



**APORTE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL APRENDIZAJE
DE LAS DISOLUCIONES QUÍMICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO**

DORA TERESA BARRERA CRUZ

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2023**

APORTE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL APRENDIZAJE DE
LAS DISOLUCIONES QUÍMICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO

Autor

DORA TERESA BARRERA CRUZ

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las
Ciencias

Tutora

MG. ANA MILENA LÓPEZ RÚA

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

2023

DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico a mi familia, quien me abrazó y me dio las fuerzas para
alcanzar cada uno de mis propósitos*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme los talentos, la vocación y la inmensa curiosidad que me han llevado a tantos aprendizajes.

A mis padres, que han dedicado su vida y amor para apoyarnos en la realización de nuestros sueños.

A Harrison, mi compañero incondicional, con quien he trabajado hombro a hombro en nuestros proyectos de vida

A la profe Ana Milena, que con su paciencia y entrega ha logrado encaminar mi trabajo en medio de tantas dificultades, agradezco sus valiosos aportes en desarrollo de esta investigación.

Por último, pero no menos importante, a todos mis hermanos por ser mi red de apoyo, en especial Luceli quien ha sido mi mejor amiga y consejera en mis momentos de oscuridad.

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como propósito central, Caracterizar el posible aporte de la resolución de problemas al aprendizaje de las disoluciones químicas en estudiantes de grado noveno; para ello, se propuso un estudio con un enfoque cualitativo-descriptivo que permitió documentar los cambios en los niveles de resolución de problemas, propuestos por Tamayo, y el aprendizaje de las disoluciones químicas a partir de los cambios en los niveles de representación en química de Johnstone, de 10 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Agropecuaria Los Canelos, en el municipio Santa Rosa del Sur, Colombia. Para la recolección de la información se diseñó e implementó un instrumento de lápiz y papel antes y después de la intervención didáctica, los resultados se analizaron a través de matrices, encontrando, que tras la intervención didáctica no hubo un tránsito hacia los niveles superiores de resolución de problemas y en los niveles de representación en química, sin embargo, no significa que no tuvieron cambios, pues en el momento final se tuvo un pequeño avance porque los estudiantes intentaron representar la presencia de sustancias que cambiaban las propiedades observables del agua, desde su experiencias e interacción con el entorno.

Palabras clave: Resolución de problemas, niveles de resolución de problemas, aprendizaje de disoluciones, niveles de representación

ABSTRACT

The primary purpose of this research was to characterize the potential contribution of problem solving to the learning of chemical solutions in ninth grade; To this end, a study was proposed with a qualitative-descriptive approach was proposed, which documented changes in problem-solving levels, as suggested by Tamayo, and the learning of chemical solutions from the changes in the levels of representation in chemistry, as suggested by Johnstone, of 10 ninth-grade students from Institución Educativa Técnica Agropecuaria Los Canelos, in Santa Rosa del Sur, Colombia. A pencil-and-paper instrument was designed and implemented for data collection before and after the didactic intervention. The results were analyzed using matrices, revealing, that after the didactic intervention there was no transition to higher levels of problem-solving and in the levels of representation in chemistry, however, it does not mean that they did not have changes, because in the final moment there was a small advance because the students tried to represent the presence of substances that changed the observable properties of water, from their experiences and interaction with the environment.

Keywords: Problem-solving, levels of problem-solving, learning solutions, levels of representation.

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES	12
2	AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	18
3	JUSTIFICACIÓN.....	21
4	REFERENTE CONCEPTUAL	23
4.1	INTRODUCCIÓN	23
4.2	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	23
4.2.1	Modelo de Pólya.....	25
4.2.2	Modelo de Schoenfeld.....	26
4.2.3	Modelo de resolución de problemas de Tamayo	29
4.3	LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN QUÍMICA.....	30
4.4	NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN QUÍMICA	31
4.5	HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS DISOLUCIONES	34
5	OBJETIVOS.....	41
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	41
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	41
6	METODOLOGÍA.....	42
6.1	ENFOQUE Y ALCANCE	42
6.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO	43
6.3	UNIDAD DE TRABAJO	43
6.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS	44
6.5	UNIDAD DE ANÁLISIS	44
6.6	TÉCNICAS Y FUENTES PARA RECOGER LA INFORMACIÓN.....	46
6.7	UNIDAD DIDÁCTICA.....	46
6.8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	48
6.9	PLAN DE ANÁLISIS	48
7	RESULTADOS	50

8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
8.1	ANÁLISIS INICIAL	53
8.1.1	Análisis inicial de los niveles de resolución de problemas	53
8.1.2	Análisis inicial de los niveles de representación de las disoluciones químicas	59
8.2	ANÁLISIS FINAL	64
8.2.1	Análisis final de los niveles resolución de problemas.....	64
8.2.2	Análisis final de los niveles de representación de las disoluciones químicas	69
8.3	RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	73
9	CONCLUSIONES.....	76
10	RECOMENDACIONES	77
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
13.	ANEXOS.....	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de resolución de problemas	30
Tabla 2. Niveles de representación en química	32
Tabla 3. Categorías de análisis	45
Tabla 4. Niveles iniciales de la resolución de problemas	50
Tabla 5. Niveles iniciales de la resolución de problemas	51
Tabla 6. Niveles finales de resolución de problemas	51
Tabla 7. Niveles finales de la resolución de problemas	52

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE SERES VIVOS EN INVESTIGACIÓN	84
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES	85
ANEXO 3. AUTORIZACIÓN DE LOS PADRES DE FAMILIA PARA LA APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	86
ANEXO 4. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN INSTITUCION EDUCATIVA ACADÉMICA Y TÉCNICA AGROPÉCUARIA LOS CANELOS.....	87

1 ANTECEDENTES

Sobre los antecedentes de investigación, se han encontrado investigaciones que relacionan la resolución de problemas con temas de química; no obstante, hasta el momento no se han encontrado trabajos que exploren la resolución de problemas en relación con el aprendizaje de las disoluciones químicas. A continuación, se presentan entonces, los trabajos de investigación que presentan los problemas relacionados con ambas categorías.

Gómez Moliné (2007), señaló que una de las dificultades recurrentes en la resolución de problemas de química, es la memorización de algoritmos para la resolución de ejercicios, es decir, limitarse a reproducir lo visto en clase sin generar aprendizajes en profundidad o estrategias de resolución de problemas. Adicionalmente, hace referencia a la influencia que puede tener la explicación del docente y el tiempo que se dedica en clase a resolver problemas contextualizados, en el éxito de los estudiantes al resolver problemas. En relación con este punto, Seferian (2010), identificó que los problemas escolares no logran ser investigaciones científicas guiadas en el aula como se pretende, ya que los estudiantes se orientan más al éxito que a la comprensión de los mismos, posiblemente por la presión que genera la nota.

Por otra parte, Seferian (2010), también planteó las dificultades del trabajo práctico del laboratorio desde una perspectiva tradicional sobre el desarrollo de conocimientos donde los alumnos consideran el laboratorio como un lugar donde hacen cosas, pero no aprecian realmente el significado de lo que hacen, ya que no se evidencia que haya afinidad entre los temas que se plantean y los intereses de los estudiantes, proponiendo realizar los laboratorios como pequeñas investigaciones de problemas abiertos con un enfoque de heurístico para mejorar las habilidades cognitivas y lingüísticas de los estudiantes.

Buitrago (2012), planteó algunas situaciones que se evidencian en las aulas de clase, como son la actitud pasiva del estudiante en su proceso de aprendizaje frente a la enseñanza tradicional centrada en el docente, lo que ha generado que los estudiantes tengan dificultades con el aprendizaje de la química y que no estén relacionando los conceptos vistos en las aulas de clase en la vida cotidiana; es decir que la metodología que se ha venido impartiendo pareciera no contextualizar, ni buscar que el estudiante explique cómo

funciona el mundo que le rodea; además tampoco se evidencia el desarrollo de habilidades, ni la transposición de conceptos; con el fin de enseñar al alumno a ser competente en diferentes campos, por esa razón se dificulta la comprensión de la realidad y la resolución de problemas concretos. En este sentido, cabe resaltar la importancia de realizar investigación en didáctica de las ciencias, precisamente porque se parte del supuesto de que hay prácticas docentes que deberían revisarse porque están influyendo en las dificultades que se vienen presentando en el aprendizaje de asignaturas como química.

Méndez y Castro (2016), expusieron como problemática que pese a que en la adolescencia, los estudiantes ya han estado en contacto con numerosos fenómenos de la vida cotidiana estrechamente relacionados con las disoluciones, analizan estas situaciones sin ninguna rigurosidad científica, y el docente que es quien debería ayudarle a establecer la conexión entre esos conocimientos previos y los conceptos científicos, al estar limitado por los planes curriculares, termina por realizar una explicación que resulta demasiado abstracta y que carece de sentido para el estudiante al estar descontextualizada, por lo que solo se les está llevando a pensar en dichas situaciones de forma superficial.

Pacheco (2017), partió de las dificultades que los estudiantes presentan para comprender en profundidad el concepto de disoluciones. Dentro de tales dificultades se pueden encontrar algunos obstáculos en la generación de representaciones mentales del fenómeno de disolución, pero también se plantea la persistencia de ideas erróneas sobre química que no solo se deben atribuir a las concepciones del estudiante, sino al propio discurso explicativo del docente, a esto podría sumarse que al centrarse en metodologías tradicionales de enseñanza, no se están generando los espacios para que docentes y estudiantes discutan sobre las dificultades que se generan dentro de la enseñanza y aprendizaje de un tema específico, dejando de lado la posibilidad de que el estudiante pueda reflexionar sobre su propio proceso y participar de forma activa en éste.

Gómez y Patiño (2018), plantearon que los problemas que persisten desde los últimos años de bachillerato en los estudiantes de primer semestre universitario, podrían deberse entre otros aspectos al hecho de no considerar situaciones relacionadas con su entorno sociocultural, considerando que pocas veces se involucran vivencias cercanas a las

relaciones sociales y culturales de los estudiantes en las actividades propuestas, aquí conviene subrayar la importancia de contextualizar los conceptos vistos en aula tal como se venía proponiendo por Gómez Moliné (2007) y Buitrago (2012), pues una de las finalidades de enseñar ciencias, es que el estudiante logre comprender y explicar lo que ocurre en su entorno.

Los mismos autores también identificaron otros problemas respecto al desconocimiento de la individualidad de los estudiantes, pudo evidenciar la falta de conciencia por parte de los docentes respecto a la individualidad de los estudiantes; así como una marcada tendencia a enseñar a los estudiantes sólo lo que ellos consideran necesario, haciendo entonces que el aprendizaje se convierta en una simple acumulación de datos, cifras o algoritmos que en muchas ocasiones no tienen una intención definida y que no son recreables en contexto, muy relacionado con lo que planteaba Gómez Moliné (2007), teniendo como consecuencia que los estudiantes muestren poco interés por el aprendizaje de la química, lo cual se evidencia en la poca motivación para realizar las diferentes actividades que se les proponen.

López (2018), encontró que la temática de las disoluciones químicas presenta gran dificultad para los estudiantes, puesto que les resulta difícil concebir la materia en su naturaleza corpuscular, y la comprensión molecular a nivel microscópico y submicroscópico de un dominio muy abstracto en la química, resulta difícil para los estudiantes al ser una rama de la química intangible. Otra dificultad encontrada en el aprendizaje de química en especial en el concepto de disoluciones químicas es el hecho de que los estudiantes no conduzcan activamente su propio aprendizaje, hay poca reflexión e iniciativa en la resolución de problemas químicos, y es evidente la falta de conciencia de las estrategias y la habilidad para utilizarlas. Adicionalmente, se planteó que no se está estimulando desde las aulas de clase, el proceso individual de cada estudiante para llevarlos a analizar e interpretar las problemáticas presentadas, lo que conlleva en algunos casos a que su proceso académico sea traumático y frustrante en la asignatura de química.

En concordancia con lo anterior, Velázquez (2018) planteó que, para los estudiantes, el aprendizaje de química resulta ser muy complejo, puesto que para ellos los

fenómenos químicos son algo que no es real o no tienen ningún sentido. Específicamente se les dificulta el aprendizaje de las disoluciones en química por las insuficientes conexiones que se establecen entre los tres niveles de representación, sumado a que la mayoría de docentes no los tienen en cuenta en la práctica docente.

Ahora bien, con relación a la resolución de problemas Gómez (2018), realizó una investigación cuyo propósito fue identificar las relaciones que se establecen entre la resolución de problemas y el aprendizaje de reacciones químicas en los estudiantes de la Universidad Católica de Manizales. La autora manifiesta que una de las situaciones que se presentan en la enseñanza y aprendizaje de conceptos químicos está relacionada con la comprensión de las reacciones químicas; pues es común percibir que la mayoría de los estudiantes construyen explicaciones teniendo en cuenta hechos observables y muy pocos lo hacen desde el punto de vista microscópico, lo cual denota una dificultad en el aprendizaje de la estequiometría.

Mediante el trabajo se pudo evidenciar la relación que se establece entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes universitarios. A partir de los modelos explicativos y la propuesta heurística de resolución de problemas de Tamayo, et al (2014), se logró que pasaran de la redesccripción de la experiencia y de enunciar el problema a describir el experimento según sus observaciones, esto, utilizando datos de las instrucciones para justificar sus respuestas e identificando una o dos variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas. Según las recomendaciones establecidas por la investigadora, es de vital importancia desarrollar este tipo de investigación en otros temas de química, con el fin de que los estudiantes asuman otro encuentro con el aprendizaje y la resolución de problemas.

Por otra parte, Benavides, Benavides y Rojas (2017) realizaron una investigación cuyo propósito fue promover la argumentación a través de la resolución de problemas de los estudiantes en su entorno y aula, desde el diseño y aplicación de una unidad didáctica para el tema *la materia y sus estados de agregación*.

Se pudo evidenciar a partir de esta investigación, una evolución en el aspecto comprensivo de los estudiantes con relación al concepto de materia y su influencia en los

procesos de transformación de la naturaleza, promoviendo en éstos actitudes de cuidado de su entorno. A nivel resolutivo de problemas, se lograron avances importantes, ya que, a partir de los instrumentos utilizados como las prácticas de laboratorio, los estudiantes plantearon problemas de su entorno, cotidianidad y necesidades, pasando de un porcentaje mínimo del 15 % a un 60 %.

En el ejercicio realizado, aplicando el nivel 2 en las categorías de Tamayo de resolución de problemas, se evidenciaron resultados iniciales bajos y por ello se recomienda que la dinámica debe ser continua para lograr que los estudiantes relacionen propuestas y se acerquen más a soluciones pertinentes a la problemática planteada. No se logró pasar del 30% de avance en los estudiantes, por ello, se recomiendan nuevas intervenciones que deben llevar a profundizar en estos niveles de resolución de problemas a estudiantes de grados mayores de escolaridad. Teniendo en cuenta estos resultados, reconocemos que es importante seguir investigando a partir de la aplicación de estrategias que permitan mejorar la resolución de problemas en el ámbito de la química.

Por su parte, Úscategui (2022) realizó una investigación que tuvo como finalidad caracterizar el aporte de la resolución de problemas al aprendizaje de la estequiometría, dirigido a un grupo de 10 estudiantes de grado décimo del Colegio de Boyacá de la ciudad de Tunja. El estudio se desarrolló mediante un enfoque de investigación cualitativo con alcance descriptivo, en la cual se diseñó y aplicó una unidad didáctica mediada por las TIC.

El análisis del instrumento inicial evidenció niveles de resolución de problemas inferiores, pero estos mejoraron progresivamente con la intervención didáctica ubicándose en niveles superiores, de igual manera sucedió con los niveles de representación en química. La habilidad de resolución de problemas aportó al aprendizaje de la estequiometría, favoreciendo las capacidades de los estudiantes de reconocer, plantear, formular y diseñar estrategias de resolución.

Asimismo, Ahumada (2021) caracterizó cómo la resolución de problemas estequiométricos es un indicador del aprendizaje en química. Para ello, realizó un estudio cualitativo – descriptivo que permitió caracterizar los procesos resolutivos de problemas llevados a cabo por los estudiantes con base en el modelo de Miguel de Guzmán. Los

análisis se realizaron antes y después de una intervención didáctica mediada por las TIC y, permitieron develar que los estudiantes poseen dificultades en familiarizarse con el problema, buscar estrategias, aplicarlas y revisar resultados; asimismo, encontramos que hay bases conceptuales débiles en el campo de la química, por lo cual, a pesar de los esfuerzos de la intervención identificamos obstáculos a nivel macro, micro y simbólico de la química.

