*, *metamatemática*, hasta llegar a la metacognición. El mismo autor resalta que los precursores concluyeron que existía una relación entre el funcionamiento de la memoria y el conocimiento de los procesos de memoria.

Partiendo de lo trabajado por Tulving y Madigan, John Flavell inicia sus investigaciones sobre lo que conocen los niños de su propia memoria y se encamina, según González (1996), en confirmar que el ser humano puede tener conocimiento sobre sus propios procesos cognoscitivos y controlar dichos procesos.

Pero los pioneros solo colocaron la semilla de un concepto que ha sido sujeto de estudio de varios autores, lo cuales han dejado evidencia de sus conclusiones con respecto a la expresión. González (1996) menciona y resalta las investigaciones sobre el tema de algunos que hacen parte de la evolución histórica de la metacognición como concepto.

El término se mantiene vigente en la actualidad, e investigadores más modernos se han atrevido a definirlo basados en el trabajo de los antecesores. Entre ellos, cabe resaltar a los más recientes como Valenzuela (2019), quien hace un recorrido histórico del concepto metacognición y sostiene que este es un concepto de la psicología cognitiva que se centra en la participación del individuo en su proceso de pensamiento, pero que aún existen otras interrogantes por aclarar.

Pérez y González (2020), en su meta de presentar una posible definición de metacognición útil para las actividades en ciencias, señala que el concepto se refiere al conocimiento que tienen los sujetos sobre la cognición propia, de otros o en general, y caracteriza dichos conocimientos como relativamente estables, tematizables, verbalizables, falibles y de desarrollo tardío.

Por su parte, y aún más actuales, Arbulú et al (2022) analizaron evidencias científicas dispuestas en la red acerca del término metacognición en distintos idiomas para publicaciones entre el 2000 y 2020, y concluyeron dos grandes dimensiones en cuanto a la definición de metacognición: el autoconocimiento de los procesos cognitivos y la autorregulación, aclarando que la autorregulación se basa en el autoconocimiento para definir la planificación, autodirección y valoración del proceso de desarrollo de competencias.

5.2 IMPORTANCIA DE LA METACOGNICIÓN

Pérez & González (2020) consideran importante inculcar la metacognición en las ciencias, porque para ellos ésta permite a los estudiantes transitar de un aprendizaje implícito a un aprendizaje explícito, este último caracterizado por la regulación de estrategias de aprendizaje, promoviendo una mirada crítica.

Tesouro (2005), por su parte, relaciona el proceso de madurez intelectual del individuo con el uso de estrategias metacognitivas, y asegura que la investigación de la metacognición se parece a la investigación de resolución de problemas ya que incita a adquirir habilidades que mejoran el pensamiento.

De forma general, Castro et al (2002) identifican los aportes concluidos por Brown (1978), sobre la actividad metacognitiva de los alumnos, las cuales establece que ayudan a:

- a) Concientizarse de su propia capacidad.
- b) Conocer las estrategias que tiene y cómo utilizarlas.
- c) Reconocer y definir problemas.
- d) Idear planes y seguir las acciones para resolver situaciones.

Igualmente, Arbulú *et al*, (2022) reconocen a la metacognición como factor de desarrollo de competencias en cualquier proceso educativo formal, y le otorgan validez para la educación del país estudiado.

Pero la importancia global de la metacognición radica, de acuerdo a Jaramillo & Osses (2008), en que todo niño es un aprendiz que se halla constantemente ante nuevas tareas de aprendizaje, por lo que se necesita que los estudiantes aprendan a aprender, que logren aprender de forma autónoma y autorregulada y, por otro lado, los profesores sepan enseñar a aprender.

Schraw & Brooks (1999b), citado por Trisca (2006), clasifica la metacognición en dos dimensiones que se relacionan: el conocimiento de la cognición y la regulación de la cognición, El conocimiento metacognitivo, de acuerdo a Flavell (1987), es ese que tiene la persona sobre aquello que sabe y no sabe. Un estudiante con conocimiento metacognitivo

puede hablar o reflexionar sobre procesos de pensamiento propios y de los demás, según Obregozo (2019). Por su parte, Flavell (1979) sostiene que toda persona adquiere conocimiento metacognitivo sobre tres aspectos de su proceso cognitivo, como lo son el conocimiento sobre la persona, el conocimiento sobre la tarea y el conocimiento sobre las estrategias.

5.3 REGULACIÓN METACOGNITIVA

La regulación metacognitiva se refiere, según Schraw (1995), al conjunto de actividades que ayudan al estudiante a controlar su aprendizaje, y hace referencia concretamente a las decisiones del aprendiz antes, durante y después de realizar cierta tarea de aprendizaje.

Obregozo (2019) menciona la regulación metacognitiva como el aspecto de la metacognición que le permite al estudiante controlar su aprendizaje. La autora resalta que la idea central es que el aprendiz sea un participante intencional y activo, capaz de iniciar y dirigir su propio aprendizaje, establecer sus metas y controlar su proceso de aprendizaje.

Brown (1985) la define como el saber hacer durante el acto cognitivo, y la caracteriza como variable ya que está sujeta a las limitaciones que le imponga la tarea a resolver, es decir, varía de una tarea a otra. Sin embargo, la misma autora sostiene que la regulación metacognitiva es independiente de la edad del sujeto y que, aunque sea proporcional a ésta, en los niños está presente aun cuando realizan tareas sencillas.

Además, se conocen tres procesos cognitivos esenciales en la regulación metacognitiva, los cuales Trisca (2006) resume como el desarrollo de un plan, supervisión del plan y, por último, evaluación del mismo. Asegura, además, que dichos procesos no siempre son conscientes en una situación de aprendizaje. Ellos son:

- **Planeación:** Esta implica la selección de estrategias apropiadas, asignación de recursos, proponer objetivos, activar el conocimiento relevante y presupuestar tiempos. Brown (1987) resume la planeación como la anticipación de actividades, prever los

resultados y enumerar pasos. Milla (2019) resume como estrategias de planificación las que incluyen el establecimiento de metas para la tarea y la selección de una estrategia para alcanzarlas.

- **Monitoreo:** El segundo proceso permite comprobar si las acciones que se están llevando a cabo corresponden con lo planificado, al detectar dificultades, obstáculos y las causas de los mismos para encontrar alternativas en caso de que sea necesario. Dieser (2019) lo resume como estrategias de supervisión, y se refiere al seguimiento y la regulación de los progresos realizados hacia el logro de la meta.

- **Evaluación:** Incluye la valoración de los productos y de los procesos reguladores que el sujeto utilizó, estudiar la idoneidad y efectividad del plan establecido, los procesos de realización y comprobación de los resultados obtenidos. Dieser (2019) lo resume como estrategias de evaluación, y lo vincula a la revisión o modificación de las acciones realizadas para alcanzar la meta. De la misma manera, Hurtado (2013) asegura que la importancia de la regulación metacognitiva radica en hacer que los estudiantes asuman la responsabilidad de sus propias actividades de aprendizaje, es decir, aprendan a aprender.

Algunos estudios analizados por Corredor & Londoño (2017) permitieron afirmar que una de las variables que inciden en la resolución de problemas a nivel del aula de química es la metacognición y, por ende, la regulación metacognitiva, de acuerdo al mismo autor, mejora el aprendizaje y conduce a una mayor consciencia y comprensión de los errores. Luego de realizar una investigación de carácter mixto con enfoque descriptivo – comprensivo donde se diseñaron e implementaron las actividades de intervención enfocadas en categorías como el pensamiento crítico, metacognición y el enfoque CTS, resultó fortalecida la destreza para resolver problemas relacionados con las leyes de los gases y, por ende, un mejoramiento en el nivel de comprensión de los conceptos y a las leyes del estado gaseoso.

La integración de la regulación metacognitiva en el proceso de aprendizaje de las ciencias desempeña un papel esencial en el desarrollo de habilidades cognitivas y críticas. Al reflexionar sobre sus propios métodos de pensamiento y aprendizaje, los estudiantes adquieren una comprensión más profunda de los conceptos científicos y mejoran su

capacidad para resolver problemas complejos. Esta habilidad promueve la autorregulación, permitiendo a los estudiantes establecer metas, monitorear su progreso y ajustar estrategias en función de las dificultades identificadas. Además, la regulación metacognitiva fomenta el pensamiento crítico al ayudar a los estudiantes a evaluar objetivamente su razonamiento y argumentación, lo que resulta crucial en la interpretación de evidencias y la toma de decisiones informadas en el ámbito científico. Estos beneficios trascienden las disciplinas científicas específicas, preparando a los estudiantes para abordar desafíos del mundo real con enfoque analítico y adaptabilidad.

En conclusión, la regulación metacognitiva en el aprendizaje de las ciencias enriquece las capacidades cognitivas y críticas de los estudiantes. Al fomentar la reflexión, la autorregulación y el pensamiento crítico, esta habilidad no solo refuerza la comprensión y resolución de problemas en las ciencias, sino que también equipa a los estudiantes con herramientas transferibles para enfrentar cuestiones complejas en diversos campos científicos y situaciones del mundo real.

5.4 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La palabra problema hace mención a las situaciones que tradicionalmente se estudian en las matemáticas, donde se enseña a aplicar operaciones para hallar una respuesta numérica. Zona y Giraldo (2017) cita definiciones donde entienden los problemas como una situación prevista o espontánea que produce incertidumbre, y necesita una búsqueda para su solución.

García (2010) lo separa de lo que tradicionalmente se conoce como el desarrollo de ejercicio de lápiz y papel, el cual la autora caracteriza como un enunciado con datos para ser aplicados en una fórmula y que llevan a obtener un dato cuantitativo. Para ella, un problema consta de un enunciado, pero incluso puede no tener datos numéricos, lo que incita la búsqueda de una solución y lleva a pensar como investigadores.

López y Giraldo (2017) afirman que existen dos perspectivas desde la enseñanza de las ciencias acerca de la resolución de problemas: la primera, lo considera como un fin y no como un medio para el aprendizaje. La segunda perspectiva considera que limitar el objetivo de la resolución de problemas al aprendizaje de heurísticos generales y especiales a la aplicación de conocimientos previamente adquiridos, supone desvincularla del proceso de construcción de los conceptos y teorías.

George Polya inicia el trabajo en la resolución de problemas, y a partir de sus investigaciones identifica cuatro componentes en el proceso de resolver problemas: el entendimiento del problema, el diseño de un plan, el análisis retrospectivo del proceso y la plausibilidad de la solución o soluciones. Así mismo, refleja en sus libros el uso de diversos métodos heurísticos para la resolución de problemas, entre ellos dividir el problema en situaciones más simples, usar gráficos y trabajar en sentido inverso.

5.5 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE SCHOENFELD

Schoenfeld (1992), matemático puro, dedicó tiempo en analizar cómo la gente que desarrolla matemáticas actúa cuando resuelve problemas. Para él, un problema se entiende como aquellas cosas que son realmente problemáticas para las personas que trabajan con ellas. Se asume que estas personas no tienen a mano un procedimiento de rutina para la solución.

El autor estudió la forma de aprender matemáticas en Norteamérica. Sin embargo, logra establecer que poco usan las ideas de Polya; por el contrario, encuentra que el método utilizado por los entrenadores de matemáticas se basa en que se aprende a resolver problemas exitosamente en la medida que resuelve un gran número de problemas.

Schoenfeld (1992), en sus estudios, llegó a la conclusión de que cuando se tiene o se quiere trabajar con resolución de problemas como una estrategia didáctica hay que tener en cuenta situaciones más allá de las puras heurísticas; de lo contrario no funciona, no tanto porque las heurísticas no sirvan, sino porque hay que tomar en cuenta otros factores. Por

ejemplo, afirma que la claridad en el entendimiento del problema resulta determinante en el proceso de resolver problemas.

Polya (1945) sugiere cuatro pasos en la resolución: comprender el problema, concebir un plan, ejecutarlo y examinar la solución. En esta misma disciplina, Schoenfeld (1992) propone tener en cuenta cuatro categorías o dimensiones a la hora de resolver problemas en matemáticas: los recursos, las heurísticas, el control de estrategias metacognitivas y el sistema de creencias. García (2010) resume, define y caracteriza lo establecido por Schoenfeld (1992) así:

- Los recursos o conocimientos base: hace referencia a los conocimientos previos de los estudiantes, incluye conceptos, fórmulas, algoritmos y nociones necesarias para abordar, enfrentar y resolver un problema. Es decir, las herramientas con las que el estudiante dispone para solucionarlo, así como la manera en que las utiliza.
- Las heurísticas o estrategias de resolución de problemas: estas se relacionan con la metodología que emplean los estudiantes para resolver problemas, sin embargo Schoenfeld a diferencias de Polya establece que existen heurísticas particulares para cada tipo de problema.
- EL control o aspectos metacognitivos: refiere a la habilidad que tiene el estudiante de analizar su proceso. Barrantes (2006) lo relaciona con el hecho de que si ante un determinado problema, el estudiante puede ver varios caminos para solucionarlo, y la capacidad de detectar cuando ese camino no está dando resultado por lo que elige cambiar la ruta.
- El sistema de creencias o los procesos afectivos: en esta incluye las creencias tanto del estudiante, como del profesor y de la sociedad frente a la resolución. Entre estos incluye el tiempo que le dedican a solucionar un problema, si el problema tiene aplicación en la vida real o si usan argumentación para resolverlos.

Polya propone como heurísticas hacer dibujos, pero Schoenfeld asegura que este tipo de heurística no aplica para todo problema. Desde un aspecto pragmático, este autor recomienda tener en cuenta al implementar el tipo heurístico los siguientes aspectos:

- Control o aspectos metacognitivos: se relacionan con la habilidad que tiene el estudiante de analizar el proceso autorregulación, de des-aprender y volver a aprender los conceptos necesarios para regular su actividad creadora y cómo el estudiante controla su propio trabajo.

- Sistema de Creencias: Los aspectos afectivos y el sistema de creencias: es la forma con la cual los estudiantes, incluso los profesores, abordan la resolución de algún problema. En ello inciden las creencias del estudiante, del profesor y de la sociedad en general.

Para reforzar el proceso heurístico, se cita a Miguel de Guzmán (1981), quien afirma que la resolución de problemas es una aptitud por la cual se ponen en marcha las aptitudes y habilidades alcanzadas durante la vida, por medio de la planificación para alcanzar una solución satisfactoria y coherente. Se trata de un desafío de la vida a la inteligencia humana durante toda su existencia, lo cual le reporta aprendizajes. En el trabajo de aula, la resolución de problemas se convierte en un desafío para el estudiante, convirtiéndolo en sujeto activo, mientras que el docente se reduce a despertar el interés y orientar la actividad. Por tanto, es el estudiante quien descubre los conceptos y la solución del problema. De esta manera, el estudiante reflexiona sobre su proceso de aprendizaje para mejorarlo constantemente, divirtiéndose de su actividad mental, lo que lo prepara para los retos de la vida cotidiana.

La presente investigación se centrará en abordar la resolución de problemas en el contexto de la educación, en línea con la segunda perspectiva sobre la resolución de problemas mencionada en el texto. Esta perspectiva considera que la resolución de problemas no debe limitarse a ser simplemente un medio para aplicar heurísticas generales y especiales o para la aplicación de conocimientos previamente adquiridos, sino que también desencadena el proceso de construcción de conceptos y teorías.

La investigación se basará en la premisa de que la resolución de problemas en matemáticas va más allá de simplemente encontrar soluciones numéricas a situaciones planteadas. En lugar de eso, se explorará cómo los problemas matemáticos pueden ser utilizados como herramientas para fomentar la comprensión profunda de los conceptos, la

construcción de teorías y la promoción de la capacidad de análisis y reflexión por parte de los estudiantes.

La elección de esta perspectiva se sustenta en la idea de que los problemas matemáticos pueden ser catalizadores para el pensamiento crítico y la creatividad en los estudiantes. La resolución de problemas se considerará un proceso que no solo conduce a la obtención de respuestas concretas, sino que también invita a los estudiantes a explorar diversas estrategias, considerar múltiples enfoques y examinar las conexiones entre los conceptos matemáticos.

En última instancia, la investigación buscará destacar la importancia de abordar la resolución de problemas como una actividad que va más allá de la aplicación mecánica de fórmulas y heurísticas. Se explorarán enfoques pedagógicos que promuevan la comprensión profunda de los problemas, el pensamiento crítico y la habilidad para abordar situaciones problemáticas de manera innovadora. La resolución de problemas se considerará una herramienta fundamental para el aprendizaje significativo de las matemáticas y para la formación de estudiantes capaces de enfrentar los desafíos matemáticos y cotidianos con confianza y habilidad.

La resolución de problemas es una aptitud, por medio de la cual es necesario poner en marcha las habilidades y destrezas alcanzadas durante nuestra vida. Para ello es necesario la planificación la cual dé orden al momento de busca una solución satisfactoria y coherente (Guillermo *et al.*, 2019). Para lo cual un problema es un desafío que podemos encontrar durante en la vida cotidiana y especialmente un desafío para la inteligencia humana. Desde que nace el ser humano está en su proceso de formación en toda la actividad que realice siempre será una forma en que lo invite al aprendizaje.

5.6 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN QUÍMICA

El presente apartado es fundamental para respaldar la autenticidad de los resultados. Aquí se describen los métodos empleados para enfrentar desafíos específicos, analizar los datos y garantizar la precisión de los hallazgos. Esto no solo demuestra la habilidad del investigador para superar obstáculos, sino también su comprensión profunda de la química

subyacente. Además, esta sección promueve la transparencia al permitir que otros científicos repliquen los experimentos y evalúen los resultados. En ese sentido, la resolución de problemas enriquece el conocimiento químico y contribuye al avance general de la disciplina.