Los trabajos anteriores permiten establecer que se han realizado investigaciones en el campo de la resolución de problemas relacionados con la química; sin embargo, no se han encontrado hasta el momento investigaciones que aborden las disoluciones y la resolución de problemas, lo que se constituye en una novedad de la propuesta.

2 AREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La idea que se quiere defender es que la resolución de problemas aporta al aprendizaje de las disoluciones químicas en estudiantes de noveno grado. Para ello, se estructura el problema desde dos aspectos: el primero aspecto es el relacionado con los antecedentes de investigación, que sustentan la idea de investigar en la resolución de problemas y las dificultades en el aprendizaje de las disoluciones químicas. El segundo aspecto a la experiencia de aula, en la cual, mediante observaciones no sistemáticas, se han podido identificar algunas dificultades con relación al aprendizaje de las disoluciones químicas, así como problemas de enseñanza que influyen en los obstáculos observados en los estudiantes.

Sobre la experiencia docente, en una comunidad como el corregimiento los Canelos hay dinámicas que han generado unos cambios significativos no solo en los hábitos de sus pobladores, sino que se percibe su influencia en el ámbito educativo que no escapa de las problemáticas propias de la región y los conflictos de intereses generados por su principal actividad económica como lo es la minería. Para el caso específico del aprendizaje de la química, se puede observar que la mayoría de las temáticas no parecen estar en sintonía con sus necesidades para obtener ingresos económicos, lo que influyen en las cifras de deserción escolar. En ese sentido, el plan de estudios está descontextualizado, así como el papel del docente y las actividades que vienen realizando los estudiantes, lo que podría estar generando las problemáticas que se presentan en los distintos niveles educativos.

Hay que decir también que no se evidencia trabajo individual o no se les ha estimulado para que ellos mismos identifiquen sus dificultades a la hora de interpretar y analizar situaciones problema, lo que hace que el proceso de aprendizaje de la química sea traumático para ellos y frustrante para los docentes, por lo tanto, se busca que a través de esta investigación se puedan desarrollar distintas estrategias que fortalezcan su comunicación, hagan más efectivo el trabajo grupal e individual y contribuir en el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas y el mejoramiento de los aprendizajes en química.

Respecto al trabajo con los distintos grupos es posible observar cierto grado de desinterés y apatía hacia el aprendizaje de la química, en principio por la abstracción y complejidad de sus contenidos les cuesta relacionar los temas vistos en clase con situaciones que ocurren en su entorno, y en relación con esto no se le da la importancia a la química en la vida cotidiana, adicionalmente, tienen dificultades con la inclusión de operaciones matemáticas para expresar relaciones cuantitativas.

Tal es el caso específico de los estudiantes de grado noveno de la institución educativa académica y técnica agropecuaria Los Canelos, donde es posible detectar diversas dificultades para la construcción de su conocimiento; por una parte se podría estar limitando el aprendizaje a la memorización de técnicas para resolver los ejercicios, bien sea mediante fórmulas o definiciones teóricas, que no permiten evidenciar que haya comprensión sobre cómo resolver un problema, ni se estén planteando estrategias para resolver problemas en caso de que estos involucren el análisis de situaciones donde no hay explícito un ejercicio tipo. Por otra parte, se les dificulta cuantificar la relación existente entre soluto y solvente porque es complejo para ellos comprender algo que no pueden representarse como algo real. Estas dificultades se presentan año tras año, cuando se van a abordar temáticas que llevan una secuencia y debe empezarse de cero, dado que no se establecen relaciones entre los contenidos anteriores y los nuevos.

Si bien es cierto, que esta problemática ha sido reiterativa, se han tomado algunas iniciativas para innovar las estrategias didácticas sin que se vean reflejados resultados contundentes en términos de aprendizaje y desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, más aun saliendo de una pandemia que incrementó las dificultades que ya venían presentándose, misma que permitió visibilizar que estas dificultades también están relacionadas con las metodologías de enseñanza tradicionales de los docentes a partir del desarrollo y repetición de ejercicios sin tener en cuenta el contexto de los estudiantes, y que han generado resistencia a las nuevas metodologías que se han intentado desarrollar en las clases de química, teniendo como consecuencia que los estudiantes no logren analizar y redescubrir los planteamientos que se les hacen, es decir, se les está dificultando comprender lo que se está planteando en los problemas.

Con todo este panorama sobre los procesos de enseñanza que se emplean en las aulas de ciencias, la falencia en estrategias didácticas que consideren el papel activo del estudiante dentro de su proceso de aprendizaje, los diferentes obstáculos que se presentan en torno a la química escolar y los aportes potentes que se han encontrado desde la resolución de problemas como una habilidad que se puede desarrollar dentro de las aulas, es válido plantearse la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el aporte de la resolución de problemas al aprendizaje de disoluciones químicas en estudiantes de grado Noveno?

3 JUSTIFICACIÓN

La intención central de esta investigación es fortalecer la habilidad de resolución de problemas en los estudiantes de la IEATA Los Canelos y pretende responder a las dificultades que se encuentran en el aula de clases, tanto en el aprendizaje de contenidos científicos en la asignatura de química, como en la necesidad de proveer a los estudiantes de herramientas que les permitan responder a los retos de la actualidad, el mejoramiento de su calidad de vida y participación en la ciudadanía; dificultades que surgen precisamente por la falta de interés de los estudiantes por aprender este tipo de temáticas y por la falta de asociación de estos contenidos con la vida real lo que dificulta que los estudiantes puedan resolver problemas que involucren disoluciones químicas.

En este sentido, se considera relevante esta investigación porque permitirá caracterizar las estrategias que utilizan los estudiantes y los niveles de representación en química a la hora de enfrentar situaciones cotidianas que involucren disoluciones químicas, con el fin de arrojar un análisis que permita mostrar a otros docentes las dificultades que tienen los estudiantes y a partir de ellos mejorar las metodologías que se vienen trabajando en las aulas, enfocándose en desarrollar habilidades como la resolución de problemas considerada como una componente del pensamiento crítico, lo que más adelante se verá reflejado en el rendimiento académico de los estudiantes en las distintas áreas.

La realización de este proyecto adquiere importancia inicialmente porque que en la institución no se han realizado investigaciones en didáctica de la química o no se cuenta con información previa al respecto, pero también se debe resaltar la importancia que cobra en la actualidad el estudio de la resolución de problemas y las representaciones que tienen los estudiantes durante el aprendizaje de la química, asignatura que se considera fundamental en su proceso de formación porque permite comprender muchos de los fenómenos de su entorno. En este sentido, esta investigación también es importante dentro de la comunidad porque se abordan problemáticas locales como son la contaminación de fuentes hídricas por las diversas actividades económicas de la región, y que permite visibilizar este tipo de problemas y buscar posibles soluciones desde el conocimiento científico escolar.

El alcance de esta investigación está enfocado principalmente en la identificación y el desarrollo de la resolución de problemas en estudiantes de grado noveno de la EATA los Canelos a través de la enseñanza de conceptos básicos en química, contribuyendo al aprendizaje en profundidad, pero se esperan lograr otros aportes dentro de la comunidad educativa y el mejoramiento continuo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En consecuencia, se espera contribuir a la didáctica de la química con el diseño de una unidad didáctica que contenga actividades innovadoras por el tipo de población en la que se está desarrollando y las situaciones que aborda; a la institución y comunidad educativa con la generación de espacios de reflexión permanente que permitan mejorar las prácticas educativas, así como llevar a cabo estrategias que sirvan de ejemplo a otros docentes y motivarlos a ser curiosos e investigar en educación, y poder trascender a otros grupos, y en un tiempo no muy lejano, motivar a otras instituciones, al proponer este tipo de estrategias que pueden impactar en los procesos formativos de estudiantes y docentes; de esta forma servir de referente para futuras investigaciones, y contribuir con pequeños cambios en la realidad de nuestros estudiantes.

Finalmente, el aporte metodológico de la investigación radica en que hasta el momento no se han encontrado propuestas investigativas que relacionen los niveles de representación sobre disoluciones químicas y la resolución de problemas; por lo tanto, los resultados de este trabajo permitirán robustecer esta línea de investigación, pero sobre todo será pionero en la relación categorial estudiada.

4 REFERENTE CONCEPTUAL

4.1 INTRODUCCIÓN

En esta apartado se tratan los numerosos aportes que han desarrollado algunos autores en torno a la influencia de la habilidad de resolución de problemas, como estrategia para facilitar y fortalecer el aprendizaje de las disoluciones en química, entendiendo que hay aprendizaje de las disoluciones, cuando se evidencia que hay un cambio en los niveles de representación en química, analizando específicamente los procesos que ocurren al transitar del nivel macroscópico a un nivel submicroscópico e incluso al simbólico, propuestos por Johnstone (1982).

En las siguientes páginas, se mencionan algunos referentes con sus respectivos desarrollos teóricos, su contribución desde la resolución de problemas y niveles de representación en química que son relevantes para el desarrollo de esta investigación, simultaneamente se consideran aquellas posturas relacionadas con el aprendizaje de la química, que permitan evidenciar las aportaciones que desde la resolución de problemas se puedan hacer al aprendizaje de las disoluciones en química.

4.2 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Esta es una categoría ampliamente explorada por investigadores en el campo de la didáctica de las ciencias, especialmente, Tamayo et al., (2015) consideran esta dimensión, de especial relevancia para la formación del pensamiento crítico.

Las investigaciones sobre el proceso de resolución de problemas se remontan a la década de los 50, en la cual se diseñaron estrategias para mejorar la capacidad para resolver problemas. A partir de allí, el estudio de la resolución se ha dado desde distintos enfoques, algunos centrados en el entrenamiento de los alumnos en el manejo de heurísticos (García, 2003); otros se han enfocado en contrastar mecanismos entre expertos y novatos (Salvat 1990) y otros trabajos enfocados a las investigaciones hacia la creatividad como aspecto fundamental para resolver los problemas (Garret 1988, citado por García, 2003) Todos estos enfoques que sin duda han buscado mejorar los procesos de aprendizaje.

Ahora bien, en la didáctica de las ciencias, es posible encontrar distintas perspectivas acerca de la resolución de problemas. Simon (1984, citado por Tamayo et al., 2015) por su parte, expresa que enfrentarse a resolver problemas es la mejor forma de manifestar las capacidades cognitivas de los sujetos.

Por su parte, Orton (1996) la define como el inicio de un proceso que estimula a la combinación de elementos cognitivos, conceptos, procedimientos, reglas, ideas previas para abordar y dar solución a una situación planteada. Podemos ver que la resolución de problemas es la génesis de un proceso mental donde intervienen habilidades, competencias y conocimientos ya sean procedimentales o actitudinales.

Por otra parte, Delgado (1999), afirma que es una habilidad matemática que permite buscar las diferentes maneras, diversas vías de análisis y/o, planificación de estrategias que nos permitan dar solución a un problema independientemente cual sea el objeto de estudio. Hay concepciones por parte de otros autores que la definen como una capacidad o competencia que se desarrolla en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Para este trabajo investigativo asumimos la resolución de problema como una habilidad y la definimos como un proceso que genera la implementación de una secuencia de acciones con la intención de dar solución a una dificultad planteada. En esta secuencia el estudiante podrá aplicar una serie de habilidades cognitivas e incluso afectivas, en la búsqueda de soluciones eficaces. En este proceso se deben aplicar una serie de etapas que se deben desarrollar de manera integral para buscar la solución requerida.

De lo anterior, también es importante hacernos la pregunta acerca de la distinción entre hacer un ejercicio y resolver un problema. Pues bien, García (2003) expresa que los docentes y los estudiantes confunden los ejercicios con los problemas, esto los lleva a asignar la categoría de problemas a los ejercicios, usan únicamente para que los estudiantes apliquen las formalizaciones a partir de los conceptos y principios enseñados. La resolución de problemas, por su parte, incluye procesos de conducta y pensamiento dirigido a la ejecución de una tarea intelectualmente exigente (García, 2003).

Ahora bien, en la didáctica de las ciencias y las matemáticas, se presentan diversas perspectivas frente a la resolución de problemas, entre las cuales destacamos los trabajos de George Polya y Alan Schoenfeld, los cuales describimos a continuación.

4.2.1 Modelo de Pólya

Polya (1957) plantea cuatro pasos para resolver un problema:

- Paso 1: entender el problema: en esta fase se implementa lo que es el cuestionamiento, la identificación de datos o informaciones relevantes que nos muestra la situación y determinar cuál es la incógnita. Polya expresa que debemos apropiarnos del problema, entenderlo, tratar de sintetizarlo o reformularlo de manera que podamos comprenderlo pero sin modificar la idea principal.

En este paso, Tamayo et al., (2015), establece que son fundamentales preguntas como ¿entiendes todo lo que dice?, ¿puedes replantear el problema en tus palabras?, ¿distingues los datos?, ¿sabes a qué quieres llegar?, ¿hay suficiente información? Esta tipología de preguntas, consideramos presentan distinciones importantes entre ejercicios y problemas contextualizados.

- Paso 2: Configurar un plan: hace relación a realizar una lista para resolver el problema. El docente juega un papel importante porque le da ideas de posibles alternativas, pero no debe imponerlo. En esta fase se pueden hacer preguntas como: ¿has desarrollado un problema semejante?, ¿podríamos utilizar este modelo para solucionarlo?, ¿estás consiente que estas son las nociones necesarias para abordar el problema? O se podría mostrar un problema ya resuelto donde el estudiante haga las respectivas comparaciones y ver si hay ligeros cambios en el nuevo problema.

- Paso 3: Ejecutar el plan: En esta fase es importante que se verifiquen cada uno de los pasos que se ejecutan, analizar si cada una de las piezas son fundamentales y encajan en el proceso y, sobre todo, verificar la veracidad del razonamiento que se haga. Si el estudiante no tiene éxito, es necesario que solicite ayuda a su profesor y que no tenga miedo a iniciar de nuevo (Tamayo et al., 2015).

- Paso 4: Mirar hacia atrás: la última fase es la visión retrospectiva, aquí se considera el procedimiento aplicado y la solución encontrada; en esta fase se consolida el conocimiento y desarrolla aptitudes para dar solución a cualquier problema. Polya (1957) plantea que preguntas como ¿es tu solución correcta? o ¿tu respuesta satisface el problema? Permiten de forma gradual la resolución de problemas matemáticos.

4.2.2 Modelo de Schoenfeld

Frente a la perspectiva de trabajo de Polya, Schoenfeld (1985), en su libro *Mathematical Problem Solving*, estableció que las estrategias planteadas por Polya eran insuficientes, así que propone que va más allá de una simple heurística y que involucra elementos emotivo-afectivos, psicológicos, cognitivos y sociales.

Ahora bien, considerando la postura de Schoenfeld, es necesario enfatizar en la necesidad de dar pautas claras a los estudiantes para hallar la solución a un problema. Schoenfeld (1985), considera que a cualquier persona le sucede que resolviendo un problema tiene la seguridad que se soluciona usando el método que eligió y aunque no encuentra el resultado, sigue intentando bajo el mismo método. Finalmente, se da cuenta en algún momento que no es la estrategia adecuada y debe buscar otro camino distinto. Es por ello, que Schoenfeld (1985) destaca la importancia que el estudiante monitoree y evalúe su proceso; asunto en el cual enfatizamos, pues encontramos una relación con la regulación metacognitiva que deseamos abordar en esta investigación.

Así pues, Schoenfeld (1985) señala que para resolver un problema, el estudiante debe saber qué es capaz de hacer y con qué cuenta, lo que nos lleva de vuelta a relaciones explícitas con la metacognición, pues es conocimiento de los propios procesos cognitivos permitirá la identificación de fortalezas y obstáculos durante la solución de un problema.

Schoenfeld (1985) propone la existencia de cuatro aspectos que intervienen en la resolución de problemas:

- *Recursos*: son los conocimientos previos que posee el individuo; es decir, conceptos, fórmulas, algoritmos, y, en general, todas las nociones que se considere necesarias para enfrentarse a un determinado problema (Barrantes, 2006). Aquí es necesario

aclarar que los maestros deben tener claro con qué recursos o herramientas cuentan los estudiantes, pues de no ser así, se corre el riesgo que a la hora de resolver un problema el aprendiz no posea las herramientas para encontrar la solución.

- *Heurísticas*: entendidas estas como estrategias cognitivas (Tamayo et al., 2015), de las cuales Schoenfeld (1985) considera que el estudiante debe conocerlas, saber cómo usarlas, y tener la habilidad para hacerlo. No es como lo manifestaba Polya que a cada tipo de problema le correspondía una heurística específica; esto no es así, porque según Schoenfeld, mientras el estudiante aprende un cúmulo de heurísticas particulares, ya podría haber aprendido mucho sobre otros conceptos (Barrantes, 2006).

- *Control*: se refiere a cómo un estudiante controla su trabajo (Barrantes, 2006) o como lo refiere Tamayo et al., (2015) a las estrategias metacognitivas. En este caso Schoenfeld (1985) expresa que ante un problema pueden existir distintos caminos posibles para su solución y que, el estudiante debe ser capaz de darse cuenta si la estrategia seleccionada está funcionando o no y por tanto, debe ser capaz de retroceder y buscar otra vía.

De este aspecto, destacamos la imbricación existente entre la resolución de problemas con la metacognición, en particular con la regulación metacognitiva y, en específico con el monitoreo, pues es aquí, donde el estudiante debe ser capaz de supervisar la estrategia propuesta y si está funcionando; es decir, en términos de Schoenfeld de hacer control.

En coherencia con lo anterior, algunas acciones que involucran el control son según Barrantes (2006):

1. Entendimiento: tener claridad acerca de lo que trata un problema antes de empezar a resolverlo.
2. Consideración de varias formas posibles de solución y seleccionar una específica.
3. Monitorear el proceso y decidir cuándo abandonar un camino no exitoso y tomar uno nuevo.

4. Llevar a cabo ese diseño que hizo, estar dispuesto a cambiarlo en un momento oportuno.

5. Revisar el proceso de resolución.

- *Sistema de creencias*: Schoenfeld (1985) establece que las creencias en matemáticas inciden en la forma de resolver problemas, tanto por parte de profesores como por parte de estudiantes. Por ejemplo, determinan en el estudiante cuándo considera que debe enfocarse en conocimientos formales y cuándo no. Barrantes (2006) expresa que el sistema de creencias también determina la forma de aprender matemáticas y su disposición para aprender. Al respecto Schoenfeld (1985) establece tres sistemas de creencias:

1. *Creencias de los estudiantes*: están determinadas en gran medida por los procesos de enseñanza; es decir, la enseñanza tradicional por ejemplo, ha llevado a los estudiantes a tener en su cabeza la idea que las matemáticas son solo memorizar y seguir reglas. Algunos sistemas de creencias citados por Schoenfeld (1985) y Barrantes (2006):

- Los problemas tienen una sola respuesta correcta.
- Existe una única forma de resolver los problemas.
- Los estudiantes corrientes no logran entender la matemática, solo memorizarla.
- Los estudiantes que entienden matemáticas pueden resolver problemas en cinco minutos o menos.
- Las matemáticas no tienen relación con la vida real.

Estas creencias de los estudiantes, son las que determinan en cierta medida la actitud que ellos toman en su proceso de aprendizaje en matemáticas, sus motivaciones y el logro de las metas propuestas.

2. *Creencias de los profesores*: los profesores tienden a enseñar como a ellos les enseñaron, pues es la forma que mejor conocen para aprender.

3. *Creencias sociales*: estas creencias están permeadas en general por la cultura y, están relacionadas con las creencias que padres, maestros y jóvenes tienen acerca de la naturaleza del aprendizaje de la Matemática (Barrantes, 2006):

- Lo que es posible aprender en distintas edades.
- Lo que lo deben aprender según sus edades.
- Cuál es el mejor método para enseñar matemáticas.

Dado los dos modelos podemos concluir dos aspectos: primero, el modelo propuesto por Polya marca unas líneas generales, los estudiantes no siempre pueden llevar a cabo unos procesos estandarizados porque las estrategias que propongan pueden estar fundamentadas en diversos tipos de conocimientos o ideas a la hora de representarlas, ejemplo, Polya propone como medida las representaciones gráficas, existen estudiantes que no saben dibujar, por lo tanto, esta fase en la solución se complejizaría para aquellos que no tengan esta habilidad.

Segundo, el modelo de solución de Schoenfeld muestra un término metacognitivo para dar lugar a los proceso de reflexión, que están asociados a las acciones mentales del monitoreo y control que actúan mientras se da solución a un problema; es una habilidad que se desarrolla paso a paso la cual ayuda a identificar obstáculos que se presentan en el camino de solución. Es una habilidad que se desarrolla paulatinamente y ayuda a identificar obstáculos y/o contradicciones que se cometen en el camino de solución.

4.2.3 Modelo de resolución de problemas de Tamayo

Tamayo et al., (2014) caracterizan cinco niveles para la resolución de problemas, los cuales caracterizan la tendencia en las dinámicas propias de resolver un problema de menor a mayor grado de complejidad.

Los mismos autores resaltan que mientras los estudiantes se van moviendo por distintos niveles, van desarrollando habilidades que se convierten en indicadores genuinos del aprendizaje. La tabla 1 sintetiza algunos de los aspectos centrales de cada nivel:

Tabla 1. Niveles de resolución de problemas

Niveles de resolución de problemas	Características
Nivel 1	Redescripción de la experiencia, enuncia el problema y describe el experimento según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus respuestas.
Nivel 2	Redescripción de la experiencia de manera libre, ha realizado la experiencia anteriormente, utiliza opiniones, describe lo que sintió durante las experiencias y/o utiliza analogías.
Nivel 3	Identificación de una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relación entre ellas.
Nivel 4	Resolución del problema de manera inadecuada, identificando y relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.
Nivel 5	Resolución de problema de manera adecuada, identificando y relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.

Fuente. Tamayo et al., (2014).

Después de realizar el rastreo de los distintos modelos de resolución de problemas, consideramos que todos son útiles; sin embargo, a nuestro parecer esta habilidad es de dominio específico de conocimiento y por ello nos ubicaremos en los niveles propuestos por Tamayo y colaboradores.

4.3 LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN QUÍMICA

Gil y Martínez Torregrosa (1983), Martínez Aznar e Ibañez Orcajo (2006), proponen una adecuación a la resolución de problemas, respecto a lo que se viene realizando en las metodologías tradicionales de enseñanza, en la que se trabaja a partir de “problemas de lápiz y papel”, especialmente en las clases de química, dicha propuesta consiste en la aplicación de problemas abiertos, que no poseen datos numéricos y no tengan una solución evidente; con lo que cualquier enunciado podría y debería ser transformado en un problema más o menos abierto, que admite más de una solución. Bajo estos planteamientos, propone un “modelo de resolución de problemas como una investigación”.

La investigación de García (2000), se basa en dos aspectos: en primer lugar, una estrategia didáctica basada en el modelo de enseñanza problémica, enfocando la resolución de problemas como una estrategia que permite desarrollar la creatividad y como un proceso que puede ser enseñado; y, en segundo lugar, los resultados de su aplicación en la enseñanza de la química, donde trabajó sobre múltiples categorías: la creatividad, la independencia cognoscitiva, asimilación de conocimientos, el desarrollo de actitud positiva hacia las ciencias y la facultad para resolver problemas; sobre esta última, tras observar las etapas el proceso de resolución de problemas descritas por los estudiantes, hace tres observaciones: los estudiantes mostraron un afianzamiento general de las habilidades que poseen inicialmente para enfrentar la resolución de problemas; una vez que los estudiantes enfrentan la solución de problemas creativos, ya no piensan tanto en manipular datos para resolver un problema, sino en tratar de comprenderlo y buscar cómo se aplica a otros contextos y situaciones; y que a partir de estas actividades, los estudiantes cambian su concepción competitiva y el trabajo independiente, para reconocer el carácter social y colectivo del trabajo científico

4.4 NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN QUÍMICA

En el aprendizaje de la química se identifica dificultad en las concepciones de los estudiantes, Osborne y Bell (1983), hacen una distinción entre lo que llaman la ciencia de los estudiantes y la ciencia de los científicos. Para los estudiantes existen ciertos puntos de vista acerca del mundo y significados de las palabras que tienden a adquirir, antes de que reciban alguna enseñanza formal de las ciencias. Por su parte, el punto de vista del científico es el generalmente aceptado. En el desarrollo de la enseñanza se ha considerado de manera inadecuada la existencia de la ciencia del estudiante.

Las dificultades de aprendizaje se deben a diversas razones, como la baja competencia lingüística y coherencia entre el estilo de aprendizaje del estudiante y el estilo de enseñanza del docente, escasa adecuación de las ideas previas para establecer conexiones significativas con los conceptos que se desean aprender y la mínima capacidad del estudiante para organizar y procesar información. Es por ello por lo que se hace

necesario identificar y diferenciar los niveles de representación en química (Casado y Raviolo, 2005).

Johnstone (1982) fue uno de los primeros en recalcar la importancia de diferenciar tres niveles de representación de la materia: (1) nivel sensorial o perceptivo (nivel macroscópico), (2) nivel partículas: átomos, moléculas o iones (nivel microscópico o submicroscópico) y (3) nivel símbolos, fórmulas y ecuaciones (nivel simbólico).

Tabla 2. Niveles de representación en química

Nivel de representación	Nombre	Características	Ejemplos
1	Macroscópico	Sensorial, perceptivo	Apreciaciones empíricas
2	Microscópico o Sub-microscópico	No perceptivo, interno, cualitativo	Partículas, átomos, moléculas, gráficas
3	Simbólico	Simbología, cuantitativo	Fórmulas, ecuaciones

Fuente. Johnstone (1982)

El primer tipo corresponde a las representaciones de los fenómenos experimentados con los sentidos, el segundo tiene como objetivo apoyar una explicación cualitativa de los fenómenos, mientras que el tercero tiene como objetivo apoyar una explicación cuantitativa de los fenómenos.

Ordenes et al.,(2014) definen cada nivel en detalle. Las representaciones fenomenológicas corresponden a las propiedades empíricas de los sólidos, líquidos, incluyendo las disoluciones los coloides, gases y aerosoles. Estas propiedades son perceptibles tanto en el laboratorio como en la vida cotidiana y pueden ser susceptibles de ser medidas. Ejemplos de estas propiedades son la masa, la densidad, la concentración, el pH, la temperatura, la presión osmótica, etc.

El segundo tipo de representaciones es de tipo modélico, ya que en ciencias y especialmente en química se desarrollan modelos para explicar las causas de los fenómenos que son estudiados. Es común generar modelos a partir de entidades como átomos, iones, moléculas y radicales libres. Como ejemplo un sólido puede describirse en términos de átomos, iones o moléculas como un conjunto de entidades. Estas descripciones se pueden dar también en el modo visual de la representación, por ejemplo, en forma de diagramas o gráficas o en modo material, por ejemplo, maquetas esfera-varilla, es decir, ya sea en dos o en tres dimensiones.

Finalmente, el tercer tipo de representaciones es de tipo simbólico el cual implica la asignación de símbolos para representar los átomos, ya sea de un elemento o de los grupos de varios elementos, o de los signos para representar el cambio eléctrico, de los subíndices que indican el número de átomos en un ion o molécula, de las letras para indicar el estado físico de la entidad, etc. (Ordenes, et al., 2014).

Desde esta perspectiva, saber química es poder aplicar estos tres niveles, de una forma relacionada, al estudio de un fenómeno. Algunas de las dificultades encontradas se dan por el énfasis puesto sobre el nivel simbólico y la resolución de problemas algorítmicos, a expensas de los niveles macro y micro, y por las insuficientes conexiones que se establecen entre los tres niveles, si es que llegan a ser presentados en la enseñanza. (Casado y Raviolo, 2005).

Kozma y Russell (1997) integran un cuarto nivel de representación: el nivel gráfico, al cual atribuyen los gráficos o diagramas cuantitativos, especialmente de tipo plano gráfico XY, que representan el comportamiento de propiedades macroscópicas en el tiempo, por ejemplo, la variación de las concentraciones. Sin embargo, este cuarto nivel hace parte del segundo en el plano de dos dimensiones.

Las dificultades de comprensión de los estudiantes se atribuyen a que la enseñanza tradicional no tiene en cuenta que ellos adquieren, en primer lugar, definiciones operacionales, siendo lo contrario, ya que ellos entran directamente a lo submicroscópico, creyendo ingenuamente que estas explicaciones se asociarán fácilmente con los referentes macroscópicos supuestamente ya conocidos (Furió y Domínguez, 2007).

El aprendizaje se logra cuando se concatenan y relacionan los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos, generando las estructuras de acogida para las nuevas ideas y originando una sustentabilidad de la información; esto significa que al estar claros en la estructura cognitiva se facilita el anclaje del nuevo contenido, siendo guardada en la memoria a largo plazo, estos problemas, según se pueden atribuir a la falta de experiencia en el nivel macroscópico. Ya sea como carencia de experiencias prácticas adecuadas o la falta de claridad en los objetivos de aprendizajes en las propias prácticas.

Puede deberse también a errores sobre la naturaleza del tipo submicroscópico, con base de confusiones sobre la naturaleza de la materia y la incapacidad de visualizarlas entidades cuando se representa en ese nivel. Otra de las posibles causas es la falta de entendimiento de las convenciones usadas a nivel simbólico y de la incapacidad para moverse entre los tres niveles (Casado y Raviolo, 2005).

4.5 HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS DISOLUCIONES

Con referencia a la historia y epistemología de las disoluciones se hace referencia desde la teoría cinético molecular por medio de la cual se explican fenómenos como las disoluciones, donde se incluye un amplio abanico de conocimientos pertenecientes a campos de la física y la química, tomados conjuntamente que conforman la que puede ser considerada la visión más general y simple para explicar la naturaleza de la materia. Históricamente puede entenderse como la integración de ideas básicas de la teoría cinética de los gases, y su extensión a los demás estados de la materia, con saberes sobre la estructura de la materia (Blanco y Prieto, 2004).

La descripción escolar de la naturaleza corpuscular de la materia no se refiere a las modernas teorías sobre la misma, sino que refleja una concepción clásica y micromecánica según las leyes de Newton y Coulomb. Desarrollos posteriores, que condujeron a la introducción de la incertidumbre y la relatividad como conceptos científicos, serán presentados mucho más tarde en la educación científica.

Las primeras doctrinas atomistas que la materia se formaba de partículas discretas que llamaron átomos los cuales se encontraban en movimiento constante y que se encontraban separados por el vacío (Sambursky, 1999, citado por Blanco y Prieto, 2004).

A comienzos del siglo XVII rebrota la doctrina atomista, con el Renacimiento, en medio de grandes obstáculos, con el estudio de las propiedades del aire en el cuál se establece su propia naturaleza, es entonces cuando Evangelista Torricelli entre 1608 al 1647 y Blaise Pascal en 1623 al 1662) comprueban de manera natural la existencia del vacío por medio de un barómetro de mercurio.

Posteriormente Robert Boyle entre el 1627 y 1691, habla de corpúsculos semejantes a hilos delgados de lana, que se encuentran separados por el vacío los cuales tiene la capacidad de estirarse. Posterior a estos antecedentes, Isaac Newton en 1642 al 1727, propone su teoría gravitacional en la que las fuerzas actúan a distancia sobre las partículas, lo cual puede explicar propiedades físicas de la materia como la cohesión entre otras, dicho modelo sienta las bases para iniciar las teorías que relacionan de forma cuantitativa los cuerpos de forma macro y microscópica.

A continuación Daniel Bernouilli entre 1700 y 1782 postula el modelo «lucreciano» el cual se refiere a las propiedades cinéticas de los gases. Éste científico refería en sus teorías que los corpúsculos de un gas tenían movimientos en todas las direcciones y chocaban entre sí de forma veloz además de chocar contra las paredes del recipiente que los contenía, lo cual podía explicar el concepto de presión. Más de un siglo después de Bernouilli, algunos científicos enunciaron puntos de vista a favor de la teoría de átomos en moviéndose libre. Sin embargo algunos científicos de la misma época fueron incomprendidos por los científicos del momento rechazando sus teorías e hipótesis por ser considerados “aficionados” (Blanco et al., 2010).

Tras la caída de la teoría del calórico, Clausius en 1857 postula algunas hipótesis del modelo cinético de los gases entre otras como “Sobre la naturaleza del movimiento que llamamos calor” las cuales publicó en su artículo y se encuentran aún vigentes (Blanco et al., 2010).

Es Maxwell entre 1831 al 1879 quien incorpora la estadística a la teoría cinética de los gases, refiriendo que las colisiones de un gas genera una distribución de velocidades pudiendo darse como una probabilidad. Gracias a los aportes de Maxwell se logra la teoría del gas ideal (Niaz, 2000 citado por Blanco y Prieto, 2004).

Henri Victor Regnault en 1810 y 1878 realiza ensayos en los cuales aumentando la presión o bajando la temperatura no siempre se cumplía los postulados de Boyle, siendo imposible la existencia de los gases ideales, por lo cual otro investigador llamado Johannes Diderik Van der Waals entre 1837 y 1923 elabora la ecuación de los gases reales en donde se relaciona presión, temperatura y volumen junto con dos constantes las cuales eran propias de cada tipo de gas teniendo en cuenta su naturaleza, lo cual incorporaba conceptos sobre la condensación.