Vera-Monroy y otros (2022) se interesaron en identificar los métodos, errores y obstáculos asociados a la resolución de problemas en química, incluyendo en su estudio tanto a profesores como estudiantes. La investigación concluyó que dentro de los métodos para resolver problemas en química están la regla de tres, la intuición, factores de conversión, la tecnología, entre otros. La habilidad de resolución de problemas en Química contribuye al nivel escolar, los mismos autores resaltan que la resolución de problemas en química aporta a la comprensión, elaboración, ejecución y evaluación de un plan a la hora de enfrentarse a las problemáticas del área.

Específicamente en las ciencias es necesario, según Zona y Giraldo (2017), enfrentar el problema, establecer relaciones, construir familias, y aplicar hábitos que han sido utilizados en resoluciones anteriores. En lo relacionado con la resolución de problemas en la asignatura de Química, Solaz (2010), propone algunas estrategias didácticas que mejoran la resolución de problemas en química, entre ellas, comprender y asimilar la temática antes de la resolución de problemas, alejar los métodos tradicionales cuando se busca un aprendizaje significativo, ya que éstos interfieren en el desarrollo de capacidades básicas y razonamiento científico. Asegura, además, que es necesario que los profesores empleen metodologías que permitan cruzar conceptos abstractos con conceptos concretos. También el trabajo en grupo es propicio para la colaboración entre estudiantes, lo que favorece el intercambio de ideas y opiniones.

5.7 REGULACIÓN METACOGNITIVA Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Suponiendo que existe una relación entre los procesos de regulación metacognitiva y la resolución de problemas, Buitrago y García (2011) se concentraron en estudiarla e identificaron algunas estrategias de orden metacognitivo, concluyendo que es primordial

dentro de la función de los docentes estimular la “toma de conciencia” para el uso óptimo de estrategias cognitivas y su regulación. Algunas de las estrategias que resaltan son: detallar el procedimiento a seguir para resolver el problema, leer paso a paso el enunciado, listar la información de la instrucción, releer el problema, entre otras.

De Jesús (2020) relacionó las dos categorías para aplicarlas en el aprendizaje de las matemáticas, concluyendo que la regulación metacognitiva les permite a los estudiantes mejorar los procesos de resolución de problemas, esto basado en los cambios mostrados por la población objeto en cuanto a las habilidades de planeación, control y evaluación. Sin embargo, el autor asegura que la regulación metacognitiva requiere el conocimiento del tema y el manejo de los aspectos procedimentales para influir en la mejora de la resolución de problemas.

Específicamente para la resolución de problemas en gases, Soláz Portolés (2010) recomienda el uso de estrategias como el uso de representaciones (modelos, diagramas, dibujos, etc.), y afirma que facilita la tarea cuando abordan la resolución de problemas, ya que permiten la formación de modelos mentales adecuados del problema.

La investigación en el ámbito de la metacognición y la solución de problemas ha proporcionado nuevas perspectivas y pruebas fundamentales sobre la relevancia de estas interconexiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En primer lugar, se ha dirigido la atención hacia el fomento del aprendizaje activo como resultado de la vinculación entre la regulación metacognitiva y la solución de problemas. Esta correlación ha impulsado a los educadores a idear actividades y entornos educativos que estimulen la reflexión, la autogestión y la toma de conciencia en cuanto a las estrategias cognitivas empleadas para abordar problemas.

García (2010) menciona la relación que hace Schoenfeld entre la aplicación de la estrategia de resolución de problemas y la regulación metacognitiva, al proponer algunas actividades para el docente que controlan, y que paralelamente, monitorean y evalúan el proceso, entre ellas están:

- Hacer videos de las fases del trabajo.
- Cerciorarse que el estudiante entienda el problema.
- Trabajar en equipo.
- Resolver problemas como modelo y discutir con el grupo.

Se ha comenzado a prestar atención a cómo los diversos estilos de aprendizaje y las preferencias individuales inciden en la regulación metacognitiva y la solución de problemas. Los estudios han evidenciado la importancia de que los educadores adapten sus enfoques para satisfacer las necesidades variadas de los estudiantes.

La capacitación docente también ha adquirido relevancia, dado que la investigación resalta la necesidad de que los docentes sean conscientes de cómo fomentar la regulación metacognitiva en el aula. Los educadores pueden aprender a guiar a los estudiantes en la reflexión sobre sus procesos de pensamiento y ayudarles a desarrollar estrategias efectivas para la solución de problemas. Además de su aplicación en matemáticas, se ha explorado la relación entre la regulación metacognitiva y la solución de problemas en diversas áreas, incluyendo ciencias, literatura y manejo de conflictos. La aplicabilidad de estas estrategias se reconoce como valiosa en una amplia gama de contextos de aprendizaje (García, 1994)

También, se ha adoptado un enfoque longitudinal en algunos estudios para comprender mejor cómo la regulación metacognitiva impacta a lo largo del tiempo. Seguir a los estudiantes a lo largo de su recorrido educativo permite observar cómo sus habilidades de regulación metacognitiva se desarrollan y transforman a lo largo de los años.

6 METODOLOGÍA

6.1 ENFOQUE Y ALCANCE

Teniendo en cuenta el objetivo general de la investigación que busca describir cual es el papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucran la química de gases en estudiantes de décimo grado. De acuerdo a Taylor & Bogdan (1992), lo que define la metodología es simultáneamente tanto la manera cómo se enfocan los problemas y la forma en que se buscan las respuestas a los mismos.

Por lo tanto, la investigación se desarrolla bajo una metodología cualitativa ya que este enfoque, según los mismos autores, se refiere en su más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos, como son las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable (Sandoval, 1996).

Algunos de los criterios que cumple esta investigación dentro de la metodología cualitativa son: no se busca comprobar una hipótesis como en la metodología cuantitativa, es decir, no se conocen en principio los obstáculos que les impide a los estudiantes entender la química de gases ni tampoco, en el caso que la comprendan, desconocer las herramientas y estrategias metacognitivas que utilizan para lograrlo. Por el contrario, se espera que se generen a medida que se implementan los planes, y perfeccionarla con los datos obtenidos, y que éstas hagan parte del producto del estudio.

Otro criterio que cumple las investigaciones cualitativas, incluyendo la presente, es que los datos no están estandarizados ni se espera un dato específico. Los datos son de forma descriptiva sobre emociones, experiencias, expectativas, sentimientos y puntos de vista de la población objetivo (Herrera, 2017). Cada estudiante tiene una concepción distinta antes y después de la unidad didáctica y, por lo tanto, se tienen claras las respuestas que se obtendrán en cada instrumento. Las preguntas que llevan a estos datos son de tipo abierta, permitiendo la expresión de los individuos con lenguaje escrito, con aspectos subjetivos.

La investigación descriptiva, a diferencia de otro tipo de investigaciones, realiza un estudio sin alterar o manipular las variables del fenómeno investigado, limitándose a su medición y descripción. Por esta razón se adopta en la presente investigación, y posibilita el logro de los objetivos formulados, porque su intención es:

- Caracterizar. En lo que respecta a la investigación, se propone caracterizar las estrategias de resolución de problemas en estudiantes de 10º grado.
- Promover. De igual forma, uno de los objetivos de la investigación es promover el desarrollo de la regulación metacognitiva y las estrategias de resolución de problemas a través de una Unidad Didáctica sobre química de gases.
- Identificar. En este caso, se formula un objetivo que hace referencia a identificar los cambios en la regulación metacognitiva y en las estrategias resolutivas de problemas que involucra la química de gases en estudiantes de décimo grado.

Además, en esta investigación y en la mayoría de investigaciones cualitativas, el proceso de indagación es más flexible y se mueve entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito consiste en “reconstruir” la realidad, y a medida que se adelanten las fases se conoce la realidad de la Metacognición de los estudiantes estudiados. Así mismo, la aproximación cualitativa evalúa el desarrollo natural de los sucesos, es decir, no hay manipulación ni estimulación de la realidad.

Otra característica es que las indagaciones cualitativas no pretenden generalizar de manera probabilística los resultados a poblaciones más amplias ni obtener necesariamente muestras representativas; es decir, los resultados obtenidos no pueden ser aplicados ni explican el comportamiento de otros grupos, sino única y exclusivamente de los estudiantes participantes (Anguera, 1986).

6.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

La Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima es un plantel ubicado en zona rural del municipio de Buenavista, Córdoba. Su historia y contexto han hecho que a lo largo

de su funcionamiento el modelo tradicional reine en las aulas de Villa Fátima, su corregimiento. La comunidad se basa económicamente sobre la actividad ganadera y agropecuaria de la región. Sin embargo, es considerable el número de familias que no tienen una forma estable de sustentar el alimento y necesidades básicas del núcleo familiar.

El arraigado formato de sus clases ha convertido a los estudiantes de este plantel en aprendices dependientes de la orientación del docente, sobre el cual ha caído siempre el protagonismo en el ambiente de aprendizaje. La tradición da cuenta de estrategias poco innovadoras, métodos transitivos que incitan el aprendizaje de memoria y repetición, con poco o nulo análisis y opinión. Su población estudiantil para el 2021 fue de 894 estudiantes matriculados, y ofrece servicio en los niveles de Educación Preescolar, Educación Básica (ciclos de Primaria y Secundaria) y Educación Media.

6.3 UNIDAD DE TRABAJO

La población objeto de estudio son los estudiantes de grado 10º Grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima. Este curso está conformado por 30 estudiantes en total, a los cuales se les aplican los instrumentos de recolección de información y la Unidad Didáctica, pero sólo quienes participan en todo el proceso, sesiones e instrumentos, son parte del análisis final de los datos.

De la población intervenida se seleccionan siete (7) estudiantes como unidad de trabajo para el análisis, los cuales se considera como representativos. Para seleccionar la muestra poblacional se establecieron los siguientes criterios:

- Que los estudiantes hayan cursado en el Plantel el ciclo de Básica Primaria (1º a 5º grado) y el ciclo de Básica Secundaria (6º a 9º grado), con el fin de valorar los aportes ofrecidos por la Institución Educativa a sus estudiantes en el área de Ciencias Naturales, a manera de seguimiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje exclusivos del Plantel.
- Libertad y deseo voluntario del estudiante de colaborar con la investigación.

- Autorización de los padres de familia para permitir que su hijo participe en la aplicación de instrumentos de recolección de información, pues como menores de edad están bajo la tutela de sus padres.

6.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todos los estudiantes del grado en mención son menores de edad, por lo que se requiere un tratamiento especial para el uso de datos, a través del consentimiento informado (ver Anexo 1) firmado por el padre de familia. Se deja claro, previo a la aplicación de los instrumentos, que la información recopilada se maneja con total discreción, y así mismo se resalta que las respuestas obtenidas y la aplicación de los instrumentos no influyen en la nota de la asignatura de química, teniendo en cuenta que la participación en la presente investigación es libre y voluntaria. Igual tratamiento se garantiza en los datos que ofrecen los docentes informantes en la presente investigación.

Las consideraciones éticas también hacen referencia a los principios de confidencialidad e intimidad. Los datos obtenidos de los informantes sólo son accesibles al grupo investigador, y no se utilizarán para otro propósito diferente a la investigación.

De igual forma, se tienen en cuenta, se respetan y se garantizan en todas las fases del proyecto de investigación los principios contemplados en la “*Declaración de Helsinki*” (2013) que establece principios éticos para las investigaciones con seres humanos, entre ellos generar nuevos conocimientos, pero sin que primen sobre los derechos y los intereses de las personas que participan en la investigación.

6.5 CATEGORÍAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan los indicadores que acompañan las categorías, sub categorías y autores para el análisis en la presente investigación.

Tabla 1. Categorías, subcategorías e indicadores

Categoría	Subcategorías	Indicadores
Regulación Metacognitiva	Planeación	El estudiante considera importante establecer una estrategia antes de enfrentarse al problema, y la estrategia planteada se estructura con base en el objetivo de la tarea y los resultados esperados.

Categoría	Subcategorías	Indicadores
Brown (1987)	Control	El estudiante se asegura durante el desarrollo del problema seguir la estrategia establecida inicialmente.
		El estudiante reconoce dificultades y de ser necesario reajusta la estrategia para alcanzar sus objetivos.
	Evaluación	El estudiante analiza la efectividad de la estrategia inicial.
		Reconoce la importancia de haber realizado ajustes en la estrategia para alcanzar el desarrollo correcto del problema.
Resolución de Problemas (Schoenfeld, 1985)	Recursos	El estudiante identifica la ecuación necesaria para la solución del problema sobre gases.
		El estudiante domina las operaciones matemáticas necesarias para aplicar la ley correspondiente y resolver el problema de gases.
	Heurística	El estudiante establece una o varias estrategias para alcanzar la solución del problema.
		El estudiante reconoce que puede cambiar la estrategia en caso de no alcanzar el objetivo previsto.
	Control	El estudiante representa gráficamente la situación problema descrita.
		El estudiante se asegura de entender el problema desde el inicio y tener claro la meta que le pide el problema.
		El estudiante revisa, monitorea y verifica que esté aplicando correctamente la estrategia establecida.
		El estudiante familiariza los problemas de gases con situaciones o ejemplos de la vida cotidiana.

Fuente. Diseño propio de autor (2023)

Los datos obtenidos se agrupan de manera matricial a través de hojas de cálculos en Excel, las cuales se organizan según la pregunta y el estudiante. Para su codificación se tiene en cuenta si la respuesta es una respuesta de recursos (lo que usa) o estrategias (lo que hace).

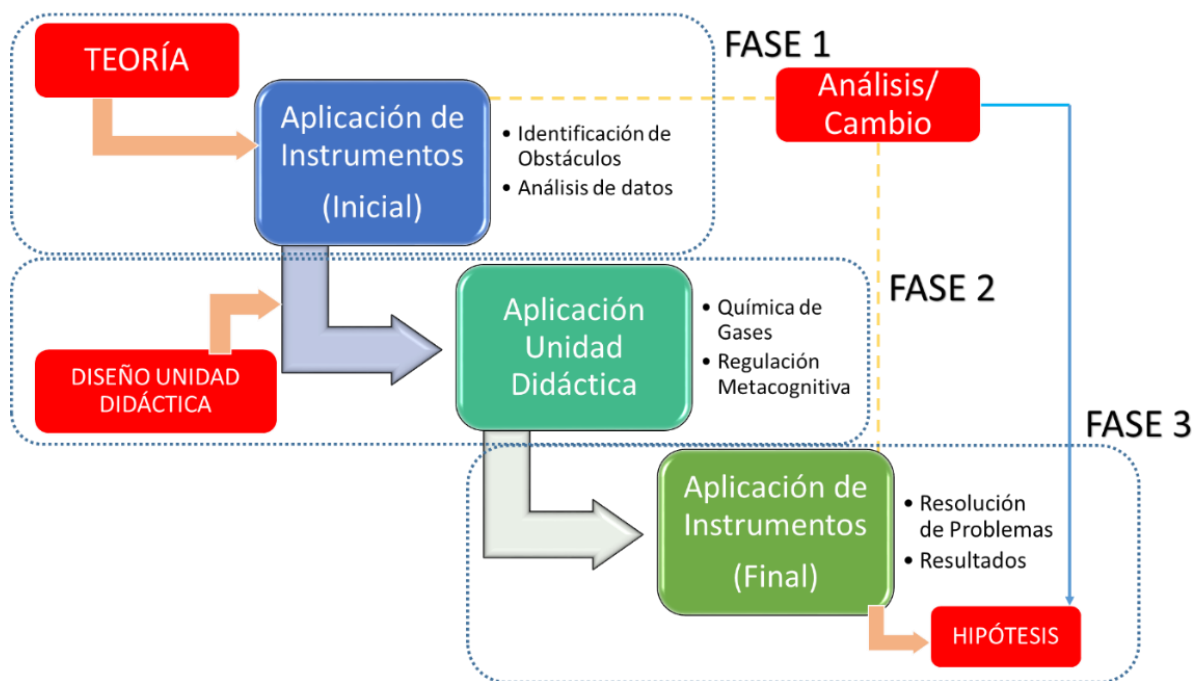
Se opta por el análisis de contenido, el cual hace referencia a la contabilización de frecuencias de ciertos elementos que se reiteran dentro del discurso, la comunicación, o los documentos en el terreno específico que es el de la pragmática de los textos.

6.6 DISEÑO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo la presente investigación se parte de una revisión bibliográfica de las categorías y subcategorías en cuestión, esto para conocer la base teórica y científica que se ha recorrido en el tema, el estado del arte y los pendientes. Teniendo en cuenta esto, se definen los autores que rigen los elementos y etapas de la Unidad Didáctica y, por ende, los instrumentos, la cual es diseñada y aplicada de acuerdo a la bibliografía existente en cuanto a la regulación metacognitiva y la resolución de problemas y sus respectivas subcategorías.

Finalmente, se aplican los instrumentos nuevamente para conocer los cambios que las categorías mencionadas generan en el aprendizaje de la química de gases para la población objetivo. La ruta metodológica o el proceso que se espera llevar a cabo desde la identificación del problema hasta el análisis de la información describiendo las fases del proyecto, se establecen en la siguiente figura, la cual está planeada para desarrollarse en las siguientes fases: Fase 1: Se define la epistemología de la teoría; con el análisis de esos datos se pasa a la fase siguiente. Fase 2: Se diseña la Unidad Didáctica teniendo en cuenta estrategias de regulación metacognitivas y los conceptos a tratar, para posteriormente aplicar la Unidad Didáctica. Fase 3. Se enfrentan a la resolución de problemas y otros instrumentos para generar resultados, posiciones y/o cambio de perspectiva frente a la teoría desarrollada, y se establecen con ellas hipótesis concluyentes de la investigación. Lo anterior se detalla en la figura 1.