Posteriormente Josiah Willard Gibbs en 1839 al 1903 postula una hipótesis mecánica estadística aplicable a los tres estados de la materia, lo cual amplía las teorías de gases a los demás estados de la materia, la cual fue denominada la teoría cinética de la materia y da nociones sobre propiedades como elasticidad, cambios de estado, tensión superficial, disolución, entre otros (Holton, 1993 citado por Blanco y Prieto, 2004).

Con base en las anteriores teorías se ha tenido algunas apreciaciones básicas con referencia a los fenómenos de las disoluciones sin embargo se han suscitado interrogantes como cuáles son las causas de la desaparición de un soluto, la transparencia de una disolución, la constancia de la masa, la no conservación del volumen, la alteración de la temperatura o la saturación, etc. se han intentado solucionar éstas incertidumbres por medio de teorías o modelos que se han fortalecido a lo largo del tiempo, sin embargo es apenas hasta finales del siglo XIX cuando los científicos centran su atención en la naturaleza de la disolución como un problema de investigación, es en el año 1987 cuando se diferencian tres vertientes de la evolución del conocimiento en las disoluciones, la primera se refiere a su naturaleza continua/discontinua, la segunda se centra en la interacción entre las entidades presentes en la misma y la tercera estudia la atribución de movimiento a las entidades presentes en dicha disolución (Blanco, et al., 2010).

La primera vertiente tiene en cuenta el origen del concepto trasladándose a la teoría de los “intersticios atómicos” de Platón en el 427 al 347 a.C. que trata de explicar la desaparición de solutos gracias a que ocurre un proceso de interpenetración teniendo en cuenta al vacío, seguidamente Aristóteles entre el 384 al 322, a.C. en su teoría de la “transustancialización” asegura que una sustancia se convierte en otra si la primera se encuentra en menor proporción que la otra, como ejemplo se puede decir que si una gota de vino cayera al agua acabaría por convertirse en agua (Selley, 1998, citado por Blaco, et al., 2010).

Es en entre el 460 y el 370 a.C que Demócrito de Abdera habla propiamente de los átomos como entes constitutores de la materia los cuales se encuentran entre el vacío, muchas de éstas teorías quedaron “olvidadas” durante muchos siglos pero es hasta los años 1592 al 1655 que el científico Paul Gasendi parte de los anteriores postulados para proponer un modelo de “poros con formas” para explicar el fenómeno de disolución, en el cual sustancias como el agua tenían espacios vacíos en forma de cubos en los cuales cristales de sal, encajaban perfectamente. Cuando todos los poros del agua estaban ocupados ya no se podía disolver más sal y se alcanzaba la saturación, sin embargo en sus prácticas identificó que una disolución saturada de sal común podía disolver cristales de alúmina, lo que explicaba apuntando a que el agua tenía también poros en forma de octaedros, asumiendo que éstos eran más pequeños que los de la sal, por lo cual podría encontrar espacio a pesar de la saturación de sal, posteriormente se descubrieron infinidad de formas cristalinas de las sustancias con lo cual ésta teoría empezó a perder peso (Selley, 1998, citado por Blanco et al., 2010).

En cuanto a la segunda vertiente de la interacción entre las entidades presentes en disolución la cual data de finales del siglo XVII se puede representar como un bombardeo de un sólido por parte de partículas en movimiento rápido del agua y en consecuencia, un movimiento de las partículas del soluto hacia los “huecos del agua” teoría conocida con el nombre de “teoría del asalto” la cuál fue aceptada hasta el siglo XIX cuando fue refutada por las teorías mecánicas de atracción de Newton como la teoría de los “cuerpos diminutos” los cuales en disolución aportaban una fuerza atractiva para cortas distancias. Éste modelo

trataba de explicar, las razones de la afinidad entre ciertas sustancias concluyendo que debía existir una combinación de fuerzas de atracción y de repulsión. Estas teorías sirvieron de soporte a teorías que aún se encuentran vigentes (Blanco et al., 2010).

Entre 1707 y 1788 Georges Louis Leclerc continúa con las anteriores teorías, agregando que depende de la forma de interacción entre cuerpos y si se encuentran próximos proponiendo que sustancias de particularidades parecidas se componían de “cuerpos de igual forma” basado en sus características fisicoquímicas cumpliéndose la regla de que lo semejante disuelve lo semejante; en la actualidad se utiliza una regla similar “líquidos polares disuelven sólidos polares” y viceversa. Sumado a lo anterior el científico Luois Berthollet entre 1749 y 1822 postuló la teoría de la combinación química entre soluto y disolvente la cual se apoyaba en las fuerzas de “afinidad” de Newton agregando que las mismas correspondía a atracciones gravitatorias modificadas, introduciendo la idea de que las sustancias podían reaccionar en cualquier proporción, cuestión que fue refutada por Joseph-Louis Proust que en 1779 asevera que un compuesto es una sustancia a la que la naturaleza asigna relación fija refiriéndose a la composición definida de un compuesto. (Holding, 1987, citado por Blanco et al., 2010).

Entre 1860 y 1880 el químico ruso Dimitri Ivanovic Mendeléyev propuso y difundió la teoría “de los hidratos”, según la cual se podían formar compuestos entre un soluto y el agua en una proporción definida, donde el hidrato se difundiría a través de la masa de líquido formando una solución homogénea lo cual describía la razón de los cambios físicos que acompañaban la formación de una disolución. Sin embargo William Nicol refuta la teoría de los hidratos proponiendo en 1883 la teoría de la “interacción mutua” entre soluto y solvente, que acotaba postulados de Newton en cuanto a la atracción intermolecular mayor entre el agua y el soluto que las de sí mismo con la salvedad de la naturaleza gravitatoria la cual no explicaba el fenómeno de disolución sino que lo que ocurre es un equilibrio entre fuerzas repulsivas y de atracción siendo fuerzas intermoleculares iguales. Lo anterior coincidía con la tesis de Svante August Arrhenius quien en 1884 postula la teoría iónica la cual refería que al disolver la sal o cloruro de potasio en agua, los iones cloro y de potasio se formaban sin necesidad de corriente

eléctrica, contrario a lo que refería Faraday entre 1791 y 1867 sobre la formación de iones por inducción de corriente a través de un electrolito. Es en 1889 cuando Spencer Pickering logra cristalizar $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. la cual apoyaba la teoría de los hidratos, sin embargo de este debate derivaría la teoría de disociación electrolítica que contaba con mayor interés entre los químicos británicos (Dolby, 1976, citado por Blanco et al., 2010).

Finalmente de la tercera y última vertiente se incorpora a las anteriores teorías las teorías cinéticas de los gases, extrapolando los descubrimientos con éstos al estado líquido siendo más de orden especulativo, es en el siglo XIX que Leander Dossios entre el 1847 y 1883 empieza a aplicar la termodinámica a las disoluciones asumiendo que la energía cinética de una molécula es mayor que la atracción entre dos moléculas vecinas pero menor que la atracción total de todas las demás moléculas sobre ella, lo cual explicaría la saturación y del aumento de la solubilidad al aumentar la temperatura al aumentar el movimiento de las partículas. Sumado a esto, en 1827 el botánico Robert Brown observa que granos pequeños de polen, suspendidos en agua, ejecutan movimientos característicos y que éste movimiento se incrementa si las partículas son más pequeñas, o el medio se vuelve más fluido, o al aumentar la temperatura, movimientos llamados desde entonces Brownianos. Con base en éstas observaciones se generaron variedad de modelos matemáticos para explicar la cinética molecular, como el de Albert Einstein entre 1879 y 1955, sin embargo es hasta el siglo XX que Theodor Svedberg quien en el 1923 aporta criterios termodinámicos más complejos que tienen en cuenta variaciones de entropía, entalpía y energía libre de Gibbs los cuales con el pasar del tiempo de manera más sólida aborda lo que actualmente contextualiza y explica las disoluciones en sus diferentes estados de agregación (Holding, 1987 citado por Blanco et al., 2010).

Se tratará entonces de dar una noción de los que actualmente se conoce como el fenómeno de las disoluciones. Se puede referir que en la naturaleza la materia se presenta, con mayor frecuencia, en forma de mezclas de sustancias puras. Los fenómenos de dilución se observan a diario y esto corresponde a un tipo particular de mezcla. Por ejemplo, el aire de la atmosfera o el agua del mar son ejemplos de disoluciones. La concentración de solutos en las soluciones constituye una de las principales características y de ella depende

muchas propiedades que caracterizan una disolución, motivo por el cual su estudio resulta de mucho interés. Las investigaciones realizadas sobre las concepciones de los estudiantes sobre la estructura de la materia muestran que existe dificultad para explicar la naturaleza de las sustancias y cambios observables (Stavy, 1988 & Bar, 1989 citados por Buitrago, 2012).

Lo anterior influye en la dificultad para diferenciar elementos y compuestos de mezclas, con interrogantes sobre las partículas, siendo algo básico que impide el aprendizaje más especializado. Caamaño, 1982 (citado por Pozo, 1992) refiere como causa de la equivalencia establecida por los alumnos para los conceptos: compuesto y mezclas, a la ausencia de adquisición de conceptos operativos y la introducción precipitada de conceptos de teoría atómica. El autor propone para superar el problema, permitir a los estudiantes interactuar con los métodos de separación de sustancias y propiciar la adquisición de conceptos operacionales de sustancia pura y mezcla, para posteriormente trabajar en la diferenciación entre elementos y compuestos.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el aporte de la resolución de problemas al aprendizaje de las disoluciones químicas en estudiantes de grado noveno de la institución educativa académica y técnica agropecuaria Los Canelos

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer los niveles de resolución de problemas y de representación iniciales que emplean los estudiantes sobre las disoluciones químicas.
- Describir el cambio en los niveles de resolución de problemas y de representación sobre las disoluciones químicas, alcanzados por los estudiantes, una vez implementada la unidad didáctica.

6 METODOLOGÍA

6.1 ENFOQUE Y ALCANCE

El presente trabajo es de tipo cualitativo descriptivo, en el cual se pretendió caracterizar el nivel de resolución de problemas de los estudiantes frente a las disoluciones químicas, así como también identificar el nivel o niveles de representaciones que tienen los escolares con referencia a los contenidos mencionados anteriormente.

El reconocimiento de un problema que nace de las dificultades latentes en el aula y de la búsqueda de posibles soluciones, exige procesos investigativos de naturaleza cualitativa y no cuantitativa porque interesa describir el problema, proponer posibles soluciones, implementar estrategias novedosas, entre otras.

El trabajo es cualitativo porque no se recogieron datos numéricos ni se acudió a la estadística descriptiva para el análisis de los datos, sino que se trató de entender e interpretar el problema a partir de las declaraciones escritas de los estudiantes.

Tomando como referente lo anterior, el alcance de esta propuesta investigativa fue de tipo descriptivo porque:

1. Caracterizó el aporte de la resolución de problemas al aprendizaje de las disoluciones químicas.
2. Identificó los niveles de resolución de problemas iniciales y finales.
3. Describió el cambio en los niveles de representación que tienen los estudiantes acerca de las disoluciones.
4. No se realizaron comprensiones profundas del fenómeno.

6.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en la sede principal de la Institución Educativa Académica y Técnica Agropecuaria Los Canelos, la cual se encuentra ubicada en el casco urbano del corregimiento Los Canelos, que se sitúa al noroccidente del municipio de Santa Rosa del sur de Bolívar.

La población en el casco urbano del corregimiento y veredas cercanas oscila entre 4000 y 6000 habitantes. En los últimos años por la creciente actividad minera, la población ha aumentado notoriamente, debido al movimiento de trabajadores y la fuerte migración de familias venezolanas; movimiento de personal ha traído consigo problemáticas como el consumo de estupefacientes y de alcohol a temprana edad, así como la deserción escolar y los embarazos en adolescentes.

En cuanto al aspecto socioeconómico, una parte de la población debe desplazarse a laborar al municipio de Montecristo, donde se encuentran las minas de oro, y la otra parte de la población se dedica al comercio, la ganadería y a la agricultura. Por otro lado, es una zona de climas templados y con altas precipitaciones.

La institución educativa cuenta con un número total de 1168 estudiantes distribuidos en 15 sedes, teniendo 531 estudiantes en la sede principal: 263 en preescolar, secundaria y media (jornada mañana) y 268 en primaria (jornada tarde).

6.3 UNIDAD DE TRABAJO

La investigación se desarrolló con estudiantes de grado noveno de la IEATA Los Canelos, sede principal. Dicho grupo estuvo conformado por 30 estudiantes, 17 mujeres y 13 hombres, con edades entre 14 y 17 años. En cuanto al análisis de los resultados, se tomaron 10 estudiantes como unidad de trabajo, los cuales fueron seleccionados bajo los siguientes criterios:

- a) Que todos hayan participado de la intervención didáctica.
- b) Tres estudiantes de buen rendimiento académico.
- c) Cuatro estudiantes de rendimiento académico medio.

d) Tres estudiantes de rendimiento académico bajo.

6.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Todo proceso investigativo debe contemplar principios éticos especialmente cuando se trabaja con seres humanos. Siguiendo entonces estos principios, se plantearon tres instrumentos de protocolo para proteger los derechos de los estudiantes teniendo en cuenta que ellos son menores de edad:

Formato de protocolo para el manejo de seres vivos en investigación: este instrumento exigido por el comité de bioética de la Universidad Autónoma de Manizales garantiza que ninguna de las acciones, procedimientos o fases del proceso pusieron en riesgo a los participantes (ver anexo 1).

Consentimiento informado para la participación en investigaciones: este instrumento certifica que los estudiantes y sus acudientes conocieron los propósitos de la investigación, decidieron participar libre y voluntariamente en el proceso y que los resultados reposarán en los archivos de la Universidad Autónoma de Manizales (ver anexo

Consentimiento informado para manejo de la información: este formato certifica que el investigador explicó a los acudientes los propósitos de la investigación, los beneficios para el proceso de aprendizaje y el manejo de la información obtenida (ver anexo 3).

6.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

La presente investigación pretendió caracterizar el aporte de la resolución de problemas al aprendizaje de las disoluciones químicas con estudiantes de noveno grado de la IEATA Los Canelos, mediante el diseño y aplicación de una unidad didáctica. Para ello, se diseñó el siguiente cuadro que muestra las categorías de análisis, las subcategorías y sus respectivos indicadores:

Tabla 3. Categorías de análisis

Categorías	Subcategorías	Dimensiones	Indicadores
Resolución de problemas	Niveles de resolución de problemas Tamayo et al., (2014)	Nivel 1	El estudiante redescrive el fenómeno, enuncia el problema y lo detalla de acuerdo con lo observado o con los datos aportados justifica la respuesta.
		Nivel 2	El estudiante redescrive la experiencia libremente, opina y describe lo que sintió durante la experiencia y/o utiliza analogías.
		Nivel 3	El estudiante reconoce una o dos variables sin relacionarlas.
		Nivel 4	El estudiante resuelve el problema erróneamente reconociendo variables y justificando o no dichas relaciones.
		Nivel 5	El estudiante resuelve el problema de manera adecuada, reconociendo variables y justificando las relaciones.
Aprendizaje de las disoluciones	Niveles de representación en química Johnstone, (1982)	Nivel macroscópico	El estudiante describe las disoluciones desde lo observable como forma, color, olor, tamaño, volumen, masa, estado de agregación física, material, sustancia, mezcla, elemento, sustancia elemental, compuesto químico, componente de una mezcla, entre otros.
		Nivel submicroscópico	El estudiante describe las interacciones que se presentan entre los componentes de la disolución, utilizando partículas como átomos, núcleo, electrón, protón, neutrón, iones, moléculas, en sus explicaciones.
		Nivel simbólico	Descripción de como se representan las sustancias y sus cambios, haciendo uso de símbolos para representar átomos, iones y moléculas; Utiliza formulas moleculares, expresiones matemáticas, ecuaciones químicas,

coeficientes, subíndices, entre otros
símbolos de las magnitudes.

Fuente. Elaboración propia a partir de los autores.

6.6 TÉCNICAS Y FUENTES PARA RECOGER LA INFORMACIÓN

Para efectos de esta investigación, se empleó como técnica un cuestionario de lápiz y papel. Tanto el instrumento inicial como el final, fueron diseñados para la recolección de la información, relacionada con la resolución de problemas auténticos desde la disoluciones, con el fin de verificar el impacto de la intervención didáctica en el aprendizaje escolar (ver anexo 4).

El instrumento fue validado previamente por dos expertos, uno en didáctica de las ciencias y otro en química.

6.7 UNIDAD DIDÁCTICA

Para la unidad didáctica, se tuvieron en cuenta el modelo pedagógico constructivista de la IEATA Los Canelos y el diseño de unidades didácticas de la Universidad Autónoma de Manizales, la cual consta de tres fases:

MOMENTO DE UBICACIÓN:

Objetivo: Reconocer sus conocimientos previos en relación con la resolución de problemas y disoluciones químicas.

Actividades: Las actividades que constituyen este momento tuvieron el objeto de identificar las ideas previas del estudiante, permitiendo hacer evidente los niveles de resolución de problemas y los niveles de representación en química.

MOMENTO DE DESUBICACIÓN

Objetivos:

- Presentar desde el punto de vista de los autores, las diferentes temáticas de disoluciones químicas planteadas en el momento de ubicación y partiendo de la

retroalimentación de los resultados obtenidos, generando discusiones acerca de los temas estudiados.

- Generar situaciones donde se deban recolectar datos y hacer uso de ellos para resolver problemas que vinculan elementos del contexto con el concepto de disoluciones.

Actividades: Se presentó a los estudiantes las características y propiedades físicas de las disoluciones. Posteriormente se les llevó en grupos de trabajo para realizar un recorrido a un río cercano, donde identificaron las problemáticas locales y se plantearon hipótesis sobre las posibles causas para luego socializar en una exposición. En este momento se realizó la clase magistral, con los apoyos tecnológicos complementarios requeridos para el logro de los objetivos propuestos.

MOMENTO DE REENFOQUE

Objetivo: Integrar los momentos de ubicación y desubicación para hacer evidente los nuevos niveles alcanzados en resolución de problemas y en los niveles de representación en química sobre la temática de disoluciones.

Actividad:

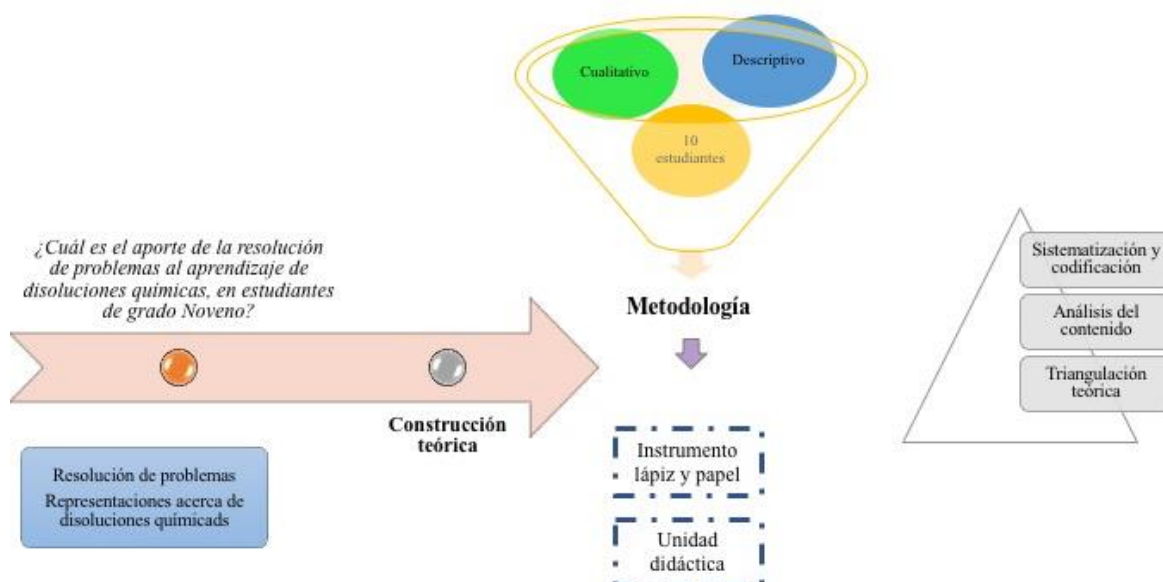
Se hizo la proyección de videos cortos y diapositivas donde se explicaron simultáneamente las disoluciones químicas a partir de diferentes modelos. Los estudiantes observaron y analizaron las variaciones que observaron en el río en los diferentes grupos, teniendo en cuenta las actividades económicas de la región y las condiciones climáticas. A partir de esas observaciones los estudiantes plantearon posibles soluciones a la problemática encontrada.

Se presentó a los estudiantes nuevamente el instrumento que se utilizó en el momento de ubicación.

6.8 DISEÑO METODOLÓGICO

En la figura 1 se presenta el diseño metodológico de la investigación:

Figura 1. Diseño metodológico



Fuente. Elaboración conjunta con la asesora.

6.9 PLAN DE ANÁLISIS

Una vez recogida y transcrita la información, esta se organizó en matrices, en las cuales se analizaron las respuestas de los estudiantes a la luz de la técnica de análisis del contenido que, de acuerdo con Tinto (2013) permite descubrir un significado y esto implica una tarea de “análisis”. Asimismo, Krippendorff (1980) señala que el análisis del contenido es una técnica destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que pueden aplicarse a su contexto. Es por eso, que identificamos los marcadores discursivos empleados por los estudiantes en las declaraciones escritas acerca de los procesos de resolución de problemas y los niveles de representación sobre disoluciones químicas.

Como ejercicio de validez y confiabilidad, se realizó en primera instancia triangulación de datos, la cual consistió en realizar el cruce de los datos obtenidos antes y después de la intervención para identificar los logros en el proceso de aprendizaje a través de inferencias e interpretaciones de la investigadora. Estas interpretaciones fueron sustentadas bajo las perspectivas teóricas presentadas en el marco teórico, lo que se constituye en ejercicio de triangulación teórica.

7 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la investigación:

Para identificar los niveles iniciales de resolución de problemas (tabla 4), se tuvieron en cuenta los indicadores propuestos por Tamayo et al., (2014) para identificar los niveles iniciales de representación en química (tabla 5), se tuvieron en cuenta los indicadores propuestos por Johnstone, (1982). donde se establecieron las tendencias de los 10 estudiantes seleccionados en esos niveles:

Tabla 4. Niveles iniciales de la resolución de problemas

ESTUDIANTE	TENDENCIA EN EL NIVEL DE RESOLUCIÓN
	DE PROBLEMAS
E1	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3
E2	N1 algunas respuestas (6) se ubicaron en N3
E3	N1 algunas respuestas (4) se ubicaron en N3
E4	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3
E5	N1 algunas respuestas (9) se ubicaron en N3
E6	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3
E7	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3
E8	N1 solo una respuesta (1) se ubicó en N3
E9	N1 algunas respuestas (6) se ubicaron en N3
E10	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 5. Niveles iniciales de la resolución de problemas

ESTUDIANTE	TENDENCIA EN EL NIVEL DE REPRESENTACIÓN EN QUÍMICA
E1	
E2	
E3	
E4	
E5	Los 10 estudiantes se ubicaron en el nivel macroscópico
E6	
E7	
E8	
E9	
E10	

Fuente: elaboración propia

Para el análisis de los niveles de resolución de problemas finalizada la intervención, se presenta la tabla 6, donde se establecieron las tendencias de los estudiantes luego de la intervención y se comparan con los resultados iniciales:

Tabla 6. Niveles finales de resolución de problemas

ESTUDIANTE	TENDENCIA EN EL NIVEL DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INICIAL	TENDENCIA EN EL NIVEL DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS FINAL
E1	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3
E2	N1 algunas respuestas (6) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (2) se ubicaron en N3
E3	N1 algunas respuestas (4) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3 y una (1) respuesta en N4

E4	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3
E5	N1 algunas respuestas (9) se ubicaron en N3	N2 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3 y en N4 (3)
E6	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (4) se ubicaron en N3
E7	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (5) se ubicaron en N3
E8	N1 solo una respuesta (1) se ubicó en N3	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3
E9	N1 algunas respuestas (6) se ubicaron en N3	N1 solo una respuesta (1) se ubicó en N3
E10	N1 algunas respuestas (3) se ubicaron en N3	N1 algunas respuestas (6) se ubicaron en N3

Fuente. Elaboración propia.

En la tabla 7, podemos observar que, tras la intervención didáctica los 10 estudiantes se mantienen en el nivel de representación macroscópico.

Tabla 7. Niveles finales de la resolución de problemas

ESTUDIANTE	TENDENCIA EN EL NIVEL DE REPRESENTACIÓN EN QUÍMICA
E1	Los 10 estudiantes se ubicaron en el nivel macroscópico
E2	
E3	
E4	
E5	
E6	
E7	
E8	
E9	
E10	

Fuente: elaboración propia

8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan la respectiva discusión de los resultados. Para ello, el capítulo se presenta en tres apartados: análisis inicial, análisis final y respuesta a la pregunta de investigación.

Para ubicar al lector en la manera como se llevó a cabo el análisis de los datos, se presenta a continuación la codificación empleada:

Nivel de representación macroscópico: color verde

Nivel de representación submicroscópico: color azul

Nivel simbólico: color naranja

Variables del problema: resaltadas en gris

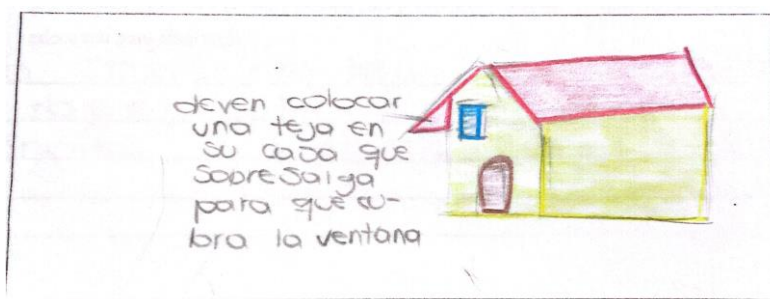
Para nombrar a los estudiantes se asignó la letra E acompañada de un número del 1 al 10, que fue la unidad de trabajo seleccionada. Para dar cuenta del caso y la pregunta aparece la letra C (caso), acompañada del número del caso (1, 2 o 3) y de una letra que corresponde a la pregunta propuesta en el instrumento (ver anexo 4) y para identificar el momento en el cual se dio la respuesta se asigna la letra i (inicial) o la f (final), de acuerdo al momento en el que se aplicó el instrumento; es decir, que si emplea como ejemplo la respuesta del estudiante 5 al caso 2, pregunta g del momento inicial, la codificación es la siguiente: C2gE5i.

8.1 ANÁLISIS INICIAL

8.1.1 Análisis inicial de los niveles de resolución de problemas

Como se aprecia en la tabla 4, la tendencia es a ubicarse en N1, aunque emplean algunas respuestas que se ubican en N2 y N3, pero esto no los ubica categóricamente en estos niveles. Se presentan a continuación algunas respuestas de los estudiantes que se encuentran en N1:

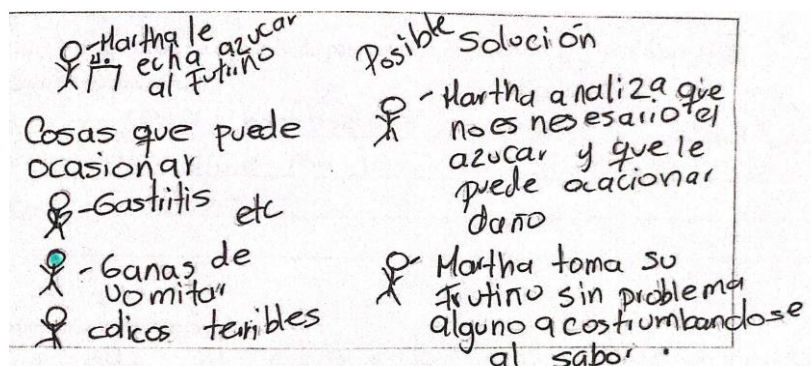
C1aE1i: *pues simplemente de a dado un cambio de clima y los materiales de las ventanas se deterioran por el agua deben implementar los aleros.*



C1dE2i: *en el corregimiento los canelos los habitantes se ven obligado a poner aleros mas largos que los tejados. Con el tiempo las ventanas se han oxidado*

C2gE8i: *no hay pregunta problema ya que no hay problema*

C3aE3i: *si, el proble es descubrir porque Martha haria eso digo personalmente no es necesario echar azúcar al frutiño y menos el de mora.*



Como se evidencia en las respuestas los estudiantes, tal como lo expresan Tamayo et al., (2014), redesciben la experiencia o la situación expuesta en el instrumento a partir solo de observaciones o datos, sin profundizar en sus justificaciones. En términos generales, se pudo identificar que los estudiantes tienen dificultades para comprender de qué trata el problema y para reconocer las variables del problema, probablemente porque hacen una lectura superficial, de forma que no identifican el problema y las variables de manera adecuada, es decir, se limitan a repetir el problema a partir de sus propias opiniones y en su propio lenguaje sin remitirse a la terminología propia de la química. En otras palabras, los estudiantes emplean tautología, lo que según Tamayo y Sanmartí (2005), se constituye en representaciones lingüísticas superficiales a la hora de escribir y reflejan obstáculos en el proceso de aprendizaje.

Llama la atención la respuesta de E3aC3ai, donde el estudiante manifiesta que no sería necesario adicionar azúcar, aunque no tiene en cuenta variables como la concentración del saborizante ácido. Asimismo, parece interesante el esquema que emplea E1, claramente describiendo una situación macroscópica, donde el estudiante analiza el problema desde las consecuencias que esto puede ocasionar a Martha en su salud y no desde la identificación de lo que realmente sucede con la disolución producida con el agua y el azúcar. Al respecto Umbarila (2012), señala que las dificultades que tienen los estudiantes para resolver problemas relacionados con la química tienen que ver posiblemente con tres aspectos: la capacidad mental de los estudiantes, la demanda de la tarea y la baja significación que puede tener el problema a la luz de los conceptos; lo cual se aprecia claramente en E3, quien pareció interpretar el problema no desde la química sino desde la elaboración misma del frutiño con el azúcar.

Por otra parte, hay que señalar que en términos generales los estudiantes tienen dificultades para reconocer de que se tratan los problemas e identificar las variables como se aprecia en las siguientes respuestas:

C3bE1i: *no le veo problema a esto*

C1aE10i: *poner aleros largos*

C1bE5i: *quizá, no puedo definir la respuesta ya que se debería comprobar si las soluciones son efectivas.*

C1fE8i: *no solo mi problema lo puede solucionar si que hay otras formas de solucionarlos*

Así mismo, revisando las estrategias de resolución de problemas, al tener estudiantes que en su mayoría están en el N1 de resolución de problemas, se evidencia que no emplean estrategias para guiar la solución del problema sobre disoluciones, ni se evidencia organización de las ideas para resolverlo, es decir, únicamente lo describen con sus propias palabras o proponen pasos muy generales.

C1bE1i: *simplemente instalar el alero en la casa para que la ventana o los materiales de los que están echos la casa no se oxiden*

C1bE8i: **estar limpiando cada 8 dias el agua que poseta*

**limpiar las ventanas*

C2bE4i: *poner señales de no votar y poner canecos de basura*

C2bE7i: *1. Dejar que la luz ilumine mas el agua*

2. Mantenerlo limpio y en buen estado

C3bE2i: **Tomar mucha agua *Consultar con un doctor*

**No consumir este tipo de bebidas*

C3bE3i: *1) Martha no le echa azúcar ya que hay muchos tipos de frutiño más dulces.*

Podemos ver que, los estudiantes no tienen claridad sobre las estrategias que puedan servir para resolver el problema, ya que la representación dada es superficial y no da cuenta de una secuencia o idea en forma de esquema para resolverlo. Como se ha dicho, en este panorama el estudiante no pueda resolver el problema, posiblemente porque carece de elementos de orden conceptual y práctico acerca de disoluciones, y poca experiencia en la resolución de problemas. Como lo afirman Coronel y Curotto (2008) el fracaso de los alumnos en la resolución de problemas se atribuye generalmente a carencias en estrategias y habilidades de resolución, pero también a la ausencia de conocimientos químicos necesarios para abordar este proceso.

En estos casos se puede apreciar que algunos estudiantes no logran explicar con sus propias palabras el problema, sino que recurren a la situación planteada para describir lo que sucede y no logran reconocer el proceso que deben llevar a cabo para resolverlo; es decir, emplean tautologías.