Figura 1. Fases



Fuente. Diseño propio de autor (2023)

6.7 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La investigación utiliza para la recolección de información un único instrumento aplicado en dos momentos, los cuales ofrecen datos de manera objetiva y directa, sin intermediarios. Como técnica se diseña una Unidad Didáctica, la cual consiste en un método para organizar, estructurar y diseñar un contenido temático específico, que incluye objetivos, unidad de competencias, indicadores de logros, temas y subtemas, estrategias metodológicas, recursos, actividades evaluativas, cronograma.

Para Fernández (2010), la unidad didáctica es una propuesta de trabajo ligado a las teorías constructivistas, como medio de planificación de lo que se va a realizar, aplicable a todo tipo de enseñanza intencional en los diferentes niveles educativos.

El instrumento de regulación metacognitiva (ver Anexo 2) utilizado en la presente investigación consta de cuatro partes, las cuales de forma conjunta buscan evidenciar el uso de la regulación metacognitiva de los estudiantes en tareas generales de su vida, y a medida

que se avanza en él se observa el uso en tareas específicas de resolución de problemas en la química de gases y, además, identificar qué rol juega la regulación metacognitiva en el aprendizaje de la química de gases.

La primera parte del instrumento consta de una situación problema de la vida diaria como es hacer las compras del hogar, según la cual se le pide al estudiante en la primera pregunta describir las acciones que haría para lograr dicha tarea, esto con el fin de que el estudiante plasme un plan para lograr cumplir con lo encomendado. La segunda pregunta está enfocada en que el estudiante verifique, controle y haga seguimiento al cumplimiento del plan y, por último, la tercera pregunta se enfoca en evaluar si el plan diseñado le permite cumplir con el objetivo establecido.

La segunda parte se enfoca en conocer de forma espontánea la forma cómo los estudiantes desarrollan problemas de química de gases, por lo que su única pregunta solicita describir el proceso de resolución de problemas sin ningún tipo de estrategia específica.

La tercera parte del instrumento busca evaluar la regulación metacognitiva cuando se orienta al estudiante para que resuelva un problema en química de gases una vez descrita la situación. En esta sección, las preguntas de la 1 a la 6 se encargan de planear la forma cómo resolver dicho problema, acercando al estudiante a conocer, entender y aclarar el contexto, los datos, las relaciones matemáticas, las herramientas de apoyo y otros.

Posteriormente, las preguntas 7 y 8 llevan a verificar lo planeado y a realizar ajustes en el plan previsto. Por último, las preguntas 9, 10 y 11 son para evaluar el recorrido, reconocer las dificultades, la manera de superarlas y comprobar que se ha llegado al objetivo. La última parte del instrumento consta de aseveraciones por dimensiones y variables, con las cuales se busca que el estudiante caracterice la forma de resolver problemas en química.

Con la intención de revisar la confiabilidad, validez, objetividad, claridad y pertinencia del instrumento diseñado, se somete a juicio de dos expertos, quienes revisan estos criterios, establecen recomendaciones y lo validan antes de su implementación. Los expertos fueron el Licenciado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Sucre, Luis

Fernando Vega Vega, Coordinador de la I.E. Belén Montelíbano, Magister en Educación de la Universidad de Antioquia y quien se desempeñó como secretario de educación del municipio de Montelíbano. También la Química egresada de la Universidad de Córdoba, Diana Blanquicet, Magister en Educación de la misma universidad.

6.8 PLAN DE ANÁLISIS

En el caso de investigaciones de tipo cualitativo, la recolección y el análisis de los datos ocurren casi que de forma paralela. Para el análisis, la acción esencial consiste en que se reciben datos no estructurados, a los cuales se les proporciona una estructura a medida que avanza el proceso.

Los datos obtenidos se codifican para organizarlos por temas, siguiendo los objetivos formulados para la investigación. De esta manera se facilita la confrontación (a manera de triangulación) de los datos obtenidos referentes a una misma temática, con el fin de comprobar la unidad y cohesión de respuestas y, por tanto, su confiabilidad, validez y veracidad. Se presenta la información obtenida de manera literal-conceptual, acompañada de gráficos y figuras que permiten visualizar rápidamente y de manera sintetizada los resultados. Para el análisis se compara la situación presente con la situación ideal planteada por las teorías que maneja la investigación, lo que permite detectar las fortalezas, debilidades y oportunidades de la problemática en estudio, como también posibilita sugerencias y recomendaciones para mejorar o solucionar la problemática planteada y descrita en el presente estudio.

En la codificación cualitativa, las categorías son conceptos, experiencias, ideas, hechos relevantes y con significado. Una vez se tengan los datos, se agrupan de manera matricial a través de hojas de cálculos en Excel, en las cuales se organizan según la pregunta y el estudiante. Para su codificación, se tiene en cuenta si la respuesta evidencia o no estrategias metacognitivas asociadas a cada proceso de la regulación metacognitiva como son la planeación, el control y la evaluación. De igual forma se realiza la recolección de respuestas asociadas a las dimensiones de la resolución de problemas según Schoenfeld,

pero en este caso se agrupan las respuestas similares para identificar la tendencia de los estudiantes, en cada pregunta relacionada en las partes del instrumento aplicado.

Para el análisis de los resultados de esta investigación, inicialmente se realiza la transcripción de los resultados, los cuales se organizan en una matriz de Excel para ser estudiados con base en el análisis del contenido y del discurso, lo cual hace referencia a la contabilización de ciertas estrategias metacognitivas que se reiteran dentro del discurso, la comunicación o los documentos en el terreno específico que es el de la pragmática de los textos. Todo esto teniendo en cuenta los descriptores para cada categoría y subcategoría.

Este análisis se lleva de manera previa y posterior al desarrollo de la Unidad Didáctica, la cantidad de veces que un estudiante evidencie utilizar estrategias metacognitivas en cada pregunta, asociada a cada proceso, es relacionada con la cantidad de preguntas totales del instrumento en cada etapa. Este porcentaje es contrastado para definir el avance de los estudiantes en cada uno de los procesos de regulación metacognitiva.

6.9 UNIDAD DIDÁCTICA

6.9.1 Tema de la unidad didáctica

El tema a desarrollar trata sobre la *Química de Gases*.

6.9.2 Presentación de la Unidad Didáctica

Por ser los procesos de enseñanza y de aprendizaje de extremada complejidad, es necesario utilizar mecanismos didácticos que permitan de manera metódica construir conocimientos y desarrollar habilidades y competencias, como es la *Unidad Didáctica*.

La Unidad Didáctica que se presenta a continuación tiene como propósito desarrollar actividades metacognitivas para la resolución de problemas en la química de gases en el décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima. Esta Unidad obedece a una etapa de sugerencia y recomendación, como un producto de la investigación realizada. La idea es ofrecer un ejemplo de una estrategia didáctica para

mejorar la situación problema planteada y descrita en el presente estudio. Se deja constancia que la puesta en marcha e implementación de esta Unidad Didáctica y el análisis e interpretación de sus resultados serán objeto de otro estudio.

6.9.3 Objetivos de la Unidad Didáctica

La Unidad Didáctica formula los siguientes objetivos:

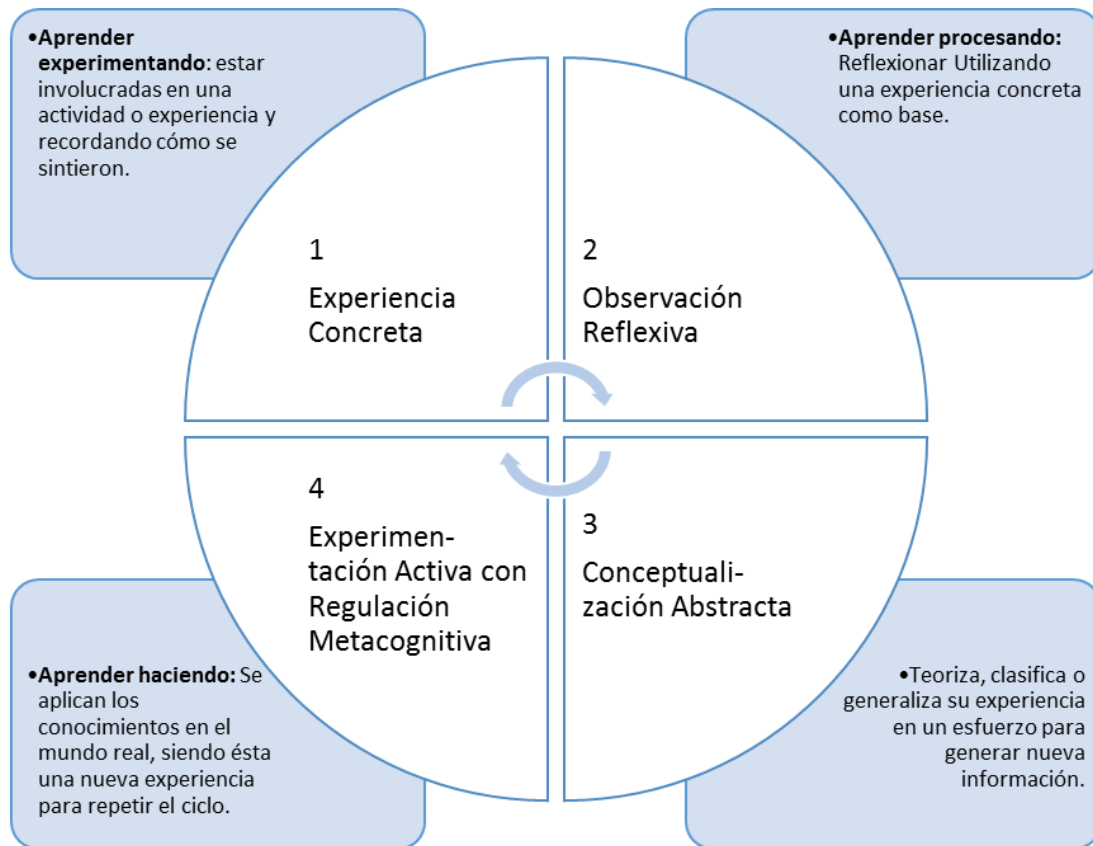
- Facilitar la comprensión de conceptos alrededor de la teoría que sustenta la química de gases.
- Incentivar la aplicación de procesos de regulación metacognitiva para mejorar los procesos de aprendizaje en química.
- Resaltar estrategias que faciliten la resolución de problemas que involucra la química de gases.

6.9.4 Fundamentación teórica de la Unidad Didáctica

El esquema de la Unidad Didáctica se enfoca en desarrollar formación conceptual y aprendizajes significativos en cuanto a la resolución de problemas que involucran la química de gases. Para ello, se ha tenido en cuenta la educación experiencial desde el ciclo de aprendizaje de David Kolb (1974): este enfoque busca inducir a los estudiantes a llegar a sus propias conclusiones sobre experiencias y contenidos específicos, y así aplicar lo aprendido en situaciones de la vida cotidiana.

Al respecto, Velasco (2019) resume que, según el autor, para que exista un aprendizaje eficaz deben darse cuatro etapas que, aunque éstas se presentan en un orden específico, el aprendizaje en realidad puede comenzar en cualquier etapa del ciclo. Por tanto, la Unidad Didáctica debe presentar las siguientes etapas para completar el ciclo de aprendizaje: Experiencia Concreta, Observación Reflexiva, Conceptualización Abstracta y Experimentación Activa, tal como se presenta en la siguiente figura:

Figura 2. Unidad didáctica



Fuente. Diseño propio de autor (2023)

6.9.5 Unidad de Competencias

- Capacidad de trabajar en grupos colaborativos.
- Organización de información.
- Razonamiento lógico.
- Capacidad de resolver problemas.
- Seguimiento de instrucciones.
- Proposición de alternativas.
- Capacidad de escucha.
- Responsabilidad y cumplimiento.

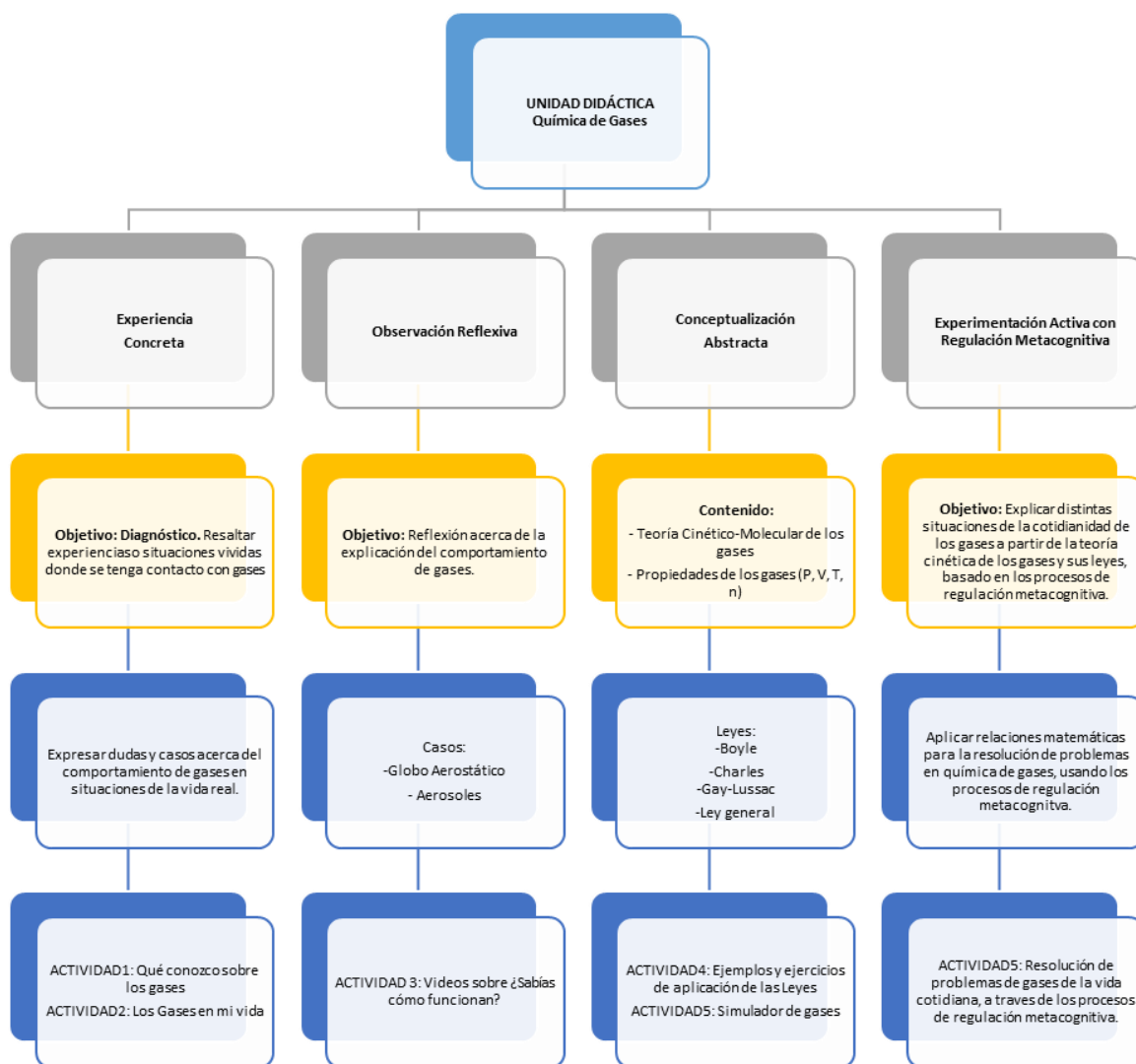
6.9.6 Indicadores de Logros

- Desarrollo de capacidades básicas y razonamiento científico.
- Generación de conceptos abstractos y conceptos concretos.
- Intercambio de ideas y opiniones.
- Re-lectura de datos.
- Diseño de plan de trabajo.
- Identificación de relaciones matemáticas.
- Reconocimiento y corrección de errores.
- Verificación de las etapas del plan.
- Control de actividades.
- Monitoreo de procesos.
- Seguimiento y evaluación.

6.9.7 Contenidos temáticos de la Unidad Didáctica

De acuerdo al ciclo de aprendizaje, se propone el esquema para el desarrollo de una Unidad Didáctica, presentado en la siguiente figura:

Figura 3. Esquema de desarrollo de la unidad didáctica



Fuente. Diseño propio de autor (2022)

6.9.8 Evaluación de la Unidad Didáctica

La autoevaluación permite al estudiante tomar conciencia y apropiarse de las debilidades y fortalezas en la construcción de nuevos conocimientos, lo cual posibilita autonomía, libertad y esfuerzo para que el estudiante de manera autónoma, responsable y libre se convierta en principal protagonista de su propio aprendizaje.

La coevaluación es una estrategia para promover la participación colectiva, la integración grupal y el intercambio de puntos de vista diferentes, lo cual promueve la regulación metacognitiva, la capacidad de escucha, el respeto a la diversidad, el trabajo en equipo y la toma de decisiones con objetivos comunes.

La evaluación debe ser un acompañante de todos los procesos que se adelanten para la enseñanza y el aprendizaje, en tal forma que cumpla con las características de ser permanente, continua y, más que todo, formativa, o sea que la información que ofrezca sirva para mejorar la oferta educativa en calidad, equidad, oportunidad, efectividad y eficiencia.

7 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En las siguientes páginas se muestran los resultados obtenidos a través de la aplicación del instrumento desarrollado en la presente investigación. También un análisis de las declaraciones hechas por los estudiantes frente a las preguntas de acuerdo a las categorías y subcategorías estudiadas.

Inicialmente se consolidan los resultados obtenidos con respecto a la regulación metacognitiva: dentro del apartado se muestra la tendencia general de los estudiantes analizados, posteriormente se detalla por procesos (planeación, monitoreo y evaluación) y finalmente un análisis y conclusión con respecto a la caracterización de la regulación metacognitiva para los estudiantes analizados.

La segunda parte incluye lo expresado por los estudiantes a la luz de las subcategorías de la resolución de problemas, una confrontación frente a la teoría de apoyo y por último se resalta lo hallado en cuanto a esta categoría.

7.1 RESULTADOS SOBRE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA

Para analizar los resultados de la categoría de regulación metacognitiva se tuvo en cuenta la cantidad de veces que cada estudiante evidenció en su respuesta en el instrumento empleado, la aplicación de estrategias metacognitivas asociada a cada proceso, de acuerdo también al tipo de pregunta. La cantidad de veces que sí se evidencian los procesos basado en los indicadores establecidos, se relacionó con la cantidad total de preguntas de cada proceso a lo largo de todo el Instrumento, obteniendo así un porcentaje de planeación, de control y de evaluación para antes y después de la Unidad Didáctica.

Estos resultados se consolidan en las tablas a continuación, en estas se relacionan la fila de "Proceso" el cual está asociado a una pregunta específica de las tres primeras partes del Instrumento, numerada en la fila "Pregunta". Para cada estudiante se le asignó un valor de "1" si el estudiante en dicha pregunta demostró una estrategia metacognitiva asociada a la etapa correspondiente, de lo contrario se le asignó un valor de "0". Para el caso de la pregunta 4 del instrumento, esta era de tipo libre y abierta por lo que el estudiante podía mostrar estrategias de cualquiera o todos los procesos, por lo que se pudo asignar valor en

uno o en todos las etapas de la regulación metacognitiva. Este valor fue totalizado de forma independiente para cada paso y relacionado con la cantidad total de preguntas en dicho fase. Esta relación arrojó un porcentaje el cual se calcula para cada estudiante, en cada proceso, tanto antes como después de desarrollada la Unidad Didáctica para analizar sus cambios.

El instrumento de recolección de información se aplica a una unidad de análisis representativa de siete (5) estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, para evidenciar el uso de la regulación metacognitiva de los estudiantes en tareas generales de su vida, el uso en tareas específicas de resolución de problemas en la química de gases e identificar qué papel juega la regulación metacognitiva en el aprendizaje de la química de gases. Los datos obtenidos se presentan a continuación.

La tabla 2 consolida las habilidades de planeación, control y evaluación de los estudiantes, aun sin implementar y conocer la aplicación de la regulación metacognitiva como estrategia en el aprendizaje de la química de gases.

Tabla 2. Consolidado de respuestas sobre habilidades de Regulación Metacognitiva Instrumento Momento Inicial

PROCESO →	P	C	E	P-C-E	P	P	P	P	C	C	C	E	E	E	E	TOT	%
PREGUNTA→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ESTUDIANTE																	
1	1			1	1	0	0	1								4	6
		0		0					0	0	1					1	5
			0	0								1	0	0	1	2	6
2	1			1	1	1	1	1								6	6
		0		1					1	1	1					4	5
			0	0								1	0	0	1	2	6
3	0			1	1	1	0	1								4	6
		0		1					1	1	1					4	5
			0	0								1	0	1	0	2	6
4	1			0	1	1	1	1								5	6

5	1	1	0	1	1	4	5	80%	CONTROLA				
	1	0			1	1	1	0	4	6	67%	EVALUA	
	1	0	1	1	1	1	5	6	83%	PLANEA			
	0	1		1	1	1	4	5	80%	CONTROLA			
	1	0				1	0	0	0	2	6	33%	EVALUA

Posteriormente se implementó la regulación metacognitiva como estrategia para la resolución de problemas en la química de gases de forma explícita, se aplicó el mismo instrumento para analizar los cambios que genera la regulación metacognitiva en cada uno de sus procesos y se obtuvieron resultados presentados en la siguiente tabla.

P-C-																			
PROCESO→	P	C	E	E	P	P	P	P	C	C	C	E	E	E	E	TOT	%		
PREGUNTA→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
ESTUDIANTE																			
1	P	1		1	1	1	1	0								5	6	83%	PLANEA
	C		0	1					1	0	1					3	5	60%	CONTROLA
	E			1	1							1	0	1	1	5	6	83%	EVALUA
2	P	1		1	1	1	1	1								6	6	100%	PLANEA
	C		0	1					1	1	1					4	5	80%	CONTROLA
	E			1	1							1	1	1	1	6	6	100%	EVALUA
3	P	1		1	1	1	1	0								5	6	83%	PLANEA
	C		1	1					1	1	1					5	5	100%	CONTROLA
	E			1	0							1	1	1	1	5	6	83%	EVALUA
4	P	1		1	1	1	1	1								6	6	100%	PLANEA
	C		1	1					1	1	0					4	5	80%	CONTROLA
	E			1	1							1	1	1	1	6	6	100%	EVALUA
5	P	1		1	1	0	1	0								4	6	67%	PLANEA
	C		1	1					1	1	1					5	5	100%	CONTROLA
	E			1	1							1	1	1	1	6	6	100%	EVALUA

Teniendo en cuenta estos resultados se encontró que de forma general el proceso de planeación es el proceso que los estudiantes evidencian aplicar en mayor medida, inicialmente, soportado por planes sencillos a la hora de resolver problemas de química y de la vida cotidiana, esto evidenciado en estrategias como la lectura atenta del problema, la creación de un plan simple y corto (lista con pocos pasos), el reconocimiento de los datos y/o el resumen de forma gráfica para el contexto de cada situación. La siguiente tabla resume el cambio que se obtuvo de forma general en cada uno de los procesos de la regulación metacognitiva.

Tabla 4. Cambio promedio por proceso de regulación metacognitiva

PROMEDIO GENERAL			
	ANTES	DESPUES	CAMBIO
PLANEA	80%	87%	7%
CONTROLA	68%	84%	16%
EVALUA	40%	93%	53%

Fuente. Elaboración propia (2023).

Luego de la aplicación de la UD que incluyó los procesos de regulación metacognitiva de forma explícita para el desarrollo de tareas de la vida cotidiana, escolar y resolución de problemas, el proceso de planeación mantuvo su porcentaje de forma general, el proceso de control y evaluación mejoraron representativamente sus resultados con respecto a los obtenidos en el instrumento inicial. El proceso de evaluación que en el primer momento mostró pocas evidencias, presentó el mayor cambio, alcanzando en el instrumento final alrededor del 93% de evidencias en promedio en todos los estudiantes, para una mejoría del 53% con respecto al instrumento inicial.

A continuación se presentan el análisis de los resultados obtenidos. Este análisis se hace para cada uno de los procesos de la regulación metacognitiva confrontando los hallazgos con el marco teórico.

7.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA REGULACIÓN METACOGNITIVA

7.2.1 Sobre el proceso de planeación.

El análisis parte de lo que Brown (1987) considera sobre el proceso de planeación, como componente de la regulación metacognitiva y a la luz de los descriptores establecidos para esta subcategoría. Para el análisis se consolidan algunas respuestas asociadas al proceso en estudio, posteriormente se describe la tendencia hallada y se soporta de acuerdo al marco teórico de la investigación.

La tabla 5 muestra algunas de las respuestas de los estudiantes al instrumento, que permitieron caracterizar este proceso metacognitivo:

Tabla 5. Algunas Respuestas obtenidas en el momento inicial de acuerdo a las preguntas del proceso de Planeación

Planeación / Instrumento Inicial	
Pregunta	Estudiante
P1. Teniendo en cuenta la situación, describe qué acciones realizarías para lograr lo que te pide tu mamá:	E1: Yo antes de salir a comprar le preguntaría a mi mamá, que son las cosas que debo comprar para ir repasándolas Y tratar de memorizarlas para no excederse en lo que compré y no me falte nada tampoco. Sería algo así como una lista mental.
	E3: Yo tomaría nota de todo lo que necesito comprar para que así se me haga más fácil el cargo
	E4: Yo haría una lista para así estar más segura de lo que voy a comprar y no hacer gastos en cosas innecesarias
P4: Describe lo que tienes que hacer para resolver el problema y asegurarte de llegar a la respuesta que te piden.	E1: Obtengo los datos que me muestran, lo reemplazo en la ecuación, dejo a un lado la incógnita y despejo realizando la operación
	E3: Para poder llegar a la respuesta Tuve que aplicar la ley de boyle y que me dice que $p_1 v_1 = p_2 v_2$
	En el primer paso recogí todos los datos que me proporcionan, en el segundo reemplazo la fórmula de la ley de boyle, en el tercero resolver la ecuación con un procedimiento común y en el último Halle el valor de la incógnita
	E4: Preparo la ecuación Reemplazo los datos Despejo la incógnita
P7: ¿Qué pasos vas a seguir para resolver el problema?	Para Hallar el resultado multiplique y luego dividí
	E1: No sé
	E3: Voy a seguir los pasos establecidos en la ley de Boyle
	E4: Reemplazar datos para la ecuación despejar variables

Fuente. Elaboración Propia (2023)

Las respuestas de la tabla muestran que los estudiantes inicialmente no establecen una secuencia estratégica detallada para enfrentarse a cada situación. En el caso de la pregunta 1, los estudiantes se enfocan en lograr comprar lo requerido por su madre (ese sería el objetivo), asimismo mencionan llevar cuenta de lo pedido (en lista o en memoria), sin embargo poco se interesan por el valor de los productos y pasan por alto algo determinante como lo es el valor del bono y su fecha de vencimiento. Tampoco se interesan por fijarse el lugar de la compra, ni las marcas y cantidades de los productos. En este momento los estudiantes dan cuenta de una planeación general y sin mucho detalle para el caso de resolución de problemas en la vida cotidiana.

En la pregunta 4 donde los estudiantes se enfrentan a la resolución de un problema de química de gases, la estrategia se ve más diseñada por un mayor número de pasos, en la mayoría está compuesta por 5 pasos cortos contenido por manejo y reemplazo de datos, aplicación de ecuación correspondiente a la ley solicitada, operaciones matemáticas, despeje y cálculo final. En la pregunta 7 los estudiantes reflejan nuevamente una estrategia generalizada enfocada principalmente en la ley de gases que corresponde y la relación matemática que van a utilizar, sin mayor detalle del procedimiento. Esta caracterización se corresponde a lo manifestado por Buitrago y García (2011) para quienes este momento está compuesto de acciones para comprender el enunciado y buscar conexiones con sus estructuras conceptuales matemáticas para elegir procedimientos útiles a la hora de estructurar las estrategias.

Teniendo en cuenta los resultados y las evidencias mostradas por los estudiantes en sus respuestas podemos inferir que en cuanto a la planeación, las estrategias descritas por los estudiantes en el momento inicial para enfrentar los problemas en química son muy generales, E3P7: *“Voy a seguir los pasos establecidos en la ley de boyle”* E4P7: *“Reemplazar datos para la ecuación despejar variables”*, planes enfocados en el objetivo y poca importancia a las acciones o pasos necesarios para lograr respuestas coherentes y con sentido de acuerdo al contexto de la situación planteada, esto concuerda con lo hallado por Buitrago y García (2011) quienes reconocen que los estudiantes al resolver problemas los abordan de manera intuitiva a partir del ensayo y error.

La siguiente tabla resume algunas respuestas de estudiantes frente a preguntas relacionadas con el proceso de planeación en el momento posterior a la implementación de la regulación metacognitiva como estrategia para resolver problemas de la vida cotidiana y específicamente de la química de gases.

Tabla 6. Algunas Respuestas obtenidas en el momento final de acuerdo a las preguntas del proceso de Planeación

Planeación / Instrumento Final	
Pregunta	Estudiante
P1: Teniendo en cuenta la situación, describe qué acciones realizarías para lograr lo que te pide tu mamá:	E1: Le preguntaría a mi mamá lo que necesita comprar con dicho bono y crear una lista para no olvidar ningún producto
	E3: Organizar una lista que contenga lo que se necesite en el hogar así se compra lo necesario
	E4: Las acciones que realizaría serían las de preguntarle a mi mamá que es lo que regularmente compra para así poder escribir esto en un listado, para comprar solo lo que mi mamá considera que es necesario, y nos desobedecer lo que me dijo de no gastar en cosas innecesarias. E listado lo hago por si algo se me llega a olvidar.
P4: Describe lo que tienes que hacer para resolver el problema y asegurarte de llegar a la respuesta que te piden.	E1: Leo Atentamente el problema, Voy sacando los datos importantes, Escribo la ecuación, Reemplazo los datos, Hago las operaciones (multiplico y divido), Canelo unidades semejantes, Doy el resultado
	E3: Leer muy bien enunciado, releer y la pregunta y ver que realizar una regla de tres inversa o la fórmula de boyle $P_1V_1=P_2V_2$, y escribir los datos que da y los que faltan, y mirar lo que me piden. Despues rectificar con lógica que a menor presión, mayor volumen.
	E4: Qué métodos puedo aplicar para Hallar el resultado, En este caso tener en cuenta las condiciones, Aplicar el método, Corroborar
P7: ¿Qué pasos vas a seguir para resolver el problema?	E1: Leer el problema las veces que sea necesaria anotar los datos más importantes y saber qué me piden
	E3: Solución de ecuaciones con una incógnita
	E4: Identificar qué me pide, Identificar los valores, Aplicar ley de boyle para Hallar el resultado

Fuente. Elaboración Propia (2023)

Como podemos ver en la pregunta 4, donde se les pedía describir la forma en que solucionarían el problema de química de gases, los estudiantes describen paso a paso el camino que planean seguir para encontrar una respuesta. Si bien los estudiantes en este momento final evidencian estrategias un poco más elaboradas, con pasos más detallados y

actividades más específicas, estos modelos no presentan la numeración de los pasos ni tampoco preveen los resultados, con referente a la planeación Cadavid (2014) asegura que esta incluye una enumeración ordinal de pasos que les permita prever unos resultados. Tampoco tienen en cuenta distintos planes, solo consideran un camino para lograr el objetivo, distinto a lo hallado por Buitrago y García (2011), quienes encontraron que planificar la estrategia con la cual llegarán a la solución del problema, implica considerar múltiples estrategias para decidir cual se adapta mejor a la situación específica. En ninguno de los momentos algún estudiante tuvo en cuenta varias alternativas de solución, todos mencionaron una única vía para llegar a la respuesta.

Una estrategia que si evidencian los estudiantes y que para Buitrago y Garcia (2011) puede considerarse una estrategia metacognitiva, es la lectura detallada del problema. En el momento final, tanto en la pregunta 4 como en la pregunta 7, varios estudiantes mencionan como paso inicial: *P4E1: Leo atentamente el problema*, *P4E3: Leer muy bien enunciado, releer y la pregunta*, *P7E1: Leer el problema las veces que sea necesaria*, es recurrente la lectura del problema como paso principal para conocer la situación a la que se enfrentan, Buitrago y García (2011) asegura que esta estrategia es muy usada debido a los requerimientos que desde la enseñanza se han impuesto para la resolución de problemas.. Además, los estudiantes en esta parte resaltan mucho el uso e importancia del manejo de datos y aplicación de la ecuación como herramienta memorizada para aplicar mecánicamente y obtener un resultado numérico.

Conclusión preliminar. A modo de conclusión la planeación de los estudiantes tiende a estar compuesta por una estrategia general, sencilla y de pocos pasos sin enumerar, sin embargo, no consideran otra forma o varias, en caso de que el primer plan no les permita llegar a la respuesta de manera correcta. Aun así las estrategias son eficientes, y están direccionadas de acuerdo a la unidad esperada del resultado, lo que les permite alcanzar una respuesta coherente de acuerdo a la situación. Los estudiantes analizados tienden a interesarse en la lectura comprensiva del problema, incluso releer para tener claro los datos, lo que les permite resaltar la información dada y enfocarse en lo que les pide el problema.

Producto de la UD didáctica en cuanto a la planeación, parece ser que una vez los estudiantes se familiarizan con los procesos de la regulación metacognitiva y resuelven el instrumento posteriormente, muestran un proceso de planeación basado en planes más complejos, elaborados y detallados: E1P4: “*Leo Atentamente el problema, Voy sacando los datos importantes, Escribo la ecuación, Reemplazo los datos, Hago las operaciones (multiplico y divido), Canelo unidades semejantes, Doy el resultado*”. En este momento se evidenció mayor interés por saber con anterioridad “qué pide el problema”: E3P4: “*y mirar lo que me piden, y E1P7: “saber qué me piden*”, con el fin de tener claro el objetivo, para el cual establecen más pasos que dirección el camino con el cual esperan llegar a la respuesta. Incluso dan cuenta de “comprobar” y “rectificar” dentro de su plan antes de empezar la resolución del problema: E4P4: “*Aplicar el método Corroborar*” E3P4: “*Después rectificar con lógica que a menor presión, mayor volumen.*”. Es decir, que una vez los estudiantes se enfrentan a las estrategias de regulación metacognitiva con respecto a la planeación, diseñan mejor el rumbo a seguir para alcanzar el objetivo inicialmente establecido, basado en una comprensión del problema y una aplicación de las herramientas adecuadas.