Asimismo, en cuanto al reconocimiento de los datos y las variables del problema, se evidencia que cuanto más familiarizados están con estos contextos, logran identificar qué factores influyen en estas circunstancias; sin embargo, no se hace en términos químicos, esto último puede obedecer principalmente al grado de complejidad del problema desde la forma en como está planteado y al desconocimiento de aspectos propios de las disoluciones. Por ende, es posible que el estudiante no pueda solucionar el problema, ya que es importante que además de reconocer el entorno en el que ocurren las situaciones, estén familiarizados con los conceptos que permitan la interpretación de cada uno de los elementos presentes en el mismo (Ahumada, 2021). Al respecto Martínez y De Longhi

(2013) señalan que cuando un estudiante intenta resolver un problema, debe elaborar una estrategia para hacerlo, sin saber exactamente cómo, es una tarea de gran demanda cognitiva para la persona, por lo que recurrentemente explican el problema con las mismas palabras que este se presenta; por lo tanto, la lectura y la comprensión del texto, se terminan convirtiendo en la primera dificultad para intentar resolver un problema.

Hay que mencionar, además, que la comprensión de las situaciones planteadas y las posibles soluciones, están fuertemente influenciadas por las creencias que traen los estudiantes, como se muestra en las siguientes respuestas:

- C1bE7i:** *1. Plantar un arbol*
2. ponerlo cerca de las ventanas
3. no dejarlo que se balla sobre la casa
4. podarlo adecuadamente.

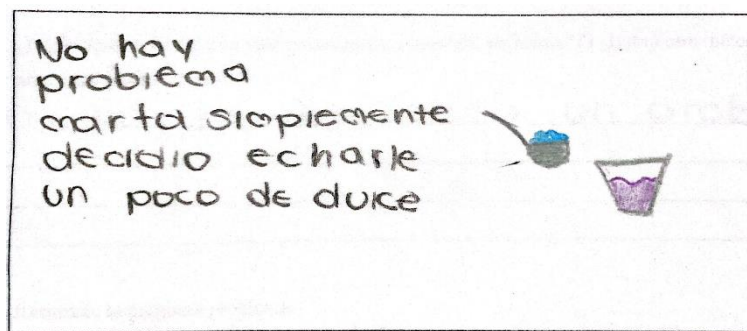
C1bE4i: *1. Debes conseguir un arbol de gran tamaño para que asi tape la casa y el agua no vaya hacia la ventana*

C1gE6i: *A cambiado la ruralidad, en tiempos antes abia demaciada naturaleza y eso protegia a toda la casa pero ahora es mas urbano y afecta porque casi no hay arboles*

En tal sentido, se puede evidenciar que mencionan la falta de árboles junto a las casas como la causa del deterioro en las ventanas, porque en lugares con más espacio en los andenes, se acostumbraba a sembrar jardines u ornamentales cerca de las casas, al respecto Chields y Sheehan (2009), señalan que, para los estudiantes, la química es una de las disciplinas científicas más arduas y difíciles de aprender, dificultades que están latentes en el aula y conllevan a bajas comprensiones por parte de los estudiantes, quienes tienen sus propias creencias, lenguajes, puntos de vista y afectos sobre esta disciplina. Se pone de manifiesto en estos ejemplos, que, al encontrar dificultad en los enunciados, los estudiantes se desvían de la intencionalidad de cada planteamiento y en su lugar se proponen las condiciones de su propio contexto, generalmente sin ninguna relación con la situación planteada, por ejemplo, al atribuirle a la falta de árboles el problema con la oxidación en las ventanas.

Avanzando en ese razonamiento, se puede analizar que en la situación 3, la lectura de la situación se les hizo muy compleja, a algunos estudiantes les constó entender el enunciado del problema, como se evidencia en respuestas como las siguientes:

C3aE1i: *que a Martha le parecía el jugo muy axido*



C3bE9i: *no echar tanta azucar*

No echar tanto agua con frutiño

No comer frutiño

C3bE10i: *no veo cual es el problema*

C3gE3i: *para ella el frutiño era muy fuerte haci que preferio aunque le causara daño, el azúcar se disuelve en el agua*

Habría que decir, además, que los estudiantes no están habituados a la lectura de enunciados sin valores numéricos, toda vez que para los estudiantes no era muy claro lo que se estaba planteando. Al respecto Carlino, (citado por Martínez, 2011), expresa que la lectura no es una habilidad adquirida de inmediato y para siempre, sino que se va construyendo con relación a un área de conocimiento. Durante la experiencia se pudo evidenciar que vienen tan acostumbrados a ejercicios de papel y lápiz con poco texto que les es difícil identificar las partes que componen el problema a través de la revisión de situaciones, además falta de conceptualización sobre las disoluciones, teniendo en cuenta que es el instrumento inicial, por lo que se desviaron del tema hablando de enfermedades relacionadas o simplemente no identificaron cual era el problema.

Por otra parte, llama la atención que los estudiantes se ubican en N1 y N3, y no hay respuestas en N2, pese a que se les explicó que el ejercicio no era calificable, no hubo una redescrición libre que incluyera opiniones sobre los planteamientos, es decir, no toman riesgos en sus respuestas. Algunos estudiantes como se mencionó anteriormente brindaron respuestas que se ubican en N3, sobre todo las que se relacionan con los casos 1 y 2, que tiene más significado para ellos y están familiarizados con el problema, tal como lo señala Umbarila (2012). A continuación, se presentan algunas respuestas ubicadas en N3:

C2gE2i: *en la parte alta el agua es más cristalina puesto que no está contaminada mientras que la parte baja esta contaminada por la basura y al momento de decender se arrastra diferentes partículas de tierra adquiriendo el tono café.*

C2bE9i: ** no contaminar el agua con las dragas y retros*

** no botar basura al agua y ridos*

** no botar químicos al agua*

C2bE5i: *1) llevar elementos de limpieza*

2) Limpiar la parte onda ya que puede estar afectada por residuos desechados por las personas

En las respuestas presentadas, se observa que los estudiantes, si bien, no emplean un lenguaje propio de la química, si reconocen las variables que intervienen en la coloración que el río tiene debido a la contaminación y presencia de material particulado, sin embargo, como lo señalan Tamayo et al., (2014), los estudiantes reconocen una o dos variables, pero no las relacionan, tal como sucede en C2gE2i, C2bE9i y C2bE5i, donde no relacionan las coloraciones del río con las concentraciones de contaminantes.

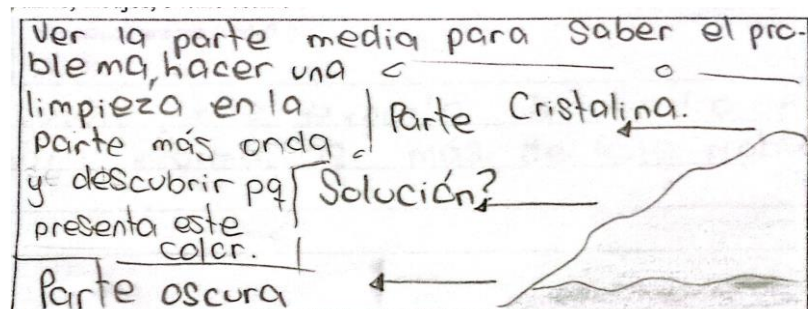
8.1.2 Análisis inicial de los niveles de representación de las disoluciones químicas

Al analizar e interpretar las respuestas de los estudiantes en la tabla 5, se evidencia claramente que todos (los 10 estudiantes) emplean representaciones macroscópicas de las disoluciones químicas, tal como aprecia en las siguientes respuestas:

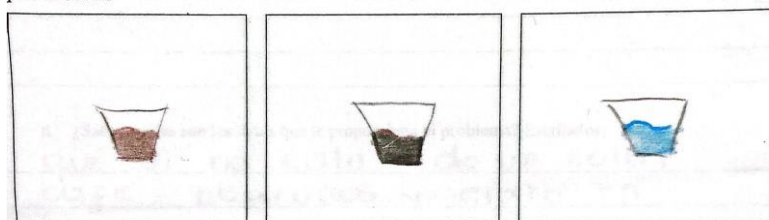
C2ae5i: *se trata de buscar las razones por las cuales el rio presenta dicho problema como lo es la coloración del rio*



Posible solución al problema:

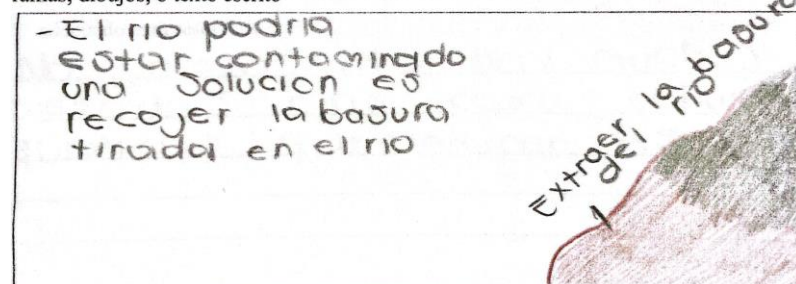


C2aE1i: si lo entiendo en distintos puntos de rio el agua esta mas sucia o mas clara



Posible solución al problema:

ramas, dibujos, o texto escrito

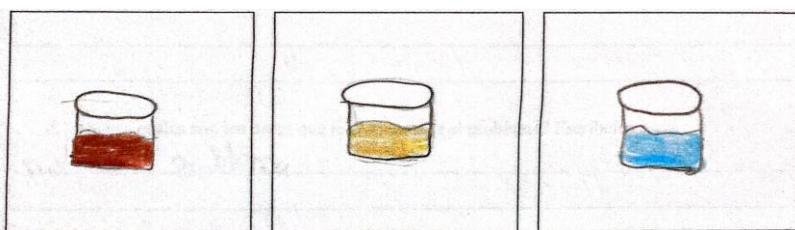


En las respuestas que se presentan se puede evidenciar que, incluso cuando intentan explicar que las distintas coloraciones del agua en un río, corresponde a la presencia de partículas, lo hacen más en relación a su experiencia porque se puede constatar la existencia de materiales mezclados en el agua al dejar sedimentar o usando filtros, sin embargo, no logran explicar desde el nivel microscópico la variación en la concentración de

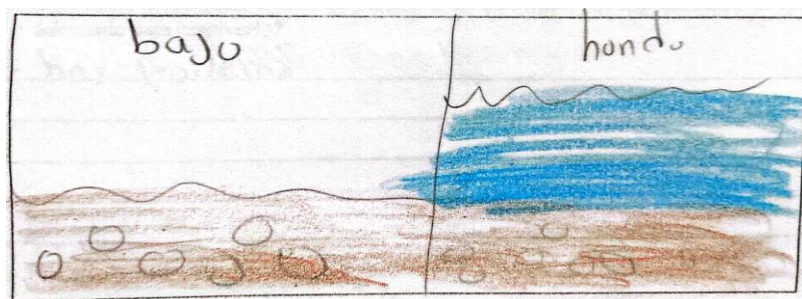
contaminantes, es decir, al tener poca comprensión de la estructura interna de la materia o del nivel microscópico, dificulta la resolución de problemas sobre disoluciones, de acuerdo con Johnstone (1982) corresponde al nivel de representación más complejo, en este punto se hace necesario manejar un lenguaje abstracto, para explicar mediante átomos, moléculas o iones la nueva distribución de los átomos en disolución.

Por otro lado, también hay algunos casos donde el estudiante no considera la presencia de contaminantes en el agua, sino que le atribuye la coloración del agua a la diferencia de profundidad de las distintas partes del río y lo que hay en el fondo del agua:

C2aE8i: *si en realidad no hay problema al cambiar los colores de la superficie de agua es causada por lo hondo y sus fondos bajo el agua*



Posible solución al problema:



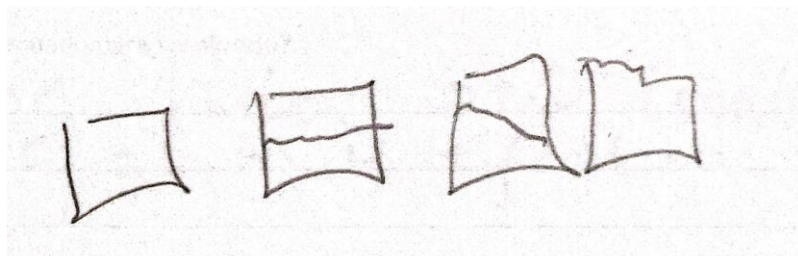
En las respuestas se puede deducir una representación del problema desde una visión macroscópica de la materia donde se aprecia la descripción de lo que ve, analizando superficialmente la situación desde lo sensorial y, por lo tanto, no profundizan en lo que ocurre al interior del fenómeno presentado, no utilizan ningún tipo de simbología propia de la química, sino que se limita a un hecho concreto de su entorno. Así mismo se identifica que tal vez la mayor dificultad es que los estudiantes sacan sus conclusiones sobre lo

observado a primera vista, porque carecen de conceptos adecuados para representar los niveles submicroscópico y simbólico, los conceptos implicados en las diluciones.

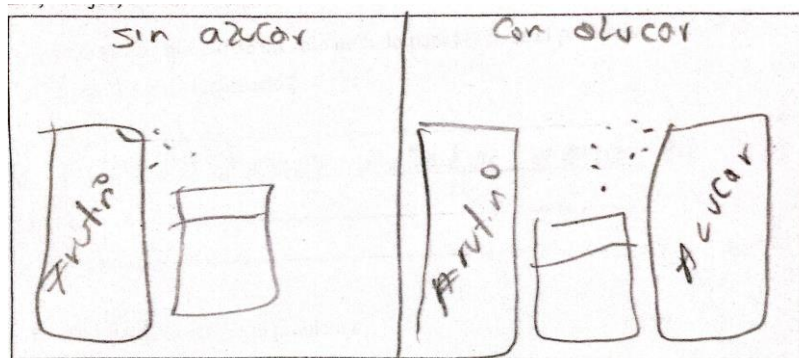
C3aE8i: si porque ella le hecho 2 sobres de azucar sabiendo que hay mas sabores



C3aE9i: que penso al echarle azucar acabaría lo que quedo lo tencia agua



C3aE10i: que el frutiño es muy acido y por eso le echa dos bolsas de azúcar



Hay que mencionar, además, que los estudiantes presentan dificultades para representar un fenómeno, en relación con sus ideas previas construidas a partir de su interacción con el ambiente generando unos conocimientos fuertemente arraigados desde

los cuales intentan explicar los fenómenos cuando no tienen las bases científicas (Duit 2004, citado por Umbarilla 2014), esto explicaría porqué representan únicamente lo que pueden percibir a simple vista o ante la falta de conocimientos científicos, emplean estrategias como usar colores o incluir textos que faciliten la comprensión de lo que intentan explicar con sus dibujos; en algunos casos aunque desconocían el concepto de la concentración, si fueron capaces de representar con colores intensos o tenues el cambio de concentración en las diferentes situaciones problema.

En las representaciones realizadas se puede evidenciar que los estudiantes tienen una visión continua y macroscópica de las sustancias, es decir tienen dificultades para concebir la materia en su naturaleza corpuscular, pues es difícil de apreciar en la vida diaria y a partir del conocimiento cotidiano, se podría asumir que el mundo es tal cual se percibe y por ende lo que no se percibe, escapa a su comprensión, como lo indican Pozo y Gómez (1998), las partículas que constituyen la materia tendrían las mismas propiedades que las sustancias, es decir que los estudiantes atribuyen propiedades macroscópicas a las partículas microscópicas. Esta situación, es decir, la confusión entre el sistema de referencia macroscópico con el de referencia atomista o microscópico, constituye el denominado pensamiento (Jorba y Sanmartí, 1994) y lleva a la interpretación de los fenómenos microscópicos en función de las características macroscópicas observadas en dicho fenómeno, esto es evidente en el uso de colores para indicar la presencia de solutos en el agua.

Es importante señalar que el ubicarse en un nivel macro no está mal, sobre todo si se trata de el estado inicial, pues como lo refieren (Cutrera y Stipcich, 2016), el nivel macroscópico, se relaciona con lo que se capta con los sentidos y Johnstone plantea que este debe ser el primer nivel con el que se familiaricen los estudiantes, debido a que lo fenomenológico es lo que puede relacionarse más fácilmente con la vida cotidiana (Cutrera, 2016).

8.2 ANÁLISIS FINAL

Luego de la aplicación del instrumento de recolección de la información inicial a los 10 estudiantes seleccionados en la unidad de trabajo, se diseñaron y se desarrollaron actividades en una unidad didáctica con temas concernientes a las disoluciones, para que los estudiantes no solo hallen las relaciones cualitativas y cualitativas entre los componentes de las disoluciones, sino que los relacionaran con fenómenos cotidianos y su importancia a nivel biológico y ambiental, así mismo que se desarrollen las habilidades de resolución de problemas y evolucionaran en los niveles de representación en química.