7.2.2 Sobre el proceso de monitoreo

Los resultados específicos de esta subcategoría se resumen en las siguientes tablas, teniendo en cuenta que para Brown (1987) el monitoreo se refiere a la posibilidad que se tiene, en el momento de realizar la tarea, de comprender y modificar su ejecución, por ejemplo, realizar auto-evaluaciones durante el aprendizaje, para verificar, rectificar y revisar las estrategias seguidas. A continuación, se consolidan algunas respuestas asociadas al proceso de monitoreo de los estudiantes en el instrumento aplicado inicialmente:

Tabla 7. Algunas Respuestas obtenidas en el momento inicial de acuerdo a las preguntas del proceso de Monitoreo

Monitoreo / Instrumento Inicial	
Pregunta	Estudiante
P3: ¿Cómo puedes saber que has cumplido con la tarea que te encomendó tu mamá?	E1: Comprando lo justo y necesario sin objeciones Al momento de estar en el supermercado y comprar cosas innecesarias, Verificando que compre todo lo que está en la lista
	E4: Al confirmar que todo lo comprado está igual o parecido a las anteriores compras realizadas por mi madre

	o al observar que hay cantidades necesarias del artículo en mi casa
	E5: sabiendo que mi mamá si está utilizando las cosas que ella me encomendó teniendo un buen uso de ellas
P12. ¿Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema?	E1: Que sea coherente con respecto a las unidades y reemplazas verificando E4: Igualando los resultados ya que sus productos deben ser los mismos E5: Verificar nuevamente el problema los datos que me pidieron y corregir
P13. ¿En cuál de los pasos tuviste dificultades?	E1: En ninguno E4: En ninguno, tuve buena comprensión de los problemas E5: Ninguno
P14: ¿Dónde debiste hacer ajustes o correcciones?	E1: En ninguno E4: No tuve necesidad E5: En el dibujo para poder crear una gráfica correcta

Fuente. Elaboración Propia (2023)

El proceso de monitoreo o control esta evidentemente ligado con la planeación, ya que de este primer momento y de las estrategias establecidas en él, dependen las actividades de verificación, revisión y autoevaluación, por lo que aquellos estudiantes que no planearon, difícilmente podrán hacer control de estrategias que no se establecieron. Se pudo identificar además que los estudiantes poco monitorean al momento de resolver problemas de química, su plan los lleva a seguir el curso de la resolución del problema hasta llegar a una respuesta (correcta o incorrecta), pero es poco el estudiante que regresa a revisar el proceso para realizar ajustes.

Con respecto a la pregunta 3, se evidencia que la estrategia planteada inicialmente (que era llevar una lista de los productos necesarios) no se tiene como base para hacer seguimiento de lo que se va a comprar, solo uno de los tres estudiantes referenciados menciona *P3E5: Verificando que compre todo lo que está en la lista*. El resto no hace monitoreo adecuado al no haber planeado correctamente. Por otro lado, en la pregunta 12 que hace referencia al problema de química de gases y que busca que el estudiante describa

la forma de verificar y rectificar el plan que lleva durante el desarrollo del problema, 2 de los estudiantes se basan en el valor y las unidades del resultado, sin tener en cuenta el proceso para llegar a este: *P12E1: Que sea coherente con respecto a las unidades y reemplazas verificando, P12 E4: Igualando los resultados ya que sus productos deben ser los mismos*. Contrario a estos el E5 puso especial atención en rectificar el proceso desde el principio, expresando que se asegura de llegar a la respuesta que le piden al *P12E5: Verificar nuevamente el problema los datos que me pidieron y corregir*.

En los estudiantes analizados el monitoreo se soporta por el reconocimiento y uso correcto de ecuaciones para cada caso, la aplicación de operaciones matemáticas correctas, el despeje adecuado de incógnitas y el desarrollo numérico general de los problemas que involucran la química de gases. Acciones que sobresalieron como parte de algunas estrategias establecidas para resolver dichos problemas.

Sin embargo, en la pregunta 13 y 14 que buscaban resaltar el proceso de auto-evaluación de los estudiantes, se muestra poca evidencia de reconocer dificultades y haber necesitado realizar correcciones aun cuando no alcanzaban la respuesta correcta. Esto evidencia la falta de estrategias metacognitivas de autorregulación y la poca implementación de auto-evaluaciones durante el aprendizaje, para verificar, rectificar y revisar las estrategias seguidas, de acuerdo a Tamayo (2006).

Posteriormente a la socialización de la regulación metacognitiva como estrategia para la resolución de problemas en la química de gases, se aplicó nuevamente el instrumento para analizar los cambios. Los resultados se resumen en la tabla siguiente para las preguntas asociadas al proceso de monitoreo:

Tabla 8. Algunas Respuestas obtenidas en el momento final de acuerdo a las preguntas del proceso de Monitoreo

Monitoreo / Instrumento Final	
Pregunta	Estudiante
P3: ¿Cómo puedes saber que has cumplido con la tarea que te encomendó tu mamá?	E1: Cuando compro exactamente lo que llevé anotado, no me falte nada de la lista y lo que en realidad sí se necesita en mi casa E4: Puedo saber esto si al llegar al súper voy cogiendo todo lo que estaba en la lista e ir tachándolo cada producto que vaya tomando, Y por último verificar que al momento de ir a pagar con el bono este

	me alcance para pagarlo todo y no sobrepasarme así como me dijo y me advirtió mi mamá.
	E5: Porque traje todo lo que me pidió, estaba en la lista y porque no sobró mucho dinero.
	E1: Reemplazando el resultado, si me da lo mismo que la primera multiplicación
P12. ¿Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema?	E4: Porque me da en las unidades que me pide el problema que es atmósfera de presión
	E5: Porque la presión es mayor
	Porque la respuesta tiene unidad de atmósfera
	E1: En ninguno
P13. ¿En cuál de los pasos tuviste dificultades?	E4: En ninguno
	E5: Ninguno
	E1: En el momento de despejar
P14: ¿Dónde debiste hacer ajustes o correcciones?	E4: En ninguno
	E5: Ninguno
Fuente. Elaboración Propia (2023)	

Con respecto a la pregunta 3, la cual está enfocada en el monitoreo de situaciones de la vida cotidiana se evidencia que los estudiantes hacen un mayor control de la estrategia, teniendo en cuenta que hacen seguimiento de “la lista” que resaltaron como estrategia a seguir para lograr cumplir con el objetivo de comprar los productos que se necesitan, la revisión de la lista les permitía reflexionar si a medida que hacían la tarea se iban acercando al objetivo de comprar todo lo de la lista. Para el caso de la pregunta 12 también se muestra un control de lo que les pide el problema y las unidades que solicita. Las acciones mencionadas como P12E1: *Reemplazando el resultado, si me da lo mismo que la primera multiplicación*, P12E4: *Porque me da en las unidades que me pide el problema que es atmósfera de presión* y P12E5: *Porque la presión es mayor* les permitió verificar que la estrategia empleada les sirvió, y que si no “le daba lo mismo que la primera multiplicación” o que “si no le da en las unidades que le pide el problema” o si “la presión no es mayor” debían hacer correcciones para llegar a lo que pedía el problema.

Sin embargo en las preguntas más reflexivas acerca de dificultades, ajustes y correcciones (pregunta 13 y 14), solo un estudiante reconoció necesitar hacer ajustes o correcciones, P14E1: *en el momento de despejar*. Con esta última evidencia podemos concluir que los estudiantes no auto-evalúan su proceso ya que casi ninguno identifica las dificultades que presentan para llegar al objetivo, con respecto a esto, Cadavid (2014) asegura que el objetivo clave de las auto-evaluaciones yace en la oportunidad que tiene el estudiante de determinar los obstáculos que se presentan mientras resuelve una tarea propuesta.

Conclusión Preliminar. Comparando lo expresado en los dos momentos se puede concluir que la inclusión de la regulación metacognitiva como estrategia para tareas de la vida cotidiana y la resolución de problemas en química, permite que en una forma sencilla, completa y eficiente, los estudiantes logran hacer un monitoreo de las tareas encomendadas. Sin embargo lo declarado por los estudiantes se da de forma superficial, limitado quizás por el tiempo para la reflexión y la poca familiarización en la identificación de dificultades y el auto-análisis en los procesos de aprendizaje.

7.2.3 Sobre el proceso de evaluación

La evaluación es el proceso que menos evidencia posee de ser aplicado en promedio por los estudiantes en el momento inicial, esto al no describir procesos como comprobar, verificar, revisar, asegurar ni rectificar. Fue recurrente que los estudiantes manifestaran finalizar sus procesos con un resultado numérico, el cuál no era evaluado o cuestionado, es decir, no expresaban que verificaban la veracidad de la cifra, sus unidades o rectificaran el procedimiento utilizado, esto soportado en que las prácticas de enseñanza tradicional se “enfocan más hacia la respuesta que hacia los procesos de comprensión” (Buitrago y García, 2011).

La siguiente tabla resume lo expresado a través del instrumento aplicado en el momento inicial y muestra algunas respuestas correspondientes al proceso de evaluación, el cual para Brown (1987) se realiza al final de la tarea, y se refiere a la naturaleza de las

acciones y decisiones tomadas por el aprendiz; evalúa los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia.

Tabla 9. Algunas Respuestas obtenidas en el momento Inicial de acuerdo a las preguntas del proceso de Evaluación

Evaluación / Instrumento Inicial	
Pregunta	Estudiante
P12: ¿Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema?	E2: Por la unidad y el número que me arroja el resultado
	E4: Puedo asegurarme que la respuesta es correcta si el resultado es coherente Y me da la unidad correcta
	E5: Que sea coherente con respecto a las unidades y reemplazas verificando
P15: ¿Lograste solucionar las dificultades? ¿Cómo lo lograste?	E2: Sí siguiendo los pasos
	E4: Sí con ayuda de la profesora al preguntarle algunas dudas que tenía
	E5: No tuve ninguna dificultad

Fuente. Elaboración Propia (2023)

En el momento inicial con respecto al proceso de evaluación los estudiantes evalúan la coherencia de su resultado teniendo en cuenta las unidades que les pedía el problema. Es decir, que para ellos han llegado a la respuesta sí la unidad corresponde a la solicitada, y de lado dejan la magnitud obtenida y lo que esto representa dentro del contexto del problema. De acuerdo al sentido del resultado Barrera y Cuevas (2017) aseguran que la evaluación implica que una vez encontrado el resultado, se le da un sentido a la solución del problema. En cuanto a la pregunta 15 los estudiantes evalúan dejando de lado la estrategia que establecieron inicialmente, se interesan más por el valor, por lo que la evaluación que realizan no da cuenta del análisis de la estrategia elegida.

Tabla 10. Algunas Respuestas obtenidas en el momento Final de acuerdo a las preguntas del proceso de Evaluación

Evaluación / Instrumento Final	
Pregunta	Estudiante
P12: ¿Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema?	E2: Rectificando con lógica que a menor volumen aumenta la presión
	E4: Porque realicé un buen procedimiento y realicé la cancelación de las unidades iguales para obtener la unidad necesitada
	E5: Porque la presión es mayor, Porque la respuesta tiene unidad de atmósfera
P15: ¿Lograste solucionar las dificultades? ¿Cómo lo lograste?	E2: Siguiendo los pasos al pie de la letra
	E4: No tuve dificultades
	E5: Revisando el planteamiento

Fuente. Elaboración Propia (2023)

Para el momento final la evaluación estuvo más fundamentada en la lógica con respecto a la cantidad obtenida, y aseguran que obtuvieron la respuesta correcta no solo por la unidad a la que llegaron sino también por el numero valor obtenido, P12E2: *Rectificando con lógica que a menor volumen aumenta la presión*, P12E5: *Porque la presión es mayor*. Sin embargo este proceso se evidencia por influencia externa de la docente, pero se dificulta el proceso de forma espontánea. Con respecto a esto Corredor y Londoño (2017) citan como la regulación externa donde el estudiante depende de otras personas para realizar la tarea, esto incluye la evaluación de los mismos.

Conclusión Preliminar. Analizando lo señalado por los estudiantes en las preguntas correspondientes al proceso de evaluación se evidencia que los estudiantes evalúan condicionados por un resultado, es decir, muy poco realizan la evaluación con respecto a la forma como llegan a la solución, las acciones o estrategias que utilizaron, sino de acuerdo a si alcanzan o no la respuesta correcta.

Producto de la UD didáctica en cuanto a la evaluación, en el momento en el que los escolares conocen los procesos de regulación metacognitiva explícitamente, estos por lo menos mencionan en sus respuestas de reflexión, el procedimiento o estrategia aplicada. Por ejemplo, P12E4: *Porque realicé un buen procedimiento*, P15E2: *Siguiendo los pasos*

al pie de la letra, P15 E5: Revisando el planteamiento. Es decir que a la hora de evaluar tienen en cuenta “el procedimiento”, “los pasos” y se regresan al planteamiento para evaluar cómo llegaron a la solución. Por lo tanto algunos estudiantes realizan la evaluación completa de la estrategia para justificar la eficacia de la misma.

7.2.4 Discusión de resultados Regulación Metacognitiva

Las respuestas a los tres interrogantes de esta primera parte demuestran que los estudiantes informantes poseen avances en el desarrollo de la metacognición, ya que manifiestan conciencia de su propia capacidad, conocen estrategias para realizar tareas y las saben utilizar, identifican y resuelven problemas, idean planes y adelantan acciones para resolver situaciones.

Es pertinente aclarar que el control, supervisión y monitoreo de las actividades realizadas comprueban si las acciones realizadas corresponden a lo planificado, lo cual permite detectar dificultades y obstáculos para buscar alternativas que los superen (Dieser, 2019). La evaluación, a su vez, es la valoración de los procesos realizados para asegurar la efectividad del plan diseñado. Para Hurtado (2013), la evaluación asegura la regulación metacognitiva y la responsabilidad de los estudiantes como constructores de su propio aprendizaje.

La segunda parte del instrumento indaga si los estudiantes tienen la capacidad de elaborar un plan, seguirlo, controlarlo y evaluarlo de manera autónoma e independiente cuando resuelven problemas de Química de Gases. Aquí se evidencia una falencia en el desarrollo del programa de Química: el predominio y casi exclusividad de los cálculos matemáticos. De esta manera, el estudiante se obliga a memorizar el nombre y propiedades de los gases (en lo relacionado con la unidad temática en consideración) y resolver problemas para obtener una buena calificación.

La Química pertenece al área de Ciencias Naturales (como la Física), y su prioridad es la experimentación. Sin ella, el estudiante no se capacita ni se adiestra para proponer en la práctica de vida cotidiana lo aprendido en el trabajo de aula, o sea que el aprendizaje no tiene sentido, no es significativo. Al respecto, Avendaño & Gómez (2013) son insistentes

en recomendar la familiarización de los temas de manera real y práctica, pues la experiencia facilita la construcción de sus propios conocimientos. Se resalta, entonces, que el estudiante es un sujeto activo en los procesos de construcción de conocimientos, capaz de dirigir, establecer metas y controlar su propio aprendizaje.

La tercera parte del instrumento indaga si los estudiantes tienen la capacidad de elaborar un plan, seguirlo, controlarlo y evaluarlo cuando resuelven problemas de Química de Gases con orientación de la docente. Los estudiantes aciertan al describir los datos que aporta un ejercicio de la Ley de Boyle, como son presión (P), volumen (V). De igual forma, los estudiantes han mecanizado los pasos para la resolución de este problema, o sea planteamiento de la fórmula, búsqueda de datos, reemplazar la fórmula, ejecutar las operaciones (multiplicación y división) y cálculo de la incógnita. El desarrollo de la Unidad Didáctica enseñó a los estudiantes a emplear razonamientos lógicos en la resolución de problemas en química.

Lo anterior motiva la presentación de una recomendación de Solaz Portolés (2010), quien propone estrategias didácticas que mejoren la resolución de problemas en química, abandonando los métodos tradicionales para fomentar aprendizajes significativos, y que permitan el desarrollo de capacidades básicas y razonamiento científico, cruzando conceptos abstractos con conceptos concretos, trabajo en grupos colaborativos para favorecer el intercambio de ideas y opiniones.

Se considera oportuno anotar una idea sobre la actividad de diseñar un plan. Trisca (2006) resume su desarrollo con la formulación de objetivos, selección de estrategias apropiadas, asignación de recursos, establecimiento de metas, selección de estrategias activación del conocimiento y asignación de tiempo a cada etapa.

Se hace especial mención en las actividades de detectar errores y corregirlos, verificación del plan, control de cada actividad y su respectiva evaluación. Son las actividades en las cuales los estudiantes demostraron debilidades, pero se lograron avances como logros de la implementación de la Unidad Didáctica.

Conclusión Regulación Metacognitiva. En primer lugar, la regulación metacognitiva juega un papel importante a la hora de resolver problemas de química de gases, teniendo en cuenta que sus procesos (planeación, control y evaluación) se pueden equiparar con los pasos para la resolución de problemas en química de gases. Dentro de la planeación de la resolución de problemas se incluyen estrategias metacognitivas que permite contextualizar al estudiante dentro de la situación problemática y entregar información y datos para diseñar el camino para su desarrollo. En esta etapa se incluyen estrategias metacognitivas como Leer atentamente el problema, entender el contexto, resaltar los datos que da el problema, reconocer que pide el problema, plasmar la situación en un gráfico o dibujo e identificar la Ley correspondiente para su solución.

En cuanto al proceso de control de la regulación metacognitiva, se puede asimilar a la etapa de desarrollo del problema; en ella se incluye reconocer las relaciones u operaciones matemáticas para desarrollar la situación problema, resaltar las unidades de cada dato que da el problema, despejar correctamente la incógnita y emplear correctamente las operaciones matemáticas. Por último, el proceso de la evaluación se asemeja a las estrategias aplicadas para corroborar el resultado obtenido, dentro de ellos está: verificar la unidad de la respuesta, comprobar que eso era lo que preguntaba el problema de forma lógica, teniendo en cuenta relaciones inversas o directas y lo reflejado en la gráfica.

Los procesos de regulación metacognitiva que, intuitivamente, más se evidenciaron en los procesos de aprendizajes de los estudiantes presentes en esta investigación fueron la planeación y el control, apoyados por las estrategias con las cuales crean planes sencillos donde resaltan las etapas de desarrollo numérico y acaban en el resultado, que pocas veces verifican. El proceso de control se ve protagonizado por las estrategias de cálculo y operaciones matemáticas, escaseando en él la verificación del plan diseñado. La evaluación es el proceso que no aparece genuinamente en la resolución de problemas de química para los estudiantes aquí analizados, su proceso se ve finalizado en un resultado que no se contextualiza y no se da de acuerdo a la problemática expuesta.

7.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la categoría de Resolución de problemas a la luz de lo establecido por Schoenfeld (1992) y sus dimensiones. Se presentarán las preguntas y respuestas asociadas a cada una de las dimensiones en el momento inicial y final de la investigación. Posteriormente se realiza el contraste con la teoría de apoyo y se concluye en cada una de ellas de manera específica y de forma general para la categoría mencionada.

El instrumento diseñado en la presente investigación buscaba además evidenciar el uso de las subcategorías establecidas por Schoenfeld (1992) para la resolución de problemas, como consecuencia de la aplicación de estrategias metacognitivas, en este caso, para problemas de química de gases. Las dimensiones de Recursos, Heurística, control y sistema de creencias están ligados a los procesos de regulación metacognitiva, teniendo en cuenta que los indicadores de recursos y heurística se asemejan a las estrategias empleadas en el proceso de planeación de la regulación metacognitiva, el control de resolución de problemas se acerca a las estrategias que se aplican en la verificación o control de la regulación metacognitiva y el sistema de creencias abarca los tres procesos de regulación metacognitiva.

Para la parte IV del Instrumento se diseñaron 9 aseveraciones relacionadas con las 4 dimensiones de la resolución de problemas establecidas por Schoenfeld (1992), así: 2 para recursos, 2 de Heurística, 4 de Control y 1 de Sistema de Creencias. Los estudiantes debían confirmar con qué frecuencia aplicaban estas estrategias a la hora de resolver problemas en química de gases, antes y después del desarrollo de la Unidad Didáctica. De forma general se tienen los siguientes hallazgos en lo afirmado por la muestra estudiantil:

Con respecto a la categoría de resolución de problemas de acuerdo a Schoenfeld (1992) aplicada a la química de gases, asociado a las partes III y IV del instrumento diseñado en la presente investigación se pudo constatar de manera específica y general el siguiente comportamiento en la población de análisis inicial y final del desarrollo de la Unidad Didáctica:

7.3.1 Dimensión Recursos

En cuanto a los recursos se espera que los estudiantes que evidencien esta dimensión demuestren tener conocimientos previos con respecto a la química de gases, y específicamente a las leyes de los gases y sus propiedades, así como también identificar las ecuaciones, despejar las fórmulas, manejo de unidades y cálculos matemáticos sencillos, entre otros. La siguiente tabla muestra las respuestas de los estudiantes frente a la solución de un problema específico de química de gases y preguntas relacionadas con la dimensión recursos, según Schoenfeld (1992), es decir, aquellos conocimientos previos o herramientas con las que cuenta el estudiante para resolver el problema, conceptos, fórmulas, algoritmos o nociones.

Tabla 11 Dimensión: Recursos - Momento Inicial

Dimensión: Recursos - Momento Inicial	
Problema: Una muestra de gas hidrógeno (H_2) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2,0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?	
Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas
P6: ¿De qué se trata el problema?	E1: Trata de hallar una nueva presión en atmósferas
	E2: Trata de un gas de Hidrógeno el cual tiene un volumen 5 L y una presión de 1 atm.
	E3: Se trata de un gas o muestra de gas
	E4: Trata de una muestra de gas Hidrógeno
	E5: De una muestra de gas
P9: ¿Qué datos te da el problema? Incluye las unidades	E1: El volumen y la presión de una atmósfera
	E2: $V_1=5L$ $v_2=2L$ $p_1=1atm$
	E3: Nos da el volumen inicial 5 litros y la presión de una atmósfera luego la disminución del volumen es igual a 2 y p incógnita
	E4: Volumen en L y presión en atmósferas
	E5: $P_1=1 atm$ $V_1=5L$ $P_2=?$ $V_2= 2L$
P10: ¿Qué ecuación necesitas para resolver el problema?	E1: $V_1=5L$ $v_2=2L$ $p_1=1atm$
	E2: $P_1 v_1 = p_2 v_2$
	E3: La ecuación de la ley de Boyle $p_1 v_1 = p_2 v_2$

	E4: Para resolverlo necesitamos la ley de boyle $p_1 v_1 = p_2 v_2$ E5: La ecuación de boyle que sería $p_1 v_1 = p_2 v_2$
P11: ¿Qué operaciones matemáticas debes de aplicar?	E1: Multiplicación y división E2: Multiplicación y división E3: Los de reemplazar la fórmula multiplicar y dividir E4: Multiplicación división E5: Necesito multiplicaciones y divisiones
P21. Identifico y resalto las relaciones matemáticas que me pueden servir para resolver los problemas en química.	3 de los 5 estudiantes asegura que casi siempre reconoce las relaciones matemáticas o ecuaciones que le puede servir para resolver los problemas en química.
P16. Comprendo los problemas planteados en química a la primera lectura.	3 de los 5 estudiantes asegura que casi siempre comprende los problemas planteados en química a la primera lectura.
P17. Releo los problemas en química para tener claro lo que me piden.	3 de los 5 estudiantes asegura que siempre relee los problemas en química para tener claro lo que me piden. 1 de ellos afirma que lo hace casi siempre y 1 dice hacerlo algunas veces.
P20. Identifico y resalto los datos que me dan los problemas en química.	Con respecto a identificar y resaltar los datos de los problemas en química, 2 estudiantes confirman que lo hacen casi siempre, 2 algunas veces y 1 casi nunca.

Fuente. Elaboración propia (2023)

Los estudiantes analizados demuestran contar con los recursos mínimos para enfrentar los problemas, inclusive antes del desarrollo de la Unidad Didáctica, esto teniendo en cuenta que muestran tener dominios de los conceptos, fórmulas y operaciones requeridas para el caso. Entre esto está el reconocimiento de propiedades de los gases como son la presión y el volumen y su respectiva asociación con las unidades que las miden, así mismo identifican la Ley de Boyle y su expresión matemática, como también la forma correcta de despejarla y realizar operaciones matemáticas para llegar al resultado solicitado. Schoenfeld (1992) resalta que es necesario que el docente conozca los recursos o herramientas con que cuentan sus estudiantes, sino corre el riesgo de que estos no posean las herramientas para encontrar la solución a la hora de resolver un problema.

Con respecto a la pregunta 6 que indagaba sobre el contexto de la situación y de qué trataba, 4 de los 5 estudiantes mencionan a qué se refiere la situación. Solo uno de ellos se enfocó en resaltar sobre qué pide el problema, *P6E1: Trata de hallar una nueva presión en atmósferas*.

Sin embargo, en las afirmaciones aceptan tener inconvenientes a la hora de comprender los problemas en química luego de la lectura inicial, más de la mitad de ellos asegura releer los problemas y menos de la mitad afirma que casi siempre resalta los datos del problema. Barrera y Cuevas (2017) incluyen estos recursos dentro de la primera fase de Pólya la cual corresponde a la comprensión del problema, y esta abarca además la lectura, entender que es lo que se está requiriendo y estos recursos de información con los que cuentan.

Una vez los estudiantes conocieron explícitamente la regulación metacognitiva como estrategia para resolver problemas en química, completaron nuevamente el mismo instrumento y con respecto a la dimensión de recursos expresaron su forma de resolver problemas de química de gases. Esta información se recopiló en la siguiente tabla para analizar el cambio en sus afirmaciones:

Tabla 12. Dimensión: Recursos - Momento Final

Dimensión: Recursos - Momento Final	
Una muestra de gas hidrógeno (H_2) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2,0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?	
Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas
	E1: Trata de una muestra de gas hidrógeno que tiene un volumen de 5 litros y una presión de 1 atmósfera
P6: ¿De qué se trata el problema?	E2: De un gas con volumen de 5 litros y una presión de una atmósfera, al cual se le disminuye su volumen. E3: De una muestra de gas que le varía la presión E4: De una muestra de gas hidrógeno

	E5: La variación de la presión respecto al volumen
P9: ¿Qué datos te da el problema? Incluye las unidades	E1: $V_1=5\text{ L}$, $v_2= 2\text{ L}$, $p_1= 1\text{ atm}$, $p_2= x$ E2: $p_1= 1\text{ atm}$, $V_1= 5\text{ L}$ y $V_2= 2\text{ L}$ E3: $P_1= 1\text{ atm}$, $V_1=5\text{ L}$, $p_2=?$ y $V_2=2\text{ L}$ E4: Dos volumenenes en litros Una presión en atmósfera E5: $V_1=5\text{ L}$, $v_2= 2\text{ L}$, $p_1= 1\text{ atm}$, $p_2= x$
P10: ¿Qué ecuación necesitas para resolver el problema?	E1: $P_1V_1=P_2V_2$ E2: La ecuación de la Ley de Boyle E3: La ecuación es $p_1 v_1 = p_2 v_2$ E4: Ley de Boyle, $P_1 v_1$ igual a $p_2 v_2$ E5: La ecuación es $p_1 v_1 = p_2 v_2$
P11: ¿Qué operaciones matemáticas debes de aplicar?	E1: Multiplicación E2: Multiplicación y división E3: Multiplicación y división E4: Regla de tres simples, multiplicación y división E5: Multiplicación, división e incógnita
P21. Identifico y resalto las relaciones matemáticas que me pueden servir para resolver los problemas en química.	3 de los 5 estudiantes asegura que casi siempre reconoce las relaciones matemáticas o ecuaciones que le puede servir para resolver los problemas en química.
P16. Comprendo los problemas planteados en química a la primera lectura.	4 de los 5 estudiantes asegura que casi siempre comprende los problemas planteados en química a la primera lectura.
P17. Releo los problemas en química para tener claro lo que me piden.	3 de los 5 estudiantes asegura que siempre relee los problemas en química para tener claro lo que me piden.
P20. Identifico y resalto los datos que me dan los problemas en química.	Con respecto a identificar y resaltar los datos de los problemas en química, 3 estudiantes confirman que lo hacen casi siempre, 1 siempre, 1 algunas veces.

Fuente. Elaboración propia (2023)

Posteriormente al desarrollo de la Unidad Didáctica los estudiantes mantuvieron su manejo de los recursos basados en los conceptos, fórmulas, unidades, despeje y operaciones, evidenciando un poco más de interés por la incógnita, que es la meta a la que

esperaban llegar. Los estudiantes también muestran un mayor interés en las afirmaciones por conocer y manejar completamente el contexto del problema, demostrando interés por la comprensión y la interpretación, más allá del simple cálculo y resultado del problema, esto teniendo en cuenta que aumentó el número de estudiantes interesados por releer el problema para mayor visión y establecimiento de estrategias a la hora de resolver problemas en química.

Con respecto a la pregunta 10 donde se indaga sobre la ecuación necesaria para resolver el problema, se puede evidenciar que todos los estudiantes refieren la ecuación que corresponde a la Ley de Boyle, unos solo la mencionan y otros incluso escriben la expresión matemática con sus respectivas variables. Esto respalda que los estudiantes analizados cuentan con las herramientas matemáticas para enfrentarse a este tipo de problemas en química, contrario a lo resumido por Vera-Monroy (2022) quienes resaltan que para esta temática uno de los errores u obstáculos comunes durante el aprendizaje de ley de los gases es el manejo de ecuaciones, proporciones y funciones.

Por otra parte, con referencia a la pregunta 11, 4 de los 5 estudiantes mencionan la multiplicación como operaciones necesaria para aplicar a la hora de resolver, también 4 de los 5 menciona la división como complemento a la hora de hallar un resultado en este tipo de situaciones. Cabe resaltar que uno de ellos hace mención a la regla de tres, este procedimiento puede ser tomado como una forma en la que el estudiante sabe llegar a la respuesta, para Vera-Monroy (2022) este es un mecanismo cognitivo básico que depende de la habilidad para relacionar variables e información.

Con respecto a la dimensión de Recursos, García (2010) resalta que es la forma como relaciona el conocimiento matemático con el problema por resolver. Los resultados obtenidos contrastan con lo hallado por el autor con respecto al estudiante, quienes consideran que el problema solamente tiene una solución. Esto se relaciona con lo obtenido en la categoría de regulación metacognitiva donde los aprendices no consideran que existan otras formas o mecanismos para resolver la situación.

7.3.2 Dimensión Heurística

Por su parte la heurística en la resolución de problemas de química de gases se puede ver a través del uso de gráficas que representen correctamente la situación descrita, también usar relaciones lógicas que permitan predecir el resultado, definir una estrategia paso a paso que le permita llegar a la respuesta, resalta los datos que importantes que da el problema, y otros. Teniendo en cuenta lo que Schoenfeld (1992) reconoce como Heurísticas en la resolución de problemas, y que para él hace referencia a la metodología que emplean los estudiantes para resolver problemas, se recopilan las respuestas obtenidas a través del instrumento correspondientes a las preguntas de la dimensión mencionada. Estas se muestran en la siguiente tabla para el momento inicial:

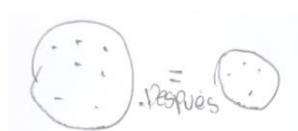
Tabla 13. Dimensión: Heurística - Momento Inicial

Dimensión: Heurística - Momento Inicial	
Una muestra de gas hidrógeno (H_2) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2,0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?	
Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas
P6. ¿Qué te pide el problema?	E1: Hallar la nueva presión en atmósferas si el volumen disminuye
	E2: La nueva presión de la muestra de gas
	E3: El problema me pideCuál sería la nueva presión en atmósferas de una muestra de gas hidrógeno
	E4: Hallar la nueva presión en atmósferas
	E5: Hallar la nueva presión en atmósferas según el cambio en el volumen
P9. ¿Qué datos te da el problema? Incluye las unidades	E1: El volumen y la presión de una atmósfera
	E2: $V_1=5L$ $v_2=2L$ $p_1=1atm$
	E3: Nos da el volumen inicial 5 litros y la presión de una atmósfera luego la disminución del volumen es igual a 2 y p incógnita
	E4: Volumen en L y presión en atmósferas
	E5: $P_1=1 atm$ $V_1=5L$ $P_2=?$ $V_2= 2L$
	E1: No sé

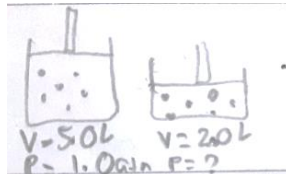
	E2: Reemplazar los datos de la fórmula de la ley de boyle, despejar la incógnita y cancelar unidades
P10. Que pasos vas a seguir para resolver el problema	E3: Voy a seguir los pasos establecidos en la ley de boyle E4: Reemplazar datos para la ecuación despejar variables E5: Leer el problema aplicar la ecuación reemplazo los datos despejo la variable y resuelvo matemáticamente

Todos los estudiantes realizan gráficas intentando interpretar el problema.

E1:

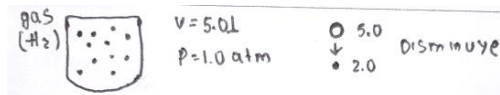


E2:

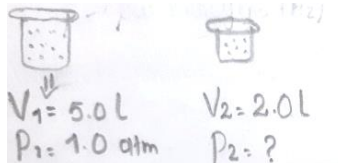


P11. ¿Crees que puedes hacer un diagrama o gráfico que represente el problema? Si tu respuesta es sí, muestra cómo sería.

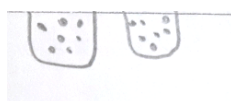
E3:



E4:



E5:



P18. Tengo un plan para solucionar los problemas en química	Solo 1 de los 5 estudiantes reconoce siempre tener un plan para solucionar problemas en química, el resto confirma que solo algunas veces lo tiene.
P19. Utilizo algún tipo de representación gráfica, dibujo, tabla u otros para resolver problemas en química.	2 de los 5 estudiantes asegura que casi nunca utiliza algún tipo de representación gráfica para resolver problemas en química. Otros 2 aseguran que solo algunas veces, y solo uno afirma que siempre realizan gráficas.

P20. Identifico y resalto los datos que me dan los problemas en química.	Solo 2 de los 5 estudiantes afirma que identifica y resalta los datos que le dan los problemas en química. Del resto, 1 afirma que casi siempre, 1 que algunas veces y 1 casi nunca.
--	--

Fuente. Elaboración propia (2023)

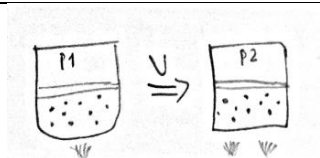
Previamente al desarrollo de la Unidad Didáctica la población de análisis muestra habilidades para conocer el problema en cuanto a los datos y la meta, es decir, la incógnita. Aun así, sus estrategias son descritas sencillas con pocos pasos y enfocadas en la resolución numérica del problema, acabando en la obtención de un resultado. Aunque todos mostraron un gráfico representativo del problema, lo hicieron de forma resumida y simple. De acuerdo a lo obtenido los estudiantes se asemejan a lo que Schoenfeld llama circunstancias estereotípicas, que provocan respuestas estereotípicas. Barrantes (2006) lo ejemplifica y resalta el procedimiento de resolución casi automático, donde el estudiante analiza la forma de llegar a la respuesta describiendo una estrategia, pero no tiene en cuenta que llegar no pueda ser así de fácil, ya que no tienen en cuenta la complejidad de las operaciones o funciones matemáticas.