A continuación se presenta el análisis del momento final, en el cual se empleó el mismo instrumento aplicado en el momento de ubicación.

8.2.1 Análisis final de los niveles resolución de problemas

Con respecto a los resultados que se muestran en la tabla 6, podemos observar que los estudiantes: E1, E4, mantuvieron su tendencia respecto al momento inicial; E2 y E9, disminuyeron la cantidad de respuestas en N3; E3, E6, E7, E8 y E10 muestran un leve progreso en cuanto aumentaron sus respuestas en N3, incluso E3 tuvo una respuesta en N4 de resolución de problemas, por su parte E5 cambió su tendencia de resolución a N2 y tuvo algunas respuestas en N3 y N4. Sin embargo, a nivel general, pese a la intervención, se mantuvo la tendencia a permanecer en los niveles iniciales de resolución de problemas, en un principio es posible que haya influido la hora de aplicación de los instrumentos, pues hubo un cambio de horario respecto a las primeras sesiones que fueron en las primeras horas de la jornada, mientras que post-test se aplicó al final de la jornada, lo que afectó un poco su ánimo durante la última aplicación, lo que es evidente por algunas respuestas con monosílabos o en blanco como se muestra a continuación:

C2cE6f: *si, eso creo, jajajaja*

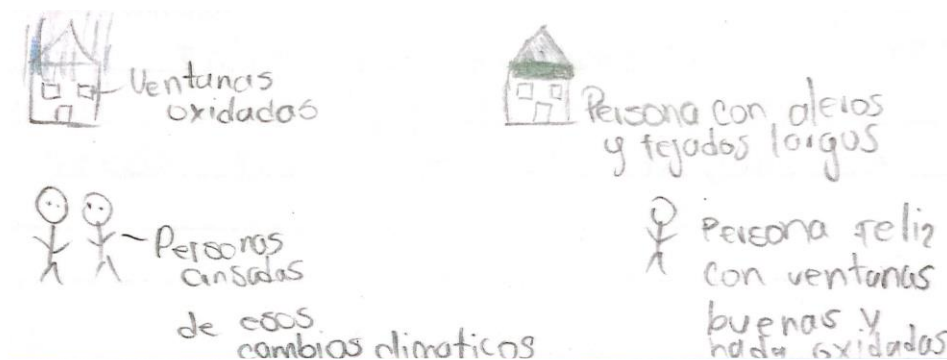
C2cE7f: *si*

C2cE8f: *si*

Los datos en la tabla 5 parecen confirmar que la mayoría del grupo intervenido está ubicado en los niveles inferiores de resolución de problemas; sin embargo, la cantidad de

respuestas en N1 disminuyen en 6 de los 10 participantes tras la intervención didáctica, dicho de otra forma, teniendo en cuenta el propósito de esta investigación los estudiantes avanzaron en su tránsito hacia niveles de resolución de problemas en niveles superiores a medida que se avanzó la intervención, posiblemente por las estrategias preparadas de manera intencionada que contribuyeron al desarrollo de habilidades y competencias para abordar los problemas relacionados con disoluciones químicas.

C1aE3f: *si, entiendo que la gente de este pueblo busco la solución a el problema de las ventanas arreglando sus tejados para evitar el contacto directo de la lluvia*



C1aE2f: *Con el pasar de los años han surgido diferentes fenomenos naturales como la lluvia axida*

C1bE5f: *1) Investigar en que momento empieza a ocurrir la afectación a la ventana, pasos principales como:*

¿antes ocurría esto con frecuencia?

¿el material de las ventanas sigue siendo el mismo?

Ver sus causas para asi buscar su posible solución.

C1dE10f: *que los dueños de las viviendas se han visto obligados a poner aleros mas largos porque las ventanas se están oxidando en los últimos años por la lluvia, ahí viene la pregunta problema ¿Que ha cambiado en los últimos años para que este presentando este fenómeno?*

Tras analizar en las respuestas de E3, E2, E5 y E10 que los estudiantes logran entender el problema no de manera superficial sino que utilizan algunos razonamientos

consistentes, que dejan ver la comprensión del enunciado del problema, esto demuestra según Martínez (2013), que la habilidad de la lectura se va construyendo con relación a un área de conocimiento; es decir, la comprensión del problema es un indicador importante que favorece la tarea de resolver el problema, los estudiantes en esta etapa reconocieron la información del enunciado del problema, lo que indicó que ya realizan un proceso de lectura más reflexivo y consiente ante los diferentes fenómenos químicos. Respecto a la situación 3 se observa una leve mejoría:

C3bE5f: *el sabor del frutiño puede ser por preferencia pero al hallarlo como problema la solución es agregar dulce hasta conseguir el sabor deseado.*

1) Cambiado el frutiño ya sea por otro sabor.

2) Hecharle más o menos azúcar

3) Más o menos agua

C3dE4f: *la cantidad de azúcar*

El frutiño la cantidad que se debe disolver

C3fE10f: *1. Después de un minuto el azúcar se disuelve y el frutiño quedará muy dulce.*

2. Porque la mora es una fruta acida, por lo que el frutiño queda acido entonces Martha le hecho 2 sobres de azúcar para que no quede tan acido mientras que otros sabores no son tan ácidos entonces no es necesario hecharle tanto azúcar

En el momento final, se muestran más familiarizados con la situación 3, aunque la mayoría de las respuestas en este caso se ubican en N1 de acuerdo con Tamayo et al., (2014), pues sus respuestas se dan en relación con lo que perciben y únicamente realizan descripciones simples del problema de disoluciones recurriendo a las vivencias personales.

Respecto a las estrategias usadas para resolver problemas, tomamos como ejemplo las siguientes respuestas:

C2bE2f: *1. Identificar por qué los diferentes tonos*

2. Restringir en río café

3. instalar un sistema de filtración en la parte café del río.

C2bE5f: *Tomar una muestra de cada parte del río y buscar los factores que generan su color, entrando a investigación las diferentes muestras hallando su problema.*

C2bE7f: *1. No talar árboles*

2. no contaminar ; con basura

3. no utilizar mucha maquinaria (minería)

Como se puede observar, los estudiantes en este momento aún no logran diseñar estrategias concretas para resolver el problema, todavía siguen planteando pasos generales, que bien podrían ser aplicables a otros problemas no relacionados con las disoluciones, esto, puede deberse a lo que refiere Rumelhart (1984) para realizar esquemas se requiere de una estructura de datos para representar conceptos almacenados en la memoria; en otras palabras, si aún hay incomprendiones en los conceptos químicos, es difícil que los estudiantes puedan representar pasos a seguir mediante esquemas o representaciones gráficas. Es de resaltar que logran al menos describir la necesidad de usar sistemas de filtración o de reducir la contaminación, pero no logran precisar elementos más específicos, lo cual denota, que se presentan, posiblemente, obstáculos en el manejo de los conceptos propios de la química.

Podemos decir, a partir de la experiencia compartida con el grupo trabajado, que muchas de las dificultades que tienen los estudiantes en la resolución de problemas, no siempre tuvieron que ver con la naturaleza de la asignatura o con las variables, sino con las características del resolutor (Ramos et al., 2016), entender esto es importante porque se traduce en que, si bien los estudiantes tienen dificultades conceptuales, más allá de ello, durante su proceso académico no han empleado estrategias que les exijan hacer uso de conocimientos anteriores en búsqueda de soluciones, y posiblemente, tampoco se habían expuesto antes a resolver problemas desde la perspectiva abordada en este trabajo. Es por esto por lo que, en adelante se deben enfocar las prácticas en el aula para fortalecer la búsqueda de estrategias y la discriminación de datos importantes.

En lo concerniente al reconocimiento de los datos y las variables en el problema, también se evidencia familiarización con el mismo, se resalta entre todo el grupo al E5, en el que se vio la mayor evolución, de acuerdo con lo propuesto por Tamayo et al., (2014), el

estudiante identifica propiedades y características de la situación problema, e intenta resolver el problema.

C1fE5f: *otro método como intentar detener el deterioramiento de las ventanas, aplicarles productos que las protejan de la lluvia directa, aleros mas anchos, polisombras, cambiar las ventanas pues su material ya no puede ser tan resistente que antes, mantenerlos en mantenimiento, etc.*

C1aE5f: *el problema es complejo ya que para que este ocurra hay muchos factores que implican su causa. El medio ambiente se ha visto muy contaminado el cual hace que la lluvia directa sea dañina (lluvia acida) por la contaminación.*

C2bE5f: *Tomar una muestra de cada parte del rio y buscar los factores que generan su color, entrando a investigación las diferentes muestras hallando su problema.*

En general, tuvieron muchas dificultades al verse enfrentados a una nueva forma de trabajar, y aunque no se vean cambios evidentes, tal como lo menciona Fonseca et al., (2019), en la actualidad, la resolución de problemas puede considerarse como una actividad de alta demanda y por tanto compleja, que potencia el desarrollo de habilidades intelectuales y que, al constituir parte de un contenido está íntimamente relacionado con los conceptos, con los procedimientos y con las actitudes a formar en los estudiantes; por tanto, es normal que los estudiantes se les dificulte la resolución de los problemas, porque van a encontrar muchos obstáculos en el contenido de la química y con las características de su proceso académico, lo anterior hace que sea coherente plantear que la resolución de problemas de disoluciones químicas aporta en el aprendizaje en química, pues necesariamente para resolver problemas el estudiante no solo debe tener claridad sobre conceptos relacionados, sino que debe hacer un despliegue de habilidades como la lectura en química, identificación de variables, entre otros, que dan cuenta de la construcción mental del estudiante.

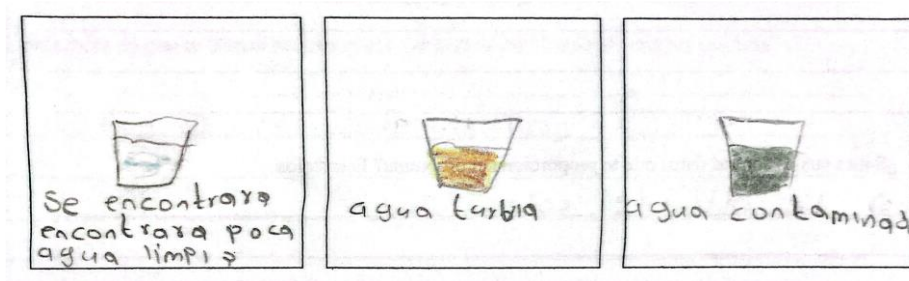
8.2.2 Análisis final de los niveles de representación de las disoluciones químicas

En cuanto a las respuestas obtenidas respecto a los niveles de representación sobre disoluciones químicas, se evidenció que la totalidad de los alumnos se ubican en el nivel de representación macroscópica, esto se debe a la forma de representar las características del fenómeno químico, ya que lo describen de la manera como las perciben en su vida cotidiana, y al ser problemas abiertos, no tuvieron necesidad de emplear cálculos de átomos, moléculas e iones.

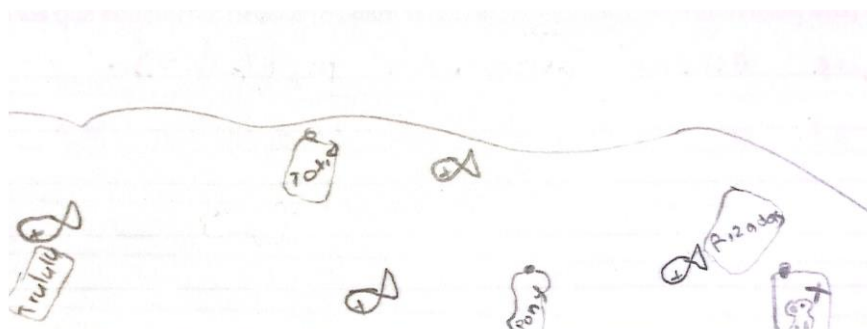
Lo anterior no quiere decir que no tuvieron cambios, para este momento final si hubo un pequeño avance respecto a que intentan representar que hay presencia de “algo” que cambia la coloración de las distintas disoluciones, sin embargo, aún lo hacen desde su experiencias e interacción con el entorno, como lo son restos de empaques como contaminantes y utilizan textos que indican el efecto adverso que tienen estos materiales sobre el medio ambiente; también se observan en sus representaciones puntos que indican partículas y además algunos las hacen de distintos colores porque están familiarizados con refrescos en polvo que traen distintos colorantes.

Algunos ejemplos de respuestas que ubican a los estudiantes en este nivel son:

C2aE6f: *los distintos colores siendo un mismo rio color negruzco, cristalino y café.*



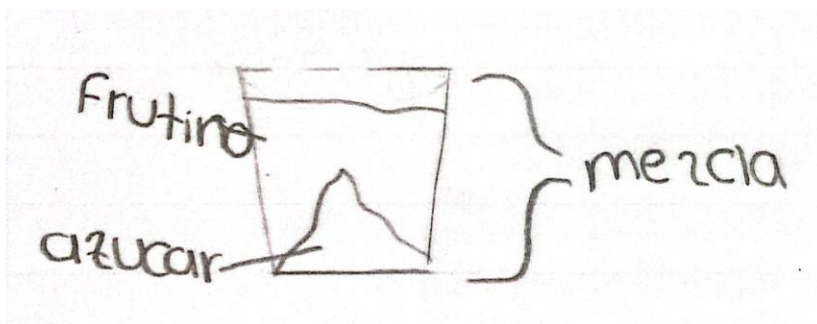
Possible solution:



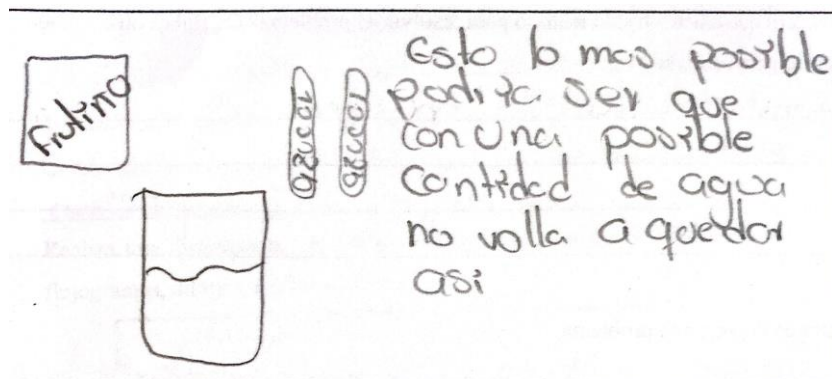
En cuanto a las representaciones iniciales y finales, no hubo avance notorio, faltó incluir dentro de la unidad didáctica actividades con simuladores que permitieran visualizar lo que ocurre al interior de las disoluciones, las analogías podrían haberse quedado cortas, también pudo deberse a errores sobre la naturaleza del tipo submicroscópico, con base de confusiones sobre la naturaleza de la materia y la dificultad de visualizarlas entidades cuando se representa en ese nivel. Otra de las posibles causas es la poca comprensión de las convenciones usadas a nivel simbólico y de la dificultad para moverse entre los tres niveles (Casado & Raviolo, 2005).

Tal y como se observó en el momento inicial, los estudiantes tienen dificultad para pasar de un nivel de representación macroscópico al submicroscópico, porque no hay una concepción corpuscular y discontinua de la materia, aunque en algunas imágenes parecieran representarse puntos de colores, simulando la presencia de partículas, lo hacen más en referencia a la presencia de colorantes, o contaminantes en el agua que pueden evidenciarse a simple vista y no hacen referencia a átomos, iones o moléculas; tampoco hay evidencia de que intenten representarlos gráficamente o a través de símbolos, pese a que en los procesos de enseñanza se han empleado modelos de esferas y fórmulas químicas para representar simbólicamente las sustancias.

C3aE2f: *debo hallar la razon del porque decidió agregar azúcar*



C3aE4f: *si que al disolver un frutiño de mora oviamente el frutiño de mora es acido pero el frutiño tiene su cantidad de azúcar y pues al agregarle los dos sobres va a quedar más dulce.*

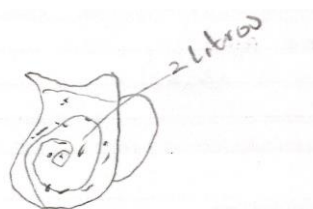


Cabe destacar que, es notorio el intento de representar mejor las situaciones problemas, pues, se valen de propiedades que son perceptibles en los laboratorios de química y en la vida cotidiana para resignificar su experiencia, usaron más detalles de color, y ampliaron a través de textos dentro de las imágenes; al respecto se sabe que al intentar comprender y manipular la materia, la química no empieza por observar el mundo natural en toda su complejidad. Más bien, busca establecer lo que se ha denominado fenómenos ejemplares: ejemplos ideales o simplificados que pueden ser investigados con las herramientas disponibles en ese momento (Gilbert et al., 2000), sin embargo, no hubo un tránsito de lo fenomenológico a la modelización, pues esto involucra hablar de entidades que son demasiado pequeñas para ser vistas, incluso usando microscopios ópticos y solo pueden acceder a este nivel a través de su imaginación.