Con referencia a la pregunta 11 donde se buscaba que el estudiante hiciera uso de gráficas representativas de la situación, aunque todos intentaron plasmar con dibujos cómo entendieron la situación, 2 de ellos representaron el problema enfocados en el recipiente que contenía el gas, sin resaltar en la gráfica los datos que les entregaron. Aun así, todos tuvieron presente la importancia de plasmar el cambio en el volumen de la muestra por lo que se nota recipiente o volúmenes iniciales mayores comparados con el de la situación final. En esta pregunta surgió mucha problemática porque alegaban “no saber dibujar muy bien”, sin embargo lo intentaron.

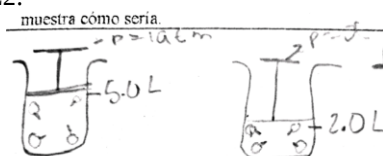
Para el momento final los estudiantes nuevamente se enfrentan al instrumento y sus respuestas con respecto a las preguntas que corresponden a la dimensión Heurísticas se organizan en la siguiente tabla con el fin de analizar el cambio una vez conocen la regulación metacognitiva como estrategia para resolver problemas en química:

Tabla 14. Dimensión: Heurística - Momento Final

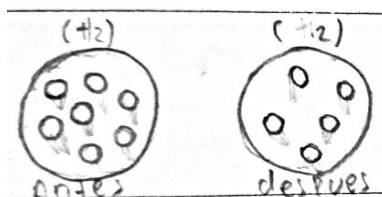
Dimensión: Heurística - Momento Final	
Una muestra de gas hidrógeno (H_2) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2.0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?	
Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas
P6. ¿Qué te pide el problema?	E1: Hallar la nueva presión en atmósfera si el volumen disminuye a 2 litros
	E2: Una nueva presión de un gas hidrógeno
	E3: El problema me pide Cuál es la nueva presión de una muestra de gas
	E4: Nueva presión en atmósferas
	E5: Encontrar la nueva presión
P9. ¿Qué datos te da el problema? Incluye las unidades	E1: $V_1= 5L$, $P_1=1$ atm, $V_2=2L$
	E2: $P_1= 1$ atm $P_2=?$ $V_1=5L$ $V_2= 2L$
	E3: $P_1= 1$ atm, $V_1=5L$, $p_2=?$ y $V_2=2L$
	E4: Dos volumenenes en litros
	Una presión en atmósfera
P10. Que pasos vas a seguir para resolver el problema	E5: $V_1=5$ L, $v_2= 2$ L, $p_1= 1$ atm, $p_2= x$
	E1: Sacar los valores, luego reemplazar en la ecuación de Boyle, cancelar el volumen para así hallar la nueva presión.
	E2: Voy a hacer una regla de 3 inversa y rectificar con lógica.
	E3: Identificar qué me pide
	Identificar los valores
	Aplicar ley de boyle para Hallar el resultado
	E4: Leer el problema las veces que sea necesaria anotar los datos más importantes y saber qué me piden
	E5: Encontrar los datos resolver Y verificar
¿Crees que puedes hacer un diagrama o gráfico que represente el problema? Si tu respuesta es sí, muestra cómo sería.	4 de los 5 estudiantes realizan gráficas intentando interpretar el problema. E1:



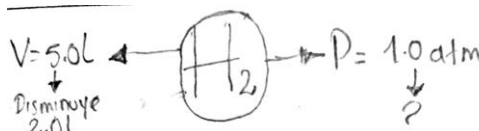
E2:



E3:



E4:



E5:

No dibuja

P18. Tengo un plan para solucionar los problemas en química	Solo 3 de los 5 estudiantes reconoce casi siempre tener un plan para solucionar problemas en química, el resto confirma que solo algunas veces lo tiene.
P19. Utilizo algún tipo de representación gráfica, dibujo, tabla u otros para resolver problemas en química.	1 de los 5 estudiantes asegura que siempre utiliza algún tipo de representación gráfica para resolver problemas en química. Otros 3 aseguran que solo algunas veces, y 1 afirma que casi nunca realizan gráficas.
P20. Identifico y resalto los datos que me dan los problemas en química.	1 de los 5 estudiantes afirma que siempre identifica y resalta los datos que le dan los problemas en química. Del resto, 2 afirma que casi siempre, 1 que algunas veces y 1 casi nunca.

Fuente. Elaboración propia (2023)

Las respuestas dan cuenta de estrategias de resolución de problemas más elaboradas, con procedimiento y metas claras y además con la intención de verificar el resultado, es decir que el problema para ellos ahora no termina con el cálculo final, sino que además buscan asegurarse que sea la respuesta correcta y que esta tenga un sentido dentro del contexto de la situación.

Los estudiantes además logran desglosar la información que les entrega el problema, incluyendo estos datos en la gráfica la cual plasma una estrategia más clara de lo que se tiene, y a dónde quiere llegar. En cuanto a las gráficas ahora estas son alimentadas por datos e incógnitas que plasman una estrategia más completa para llegar a la meta. Al igual que lo mostrado por García (2010), los estudiantes partiendo ahora de una lectura compresiva del problema, logran definir la pregunta para idear una estrategia que permita responderla. Además tener claro aspectos teóricos, en este caso la Ley de Boyle, permite relacionar el conocimiento matemático y dar puntos de apoyo para resolver el problema (García, 2010).

7.3.3 Dimensión Control

Por su parte, la dimensión de control puede plasmarse a través del monitoreo de la estrategia establecida anteriormente, contemplar varias formas de solucionar el problema, identificar inconvenientes y corregir, a pesar de desarrollar procedimiento verifica que este lo esté llevando a cabo correctamente. La habilidad que tienen los estudiantes de analizar su proceso es lo que Schoenfeld resalta como la dimensión de control, dentro del instrumento de la presente investigación se incluyeron preguntas con el fin de evidenciar el control de los escolares y sus respuestas se muestran en la siguiente tabla para el momento inicial:

Tabla 15. Dimensión: Control - Momento Inicial

Dimensión: Control - Momento Inicial	
Una muestra de gas hidrógeno (H_2) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2.0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?	
Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas
P12. Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema?	E1: Verificar nuevamente el problema los datos que me pidieron y corregir
	E2: Por la unidad y el número que me arroja el resultado
	E3: Verificando Y evaluando si la fórmula y los datos es la correcta
	E4: Puedo asegurarme que la respuesta es correcta si el resultado es coherente Y me da la unidad correcta
	E5: Que sea coherente con respecto a las unidades y reemplazas verificando

P13. ¿En cuál de los pasos tuviste dificultades?	E1: En ninguno
	E2: En ninguno
	E3: En ninguno de los pasos
	E4: En El Paso de la Gráfica
	E5: Ninguno
P14. ¿Dónde debiste hacer ajustes o correcciones?	E1: Ninguno
	E2: En ninguno
	E3: Tuve que corregir Al momento de reemplazar y ajuste el modo del desarrollo
	E4: En el dibujo para poder crear una gráfica correcta
	E5: En ninguno
P22. A medida que soluciono los problemas verifico que esté siguiendo el plan	2 de los 5 estudiantes aseguró que siempre verifica que esté siguiendo el plan a medida que soluciona los problemas. El resto afirma que casi siempre lo hace.

Fuente. Elaboración propia (2023)

De manera previa al desarrollo de la Unidad didáctica los estudiantes guían su procedimiento de acuerdo exclusivamente a la unidad que obtendrá, uno de ellos menciona *P12E1: “ Verificar nuevamente el problema los datos que me pidieron y corregir ”* dando cabida a un análisis y control de lo que pudo ser su estrategia para resolver el problema. Aseguran no tener dificultades y el estudiante que lo reconoce lo hace específicamente para el dibujo. Menos de la mitad de la población analizada reconoce que se preocupa por hacer seguimiento al plan previamente trazado.

Tabla 16. Subcategoría: Control. Momento Final

Dimensión: Control – Momento Final	
Una muestra de gas hidrógeno (H_2) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2.0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?	
Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas
P12. Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema?	E1: Reemplazando el resultado, si me da lo mismo que la primera multiplicación
	E2: Rectificando con lógica que a menor volumen aumenta la presión

	E3: Verificando que la presión sea mayor ya que disminuyó el volumen
	E4: Porque realicé un buen procedimiento y realicé la cancelación de las unidades iguales para obtener la unidad necesitada
	E5: Porque la presión es mayor
	Porque la respuesta tiene unidad de atmósfera
P13. ¿En cuál de los pasos tuviste dificultades?	E1: En ninguno
	E2: En ninguno
	E3: En ninguno
	E4: En ninguno
	E5: Ninguno
P14. ¿Dónde debiste hacer ajustes o correcciones?	E1: En el momento de despejar
	E2: En ninguno
	E3: En ninguno
	E4: En ninguno
	E5: En ninguno
P22. A medida que soluciono los problemas verifico que esté siguiendo el plan	3 de los 5 estudiantes aseguró que siempre verifica que esté siguiendo el plan a medida que soluciona los problemas. El resto afirma que casi siempre lo hace.

Fuente. Elaboración propia (2023)

En la dimensión de Control los estudiantes analizados mostraron evidencia de hacer mayor seguimiento al resultado obtenido, le dieron un sentido, usando lógica y manejando correctamente las unidades. Sin embargo les sigue costando aceptar dificultades o hacer ajustes. En la parte de las afirmaciones aumentó el número de estudiantes que se preocupa por hacer seguimiento al plan previamente trazado.

7.3.4 Dimensión Sistema de Creencias

En el sistema de Creencias Schoenfeld agrupa las ideas que los estudiantes tienen sobre los problemas, la dedicación que tienen a la hora de resolverlos, es decir, si disponen del tiempo que este requiere o prefieren darse por vencido en el primer inconveniente, y abandonar el proceso.

Tabla 17. Dimensión: Sistema de Creencias. Momento Inicial

Dimensión: Sistema de Creencias - Momento Inicial			
Una muestra de gas hidrógeno (H ₂) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2.0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?			
Parte del Instrumento	Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas	
Parte IV	Asocio los problemas de química con situaciones de la vida cotidiana.	Únicamente 1 de los 5 estudiantes asegura que casi siempre asocia los problemas de química con situaciones de la vida cotidiana. Del resto, 3 algunas veces y 1 casi nunca.	
	Utilizo el mismo plan para resolver todo tipo de problemas en química	3 de los 5 estudiantes acepta que casi siempre utiliza el mismo plan para resolver todo tipo de problemas en química. Del resto, 2 algunas veces	
Fuente. Elaboración propia (2023)			

Los estudiantes dan razones para suponer que pocas veces existe una aplicación a la realidad de lo que son los problemas de la química de gases, y además de las pocas alternativas con que cuentan para desarrollar un problema de esta temática, este panorama donde los estudiantes emplean el mismo plan para resolver este tipo de problemas influye directamente a la hora de planear, monitorear y evaluar sus procesos de aprendizaje.

Tabla 18. Subcategoría: Sistema de Creencias – Momento Final

Dimensión: Sistema de Creencias - Momento Final			
Una muestra de gas hidrógeno (H ₂) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2.0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?			
Parte del Instrumento	Preguntas asociadas a la dimensión	Respuestas	
Parte IV	Asocio los problemas de química con situaciones de la vida cotidiana.	Únicamente 1 de los 5 estudiantes aseguran que casi siempre asocia los problemas de química con situaciones de la vida cotidiana. Del resto, 1 algunas veces y 3 casi nunca.	
	Utilizo el mismo plan para resolver todo tipo de problemas en química	1 de los 5 estudiantes acepta que siempre utiliza el mismo plan para resolver todo tipo de problemas en química. Del resto, asegura que algunas veces	
Fuente. Elaboración propia (2023)			

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Dimensión de Sistema de Creencias, se puede establecer que los estudiantes no varían mucho luego del desarrollo de la Unidad Didáctica en este proceso de la resolución de problemas, y que estos tienen una percepción mecánica y casi automática a la hora de resolver este tipo de problemas, esto basado en la

poca contextualización que realizan tanto de la situación del problema, como de la estrategia que deben utilizar, hasta la interpretación que le pueden dar a los resultados obtenidos. Schoenfeld (1992) asegura que esta dimensión aparte de estar marcada por la creencia del estudiante también se ve influenciada por las creencias que pueda tener el docente, y que por ejemplo en física, muchos ya vienen con nociones previas generalmente falsas, las cuales son difíciles de cambiar en aun más complicado en tan pocas intervenciones.

8 CONCLUSIONES

A manera de conclusión, se anota que los objetivos formulados para la investigación se lograron de manera satisfactoria.

Los estudiantes analizados se caracterizaron en el proceso de planeación por contemplar una única estrategia para resolver los problemas en química, esta estrategia sobresalen además por ser cortas, sencillas, de pocos pasos, aunque en todos efectiva. En cuanto al monitoreo los estudiantes consideran guiarse por aplicar correctamente ecuaciones y operaciones matemáticas, lo que parece ser que les permite asegurarse de llegar a la respuesta en cada situación. Lo declarado en cuanto al proceso de evaluación da evidencia de que los escolares analizan la efectividad de la estrategia exclusivamente con el resultado obtenido, dejando de lado la reflexión sobre el camino, las dificultades, errores o ajustes necesarios para mejorar su proceso.

En cuanto a la caracterización general se evidencia que los procesos de regulación metacognitiva no se llevan a cabo de forma interna, ya que la planeación, el monitoreo y la evaluación para la resolución de problemas en química se dan siempre enfocados en el resultado, sin embargo para los estudiantes el proceso, la estrategia o la forma de llegar a la respuesta parece ser poco importante. Es necesario que para esto se logre evolucionar de una regulación externa, liderada y guiada por el docente, a una regulación interna (auto regulación) donde el escolar conozca de sí mismo la mejor forma para solucionar este tipo de situaciones y favorecer la autonomía en su aprendizaje. Este cambio puede estar sujeto a la familiarización o no de los estudiantes con actividades y propuestas didácticas que incluyen e inciten los procesos de regulación metacognitiva de tal forma que el estudiante conozca de sus distintas estrategias de aprendizaje.

Se logra la promoción de la regulación metacognitiva al diseñar e implementar la unidad didáctica acorde a los procesos de la Regulación metacognitiva, así como conectar las temáticas y sus procesos con tareas de la vida cotidiana, escolares, académicas y de resolución de problemas, tanto en química como en otras áreas del conocimiento. Además dentro de la UD fue explícita la aplicación de la regulación metacognitiva para la resolución de problemas de química de gases, logrando desglosar por pasos la secuencia para lograr con éxito estos procesos. El efecto de la Unidad didáctica se ve reflejado

además en el quehacer docente desde donde se reconoce la importancia de incluir la regulación metacognitiva en otras temáticas e incluso incentivar su aplicación en otras áreas, donde también se puede incluir en la realización de tareas, trabajos, exposiciones, formas de estudio, entre otros.

Para finalizar, los cambios demostrados en cuanto a la regulación metacognitiva de la población estudiada fueron:

Todos los estudiantes analizados demostraron comprender la importancia de la evaluación, teniendo en cuenta que dentro de sus procesos de resolución de problemas incluyeron estrategias como *verificar el resultado, asegurarse que la unidad es la que piden o revisar que haya despejado correctamente*. Por lo tanto, el proceso de evaluación fue el proceso más asimilado, entendido y aplicado por los estudiantes, basados además que de forma previa a la Unidad didáctica solo uno de ellos había mostrado algún tipo de estrategia asociada a dicho proceso.

Con respecto a éste último objetivo, los estudiantes evidenciaron la aplicación de estrategias metacognitivas a la hora de planear, demostrando que su programación para la resolución de problemas de química de gases presenta una estructura establecida previamente, en las cuales contemplan releer los problemas, identificar los datos, reconocer la incógnita, identificar la ecuación y operaciones matemáticas a utilizar, presumir el comportamiento de las variables y su unidad. En cuanto a las estrategias metacognitivas de control evidencian un seguimiento al cambio de la variable (teniendo en cuenta que para la Ley de Boyle es una relación inversa), a cancelar las unidades iguales al momento de operar y asegurarse de despejar correctamente la incógnita. Por último, a la hora de aplicar estrategias metacognitivas de evaluación, se pudo evidenciar posterior a la aplicación de la unidad didáctica, que los estudiantes extienden sus soluciones más allá de la obtención de una respuesta numérica, ya que estos son conscientes de verificar su resultado, rectificar sus procesos en el desarrollo y cálculo, aplicar lógica frente al problema y la posible solución, revisar el plan, para por fin confirmar el dato obtenido.

Específicamente en la resolución de problemas, la implementación de la Unidad Didáctica basada en la regulación metacognitiva generó algunos cambios en las

dimensiones que establece Schoenfeld (1992) a la hora de enfrentarse a las situaciones, y en este caso para problemáticas de la química de gases, algunos de ellos fueron: En cuanto a la dimensión de recursos los estudiantes evidenciaron un mayor interés por interpretar y contextualizar esos conceptos que ya traían alrededor de la química de gases, esto reflejado en el manejo, uso e interpretación adecuada de las unidades, en establecer un meta, en releer el problema para una comprensión adecuada del contexto lo que les permite desglosar la información para establecer un camino adecuado. En cuanto a la heurística los estudiantes reflejan una mejoría al momento de diseñar estrategias, estas complementadas por procesos como identificar datos, aplicar ecuaciones, despejar incógnitas, operar valores, calcular y verificar los resultados.

Por la parte de control, los estudiantes a pesar de haber demostrado tener un buen manejo de esta dimensión en cuanto a las ecuaciones, procedimientos, operaciones, despeje y cálculo, se evidenció un manejo más lógico de esta etapa evidenciado en el sentido que ahora los estudiantes le asignan a la respuesta, la cual no culmina el proceso, sino que ahora es sometida a proceso de verificación para validar tanto el plan establecido inicialmente, como el procedimiento y el producto obtenido. Y en cuanto al sistema de creencias fue la dimensión menos impactada por la Unidad Didáctica esto teniendo en cuenta que está compuesta por percepciones previas que trae el estudiante, las cuales tienen su influencia en la manera de enfrentar a los problemas y que difícilmente pueden tener un gran cambio en pocos y cortos momentos de intervención como los desarrollados en esta investigación. Al igual que muchos otros aspectos, el sistema de creencias de los estudiantes requiere dedicación y aceptación por parte tanto de los estudiantes como de los docentes para lograr un cambio significativo en esta dimensión.

Se sugiere a los docentes y estudiantes el uso de estrategias que faciliten el desarrollo de habilidades metacognitivas que potencien la resolución de problemas, y que en química específicamente se centren en dar un sentido a todo el proceso, desde el problema, su comprensión, el procedimiento, y por supuesto, una interpretación lógica al resultado, esto para facilitar la relación de las situaciones del aula con las situaciones de la

vida cotidiana, trabajando así para que la química y las ciencias sean realmente experimentales.

9 RECOMENDACIONES

El presente documento se limita al décimo grado, a la asignatura de Química y al tema de química de los gases. A manera de sugerencia, se recomienda que se experimente lo aquí tratado en todas las áreas, en todos los niveles, grados y cursos de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, con el fin de avanzar a nivel institucional a la generación de una cultura escolar con entornos de aprendizaje para que los estudiantes cultiven la metacognición.

Inicialmente se sugiere a los investigadores desarrollar estudios que apunten definir, aclarar y superar a los obstáculos epistemológicos que surgen en el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre la química de gases, ya que en este documento apenas se logra mencionar.

Teniendo en cuenta la caracterización arrojada por la presente investigación, se recomienda a los docentes ahondar en el proceso evaluativo de los estudiantes, de tal manera que ellos sean auto críticos y reflexivos en sus formas de alcanzar nuevos saberes.

Se recomienda a otros investigadores incluir la regulación metacognitiva dentro de sus propuestas investigativas, esto apuntando a que los estudiantes sean conscientes de su manera de aprender, planeen sus procesos, monitoreen el avance de estos, reconozcan sus mejores estrategias de aprendizajes, desarrollen nuevas propuestas y evalúen la efectividad de lo aplicado.

De ser así se sugiere que dentro del diseño del Instrumento a aplicar se asocie cada pregunta a un proceso de regulación metacognitiva específico, de tal manera que se pueda determinar a través de las respuestas qué estudiante evidencia el proceso correspondiente y se identifiquen las estrategias en cada uno de ellos.

Si la Institución Educativa propone un perfil para sus estudiantes como pensadores críticos y autónomos, con capacidad de aprender de manera permanente y continua, es absolutamente necesario ofrecer herramientas para el desarrollo de habilidades metacognitivas, sobre todo en un mundo cambiante y difícilmente competitivo.

La investigación demuestra que la metacognición es una estrategia para autorregular el aprendizaje de los estudiantes para un mejor desempeño académico, fomentando la motivación, el deseo de crecimiento. Por tanto, se sugiere que los docentes implementen actividades metacognitivas, hagan preguntas en vez de dar respuestas, iluminen con ejemplos prácticos y de vida cotidiana, combinando los contenidos de cada asignatura con los temas de otras asignaturas.

Con toda seguridad los niveles de aprendizaje mejorarán si los estudiantes autorregulan la construcción de sus propios conocimientos, haciendo planes para realizar tareas, estableciendo metas concretas a alcanzar, desarrollando actividades con temas concretos y abstractos, verificando el cumplimiento de las etapas de los planes diseñados, identificando y corrigiendo errores o fallas, ejerciendo procesos de control, monitoreo, seguimiento y evaluación.

10 REFERENCIAS

- Anguera Aguilaga, M. T. (1986, 1 julio). The qualitative research. *Educar*, 10, 23.
<https://doi.org/10.5565/rev/educar.461>
- Arbulú, C. Montenegro, L. Moreno, J. (2022). La metacognición como factor de desarrollo de competencias en la educación peruana. *Revista Educación*, 46 (1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44068165006>
- Avendaño, A., & Gómez, O. (2013). *Construcción de explicaciones de las propiedades de los gases*. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Digital UPN.
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/349/TO-16354.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barrantes, H. (2006). Resolución de problemas – El trabajo de Allan Schoenfeld. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. (1). 1-9.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6971>
- Barrera Moreno, A. Cuevas Romo, J. (2017) Uso de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas aritméticos de estudiantes de primer ingreso de la licenciatura en enseñanza de las matemáticas. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa.
- Bernal Loaiza, M. E., Castaño Ramírez, M., Gómez Suta, M. del P., & Iodice , R. (2021). Análisis de la Regulación Metagónica en Estudiantes de Ingeniería durante el Aprendizaje de la Resolución de Problemas. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/ponencia.1634>
- Brown, A. (1985) "Metacognition. The Development of selective Attention Strategies for Learning from text" in Singer, Harry and Rudell, Robert b. (Eds), *Theoretical Models and Processes of reading International Reading Association Inc*. Ed INC.
<http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/13607?show=full>

- Brown. (1987). Metacognition, Executive control, Self-Regulation and other more Mysterious Mechanisms. *Weinert F.E . and Kluwe Hillsdale*, 65-116.
[https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2132939](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2132939)
- Buitrago, S.; García, L. (2011) *Procesos de regulación metacognitiva en la resolución de problemas*. Editorial Memorias del 12º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa.
https://issuu.com/samibumos/docs/procesos_de_regulacion_metacognitiva
- Cadavid, V. Tamayo, O. (2013). Metacognición en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos en Química Orgánica. *IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. 9-12.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306106>
- Castro, F. Correa, M. Lira, H. (2002). *Hacia una conceptualización de la metacognición y sus ámbitos de desarrollo*. Ed. Horizontes Educativos.
<https://www.redalyc.org/pdf/979/97917885008.pdf>
- Corredor, J. Londoño, J. (2017) *Aportes de la metacognición en el campo disciplinar de la química*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional Digital.
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ad5f9900-5efa-4ffc-9f90-55bdcf192c61/content>
- De Guzmán, M. (1981). *Real variable methods in Fourier Analysis*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- De Jesús, A. (2019). Caracterización de la Regulación Metacognitiva en la Resolución de Problemas sobre Medidas de Tendencia Central. *Ciencia & Educación*. 26.
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SgLNh67vwC7qtNKfzhV9qjP/?format=pdf&lang=es>

- Dieser, M (2019). Estrategias de autoregulación del aprendizaje y rendimiento académico en escenarios educativos mediados por tecnologías de la información y la comunicación. Universidad Nacional de la Plata.
- Fernández, M. (2010). Importancia y elementos de la programación didáctica. *Revista Didáctica*, 5(7), 221-232.
- García, E. (2014). *Resolución de Problemas*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- García, J. G. (2010). Aplicación de la estrategia de resolución de problemas en la enseñanza de Física, Química y Matemáticas en la USTA. *Hallazgos*, 7(14).
<https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2010.0014.06>
- González, F. (1996). Acerca de la Metacognición. *Paradigma*, 14(1y2), 109-135.
<https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.1996.p109-135.id184>
- Gutiérrez, D. (2005). Fundamentos teóricos para el estudio de las estrategias cognitivas y metacognitivas. *Investigación Educativa. Universidad Pedagógica de Durango*. 21-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2880921>
- Herrera, J. (2017). *Investigación Cualitativa*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Digital UDG.
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1167>
- Hurtado Vergara, R. D. (2013). Regulación metacognitiva y composición escrita: su relación con la calidad de educación en la educación básica primaria. *Uni-Pluriversidad*, 13(2), 35–43.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/unip/article/view/16972>
- Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: Un Camino para Aprender a Aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 1-17. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052008000100011>

- Jaramillo, L. & Simbaña, V. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia: colección de filosofía de la educación*, 16 (1), 299-313. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441846097014>
- Kolb, D. (1974). *Psicología Organizativa*. México: Editorial Pearson Prentice Hall.
- Milla, A. (2019). *Introducción al plan estratégico*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Obregozo, Z. (2019). *La regulación metacognitiva en el aprendizaje de acciones ambientales escolares*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional Digital. <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/561fa9fb-79b4-4d5d-9c44-c39a41067ab6/download>
- Pacheco, E. (2017). *Papel de la regulación metacognitiva en situaciones problema para el aprendizaje del concepto disoluciones*. [Tesis de pregrado, Universidad de Manizales]. Repositorio Digital Institucional. https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/46/simple-search?query=&sort_by=score&order=desc&rpp=10&filter_field_1=has_content_in_original_bundle&filter_type_1>equals&filter_value_1=true&filter_field_2=subject&filter_type_2>equals&filter_value_2=M%C3%A9todos+de+ense%C3%B1anza&etal=0&filtername=subject&filterquery=Educational+evaluation&filtertype>equals
- Pérez, G. y Gonzáles, L. M. (2020). Una posible definición de metacognición para la enseñanza de las ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 385-404. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p3>
- Quílez Pardo, J., & Quílez Díaz, A. M. (2016). Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: obstáculos a superar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 20-35. <http://hdl.handle.net/10498/18011>

- Sandoval, C. A. (1996). *Investigación Cualitativa*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Digital UDG.
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2815>
- Schoenfeld, A. (1992). *Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics*. Ed. Research.
https://www.researchgate.net/publication/289963462_Learning_to_think_mathematically_Problem_solving_metacognition_and_sense_making_in_mathematics
- Soláz-Portolés, J. J. (2010). Variables cognitivas y metacognitivas en la resolución de problemas de química: propuesta de estrategias didácticas. *Química Nova*, 33(6), 1403-1407. <https://doi.org/10.1590/s0100-40422010000600033>
- Tamayo, O. Zona, R. Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134146842006>
- Taylor, S. J. y Bogdan R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. <http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2011/12/Introduccion-a-metodos-cualitativos-de-investigaci%C3%B3n-Taylor-y-Bogdan.-344-pags-pdf.pdf>
- Tesouro, M. (2005). La metacognición en la escuela: la importancia de enseñar a pensar. *Educar*, 35, 135-144. <https://www.redalyc.org/pdf/3421/342130824013.pdf>
- Timbarlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica. Estructuras de la vida*. Ed. Pearson.
- Trisca, J. O. (2006). La regulación metacognitiva en el aprendizaje en línea. *RIEE | Revista Internacional de Estudios en Educación*, 6(2), 84-98.
<https://doi.org/10.37354/riee.2006.063>
- Valenzuela, M. (2019). ¿Qué hay de nuevo en la metacognición? Revisión del concepto, sus componentes y términos afines. *Educação e Pesquisa*, 45.
<https://doi.org/10.1590/s1678-4634201945187571>

- Velasco, D. (2019). *Aportes del ciclo de Kolb al pensamiento numérico en estudiantes de grado cuarto*. [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio Digital UPTC.
https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2726/1/TGT_1365.pdf
- Vera-Monroy, Sulma P., De la Hoz, Verónica, & Gamboa, María C.. (2022). Resolución de problemas en química: descifrando métodos, errores, obstáculos, temáticas y aplicabilidad usando N-Vivo. *Formación universitaria*, 15(1), 175-182.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000100175>
- Zona López J. R., & Giraldo Márquez J. D. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 122-150.
<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/latinoamericana/article/view/4006>

11 ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

Yo, acudiente del estudiante _____ del grado 10°, perteneciente a la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en la investigación titulada “Papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucran la química de gases en estudiantes de décimo grado”, cuyo objetivo es describir cuál es el papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucra la química de gases en estudiantes de 10° grado como requisito de un trabajo de grado para optar al título Magíster en enseñanza de las ciencias, autorizo a la investigadora Karime Patricia Galvis González para la realización de los siguientes procedimientos: recolección, procesamiento y tratamiento de la información suministrada. Adicionalmente me han notificado que la participación de mi acudido es voluntaria y está en libertad de retirarse de ella cuando lo considere pertinente, no recibirá beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos contribuirán a optimizar los sistemas de información de la Institución Educativa Nuestra Señora de Fátima, así como a otras instituciones educativas de características similares. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico bajo la responsabilidad de los investigadores y de la Universidad a la cual se adscribe el programa de Postgrado. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores. La información suministrada es completamente anónima y tratada única y exclusivamente con fines de investigación. Hago constar que he leído y comprendido el presente documento en fe de ello lo suscribo a través de mi firma.

Sí autorizo a mi acudido para participar en la investigación _____

No autorizo a mi acudido para participar en la investigación _____

Nombre completo del acudiente _____

Cédula del acudiente _____

Teléfono de contacto _____

Anexo 2. Instrumento Regulación Metacognitiva

Ciudad y fecha.

Estimado Estudiante, el presente cuestionario tiene como objetivo recopilar información en el marco del proyecto de investigación “Papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucran la química de gases en estudiantes de décimo grado”, cuyo objetivo es Describir cuál es el papel de la regulación metacognitiva en la resolución de problemas que involucra la química de gases en estudiantes.

Agradecemos tu disposición y sinceridad en la respuesta de los interrogantes planteados.

Atentamente,

Karime Patricia Galvis González

El presente instrumento de diagnóstico de regulación metacognitiva consta de cuatro partes:

PARTE I. Instrumento Regulación Metacognitiva en General

Objetivo: Establecer el estado de la regulación metacognitiva en tareas generales.

Lee con atención el siguiente texto:

Un día tu mamá te dice que no hay reservas de alimentos y productos en la casa, pero tu padre se ha ganado un bono de compras en un supermercado y que ella, por algún motivo, no tiene la disponibilidad de ir a hacer las compras antes de que llegue la fecha de vencimiento del bono.

Ella te pide el favor que le colabores con esta tarea, y que te asegures de traer cosas que sí utilizan en tu casa, teniendo mucho cuidado de no gastar en cosas innecesarias. El valor del bono es suficiente comparado con lo que tu madre normalmente gasta en dicha compra.

1. **Teniendo en cuenta la situación, describe qué acciones realizarías para lograr lo que te pide tu mamá:**

2. **Enumera algunos pasos que creas importante para cumplir con la advertencia de traer las cosas que si utilizan en casa.**

3. **¿Cómo puedes saber que has cumplido con la tarea que te encomendó tu mamá?**

PARTE II. Instrumento Regulación Metacognitiva en Química de Gases - Independiente

Objetivo: Evaluar si el estudiante tiene la capacidad de elaborar un plan, seguirlo, controlarlo y evaluarlo al momento de resolver problemas de Química de Gases.

Lee el siguiente problema de la Ley de Boyle y responde:

El ciclopropano, C_3H_6 , es un anestésico general. Una muestra de 5.0 L tiene una presión de 5.0 atm. ¿Cuál es el volumen del anestésico administrado a un paciente a una presión de 1,0 atm, si su temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?

4. Describe lo que tienes que hacer para resolver el problema y asegurarte de llegar a la respuesta que te piden.

PARTE III. Instrumento Regulación Metacognitiva en Química de Gases - Guiado

Objetivo: Evaluar la regulación metacognitiva cuando se orienta al estudiante para que ejecute una tarea.

Lee el siguiente problema y contesta las preguntas:

La relación inversa entre la presión y el volumen de un gas se conoce como *ley de Boyle*. La ley afirma que el volumen (V) de una muestra de gas cambia inversamente con la presión (P) del gas, mientras la temperatura (T) o la cantidad del gas (n) permanezcan constantes. Esta ley se expresa así:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Una muestra de gas hidrógeno (H₂) tiene un volumen de 5.0 L y una presión de 1.0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2,0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?

5. ¿Qué te pide el problema?
6. ¿De qué se trata el problema?
7. Qué pasos vas a seguir para resolver el problema
8. ¿Crees que puedes hacer un diagrama o gráfico que represente el problema?
9. ¿Qué datos te da el problema? Incluye las unidades.
10. ¿Qué ecuación necesitas para resolver el problema?
11. ¿Qué operaciones matemáticas debes de aplicar?
12. Cómo puedes asegurarte que la respuesta sí es lo que te pide el problema
13. ¿En cuál de los pasos tuviste dificultades?
14. ¿Dónde debiste hacer ajustes o correcciones?
15. ¿Lograste solucionar las dificultades? ¿Cómo lo lograste?

PARTE IV. Aseveraciones por dimensiones y variables

Deberá emitir su opinión en relación al conjunto de aseveraciones o ítems relacionados con las variables objeto de estudio. Por favor leer las siguientes instrucciones:

- Lee de forma detenida y cuidadosa cada una de las aseveraciones presentadas en el instrumento.
- Responde cada aseveración completando la información requerida marcando con una equis (x), según sea el caso.
- Procede a responder la totalidad de las aseveraciones presentadas. Para ello dispones de cinco opciones (nunca, casi nunca, algunas veces, casi siempre, siempre).
- Si tienes alguna inquietud con relación a los enunciados de cada aseveración pregunta a la investigadora.

Aseveraciones	Nunca	Casi Nunca	Algunas veces	Casi Siempre	Siempre
16. Comprendo los problemas planteados en química a la primera lectura.					
17. Releo los problemas en química para tener claro lo que me piden.					
18. Tengo un plan para solucionar los problemas en química					
19. Utilizo algún tipo de representación gráfica, dibujo, tabla u otros para resolver problemas en química.					
20. Identifico y resalto los datos que me dan los problemas en química.					
21. Identifico y resalto las relaciones matemáticas que me pueden servir para resolver los problemas en química.					
22. A medida que soluciono los problemas verifico que esté siguiendo el plan					

23. Asocio los problemas de química con situaciones de la vida cotidiana.					
24. Utilizo el mismo plan para resolver todo tipo de problemas					