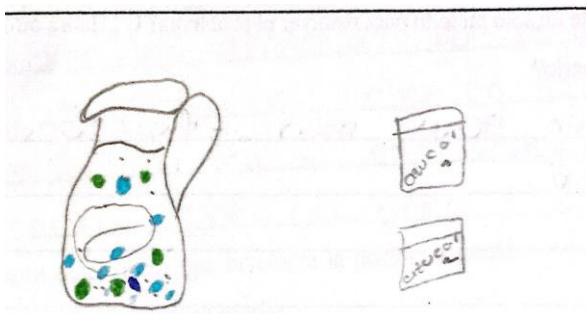
Debido a que los estudiantes parecen tener una concepción continua y estática de la materia, les resultará difícil identificar la mínima unidad de materia, la molécula; por estos motivos, los esquemas realizados por ellos, dan cuenta que en sus mentes tienen representaciones sencillas referidas a la solubilidad de las sustancias; estas representaciones poseen las características que pueden percibir sensorialmente en un nivel macroscópico constituyendo modelos elementales y alejados del modelo científico ya que no se ha producido una comprensión adecuada de los conceptos (Nappa et al., 2005); es decir, prima lo macroscópico, sin atender a otros aspectos importantes tales como la distribución de las especies químicas en la solución, la naturaleza del soluto y del solvente y las interacciones moleculares entre ellos.

También en este momento se evidencia una categoría denominada "diagramas micro no molecular" que de acuerdo con Nappa et al., (2005) comprende aquellos que mencionan la existencia de partículas a las cuales les asignan propiedades visualmente observables, pero sin hacer referencia a moléculas ni átomos, sino de partículas más pequeñas que las originales, pero que mantienen sus propiedades macroscópicas, tal y como se observa en las siguientes representaciones:

C3aE6f: *de como desolver un frutiño.*



C3aE7f: *El problema trata que pasaría si se revelven dos tipos de azúcar*



En el momento final, se confirma que los estudiantes aún no establecen relación entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico, ya que representan las disoluciones a través de las propiedades que pueden observar, más cercanas a lo fenomenológico que a lo corpuscular, y continúan atribuyendo características de la sustancia de referencia a las partículas que la componen. En general, podemos decir que se aprecia una marcada tendencia por abordar las distintas situaciones en torno a la percepción macroscópica de los fenómenos de disolución.

Del mismo modo, se identifica como mayor dificultad que los estudiantes tienden a sacar sus conclusiones sobre lo observado a primera vista desde el nivel de representación macroscópico, pues carecen de un manejo adecuado para representar los niveles submicroscópico y simbólico respectivamente, los conceptos implicados en las diluciones.

8.3 RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y luego de analizarlos en el apartado anterior, es posible establecer que el aporte de la resolución de problemas en el aprendizaje de las disoluciones químicas consiste en que, a medida que desarrollan la habilidad para resolver problemas van mejorando progresivamente su comprensión de muchos fenómenos ambientales y aunque se mantuvieron en el nivel de representación macroscópico, los estudiantes que participaron en la investigación a través de las situaciones problema, mostraron motivación para querer solucionarlas, se tropezaron con algunas dificultades que los llevaron a planear algunas acciones o estrategias antes de resolverlos y que en este proceso por sí mismos buscaron acceder a los conocimientos sobre disoluciones que contribuyeran en su resolución.

En el momento inicial, la mayoría de los estudiantes no empleaban conceptos propios de las disoluciones químicas para explicar las situaciones problemas que se les entregaron, aunque mencionaron conceptos como la oxidación y presencia de contaminantes, no había profundidad en los razonamientos y gran parte de las respuestas daban cuenta de que se estaban limitando a redescibir los enunciados desde experiencias

sensoriales previas y de que estaban más preocupados por entregar respuestas y tener la nota de participación, sin importar el desarrollo como tal del instrumento de ideas previas.

En el momento de desubicación, los estudiantes se mostraron muy motivados por resolver problemas ambientales de su comunidad y que se relacionaban con las disoluciones, y en ese sentido la búsqueda de posibles soluciones les mostró que requerían mejorar su comprensión de conceptos propios de la química y su relación con los fenómenos observados, para lo cual es necesario ir más allá de los cálculos de concentraciones, fue evidente que el trabajo de campo los motivó a trabajar tanto en los grupos como de manera individual para identificar las variables que intervenían y su relación entre ellas, tal como lo plantea Coronel y Curotto (2008), es necesaria la disposición en los alumnos en gestionar los conocimientos declarativos y procedimentales para resolver el problema que se les ha planteado.

En el momento de reenfoque se evidenciaron pequeños avances en la resolución de problemas, incorporaron conceptos como la lluvia ácida y la contaminación de fuentes hídricas por la minería y disposición inadecuada de residuos sólidos, concentración de disoluciones, entre otros, pero no se logró una apropiación conceptual profunda, pues sus representaciones se mantuvieron en el nivel macroscópico. Sin embargo, se resalta que durante y después de la intervención, los estudiantes estuvieron muy motivados en mejorar sus estrategias de resolución de problemas, esto se evidencia en que, pese a no llegar a los niveles superiores de resolución, mejoraron mucho su redacción y las explicaciones fueron cada vez más claras, sus diagramas se nutrieron con elementos como el uso de colores y textos explicativos.

Un aporte significativo del proyecto fue el hecho de generar iniciativas de hacer campañas y otras actividades que buscaban dar solución a las distintas problemáticas, y de seguirse implementando estas actividades como el trabajo colaborativo, salidas de campo, las prácticas de laboratorio, uso de analogías, videos explicativos, será posible que ellos mismos identifiquen sus obstáculos y limitaciones, para que puedan trabajar en ellos y mejoren el aprendizaje del lenguaje químico, e ir transitando hacia los niveles submicroscópico y simbólico para comprender los procesos químicos.

Finalmente, se encontró que hay una relación muy estrecha entre ambas categorías y para que estudiantes puedan avanzar a niveles más complejos de representación de química, deben avanzar también a niveles más complejos de la resolución de problemas, lo que significa que la resolución de problemas y el aprendizaje las disoluciones químicas funcionan como una unidad y no de manera independiente; esto lo evidenciamos porque en la medida que los estudiantes no se familiaricen con el problema o no relacionan temas vistos con problemas locales, no proponen estrategias de solución y no solucionan el problema. Por otra vemos que los estudiantes no logran familiarizarse con el problema, no relacionan el problema con temas de su vida cotidiana y por tanto no pueden proponer posibles soluciones a ese problema y eso está relacionado también con la baja capacidad que tienen los estudiantes de incorporar lenguajes propios de la química y por la dificultad que tiene explicar la materia desde lo corpuscular, entonces eso es una evidencia que se requiere el desarrollo de ambas categorías para lograr el aprendizaje y la resolución de problemas.

9 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los objetivos que nos trazamos en la propuesta de investigación, podemos concluir que:

1. No se puede establecer que la resolución de problemas aporte al aprendizaje de las disoluciones químicas, dado que no es posible resolver los problemas sino existe una comprensión profunda de los conceptos propios de la química y de sus niveles de representación. Esto nos lleva a concluir que ambas categorías fungen como una unidad en tanto su relación no es unidireccional.

2. En el momento inicial, los estudiantes se ubican solo en el nivel macroscópico y una tendencia a ubicarse en el nivel 1 de la resolución de problemas, con la presencia de algunas respuestas en los niveles 2 y 3. Principalmente se pudo evidenciar la ausencia de terminología propia de la química, el desconocimiento de variables, las redescpciones a partir de la experiencia sensorial y las explicaciones desde lo fenomenológico.

3. Tras finalizar la intervención didáctica se pudo observar que, si bien mantuvieron su tendencia ubicarse en su mayoría en el nivel 1 respecto al momento inicial, aumentó el número de respuestas en los niveles 2 y 3, incluso se encontraron respuestas en el nivel 4 de resolución de problemas. Los estudiantes se mantuvieron en el nivel de representación macroscópico, no significa que no tuvieron cambios, para este momento final se tuvo un pequeño avance porque intentaron representar la presencia de sustancias que cambiaban las propiedades observables del agua, desde su experiencias e interacción con el entorno.

10 RECOMENDACIONES

Dentro de las principales dificultades para desarrollar la propuesta encontramos el tener que aplazar su aplicación porque el grupo elegido inicialmente ya se encontraba muy avanzado en temáticas y se tuvo que esperar al año siguiente para que la intervención pudiera coincidir con el plan de estudios del grado noveno. Luego nos encontramos con las falencias que traían los estudiantes pues en el curso anterior solo se destinaba una hora semanal para química, y no tenían las suficientes bases conceptuales para enfrentarse a las disoluciones.

Otro problema fue que en la institución educativa los Canelos, gran parte de la población es flotante, por lo que a lo largo de un año escolar los estudiantes se matriculan y se retiran, y fue realmente difícil tener una muestra que estuviera de inicio a fin de todo el curso para poder hacer generalizaciones sobre los resultados, corriendo el riesgo de que la muestra analizada no fuera representativa para el grupo.

Pese a la participación, no se logró un avance significativo en los niveles de representación en química, por lo que se sugiere seguir realizando actividades que permitan reconocer las representaciones que hacen los estudiantes y realizar las actividades de forma intencionada para promover el movimiento entre los tres niveles de representación trabajando en el aula y de forma explícita los tres niveles de representación para el aprendizaje de la química.

En la reflexión sobre los instrumentos, reconocemos que algunos de los problemas presentados a los estudiantes tenían un alto grado de dificultad, por lo que se sugiere para futuros trabajos transitar de problemas de menor a mayor complejidad, que demande de los estudiantes, potenciar progresivamente resoluciones más profundas y rigurosas, a su vez se sugiere emplear mayor tiempo en las intervenciones didácticas, ya que es una tarea compleja y que no es posible desarrollarla en un periodo corto de tiempo.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, J.M. (2021). La resolución de problemas estequiométricos como indicador del aprendizaje en química. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Manizales. https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/1254/1/Resoluci%c3%b3n_problemas_estequiom%c3%a9tricos_como_indicador.pdf
- Asencio, C. (2013). *Adaptación del modelo de Miguel de Guzmán para la resolución cooperativa de problemas para alumnos de 1° de la ESO*. Obtenido de ReUnir Repositorio Digital: https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1839/2013_04_29_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrantes, H. (2006). Resolución de problemas. El trabajo de Allan Schoenfeld. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 2,3,4,5,6.
- Blanco, Á. y Prieto, T. (2004). Un esquema para investigar el progreso en la comprensión de los alumnos sobre la naturaleza de la materia. *Revista de Educación* (333), 445-465.
- Blanco , A., Ruiz , L., y Prieto, T. (2010). El desarrollo histórico del conocimiento sobre las disoluciones y su relacion con la teoria cinetico-molecular. Implicaciones didacticas. *Historia y epistemologia de las ciencias*, 447-458.
- Buitrago, Y. D. (2012). *Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las socuciones químicas, y la la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula*. Obtenido de Repositorio universidad Nacional: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9719>
- Casado, G. y Raviolo, A. (2005). Las dificultades de los alumnos al relacionar distintos niveles de representación de una reacción química. *Universitas Scientiarum*, 10 , 35–43. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5015>.
- Chields, P., & Sheehan, M. (2009). What's diicult about chemis-try? An Irish perspective, *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 204-218.

- Coronel, M. V. y Curotto, M. M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, 7 (2), 463-479.
- Cutrerá, G. (2016). Un análisis de la propuesta curricular para la materia escolar fisicoquímica. *Propuesta de dimensiones didácticas*.
- Cutrerá, G. y Stipcich, S. (2016). El triplete químico. Estado de situación de una idea central en la enseñanza de la química. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Iberoamérica*, 3(6), 1–24.
- Delgado, J. (1999). La enseñanza de la Resolución de Problemas Matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: La estructuración del conocimiento y el desarrollo de habilidades Generales matemáticas. Tesis Ph. D. ISPJAE. Ciudad Habana. Cuba.
- Fonseca, A., Curbeira, D., y Hernández, A. O. (2019). La resolución de problemas químicos: una habilidad imprescindible en la formación de los ingenieros agrónomos en la Universidad de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 11(3), 118-124.
<http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- García, J. (2003). *Didáctica de las ciencias: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Magisterio.
- García, J. J. (1998). La creatividad y la resolución de problemas como base de un modelo didáctico alternativo. *Revista educación y pedagogía*. Vol. X N° 21, 145-174.
- García, J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias*, 113-129.
- García, J. j., & Rentería, E. (2012). La medición de la capacidad de reolución de problemas en las ciencias experimentales. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 4, 755-767.
- Gilbert, J., Boulter, C., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. Dordrecht: Developing Models in Science Education. Springer, Dordrecht.

- Gil Pérez, D., Furió Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., . . . Pessoa De Carvalho, A. M. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias* 17(2), 311-320.
- Gómez, L. F. (2018). Aprendizaje del concepto de reacciones químicas mediante el modelo de resolución de problemas en los estudiantes de la UCM. Tesis de maestría , Universidad Autónoma de Manizales , Manizales, Colombia.
<http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/432>.
- Gómez, L. y Patiño, Y. (2018). *Aprendizaje del concepto de reacciones químicas mediante el modelo de resolución de problemas en los estudiantes de la ucm*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Autónoma de Manizales:
<http://hdl.handle.net/11182/432>
- Gómez, M. (2007). *Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química*. Obtenido de Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea], 2007, Vol. 25, n.º 1, pp. 59-72:
<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87862>
- Jorba, J., y Sanmarti, N. (1994). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Barcelona: Institut de ciencies De L'Educacio.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199711\)34:93.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199711)34:93.0.CO;2-U)
- López, G. (2018). *Desarrollo de la argumentación a través del aprendizaje de disoluciones químicas*. Obtenido de REpositorio Universidad Autonoma de Manizales:
<https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/815>
- Martínez, M.S. (2011). Identificación y categorización de las dificultades en la lectura y comprensión de los enunciados de problemas de estequiometría en Química Aplicada. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Córdoba.

- Martínez Aznar, M. M., e Ibañez Orcajo, M. T. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 2006, 24(2), 193-206.
- Martínez, M.S. y De Longhi, A.L. (2013). Identificación y categorización de dificultades de lectocomprensión en enunciados de problemas de lápiz y papel de estequiometría. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , 10 (2), 159-170.
- Mendez, D. y Castro, J. (2016). La disolución como concepto estructurante en química. Una estrategia centrada en la modelización. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1989). *Pensar matemáticamente*. Barcelona: Labor-M.E.C.
- Nappa, N., Insausti, M. J., & Sigüenza, A. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , vol. 2, núm. 3, 2005, pp. 344-363.
- Orton, A. (1996). *Didáctica de las matemáticas* (Segunda ed.). Madrid: MORATA, S.L.
- Pacheco, E. (2017). *Papel de la regulación metacognitiva en situaciones problema para el aprendizaje del concepto disoluciones químicas*. Obtenido de Repositorio Universidad Autonoma de Manizales:
<https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/746>
- Pólya, G. (1965). *Como plantear y resolver problemas*. México D.F: Editorial Trillas.
- Pozo, J. I. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos. En C. Coll , J. I. Pozo, B. Sarabia & E. Valls (Eds.), *Los contenidos en la reforma* (pp. 19-80). Buenos Aires: Santillana.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. (1998). El aprendizaje de la química. En: *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* Madrid: Ediciones Morata. Madrid: Ediciones Morata S.L.

- Ramos, L.; Castro, E.; Castro-Rodríguez, E. (2016). «Instrucción en el uso de esquemas para la resolución de problemas aditivos a estudiantes con necesidades educativas especiales». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(1), 173-192. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306642>.
- Rodriguez, M. L., Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Ileana, M. G. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona: Ediciones octaedro S.L.
- Rumelhart, D. E. (1984). "Understanding understanding". J. Flood (ed), *Understanding Reading Comprehension*, I.R.A., Newark, Delaware.
- Salvat, B.G. (1990). La enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados. *Revista de educación*, 293, 415-433.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press. Inc.
- Seferian, A. E. (2010). Situaciones problemáticas de química diseñadas como pequeñas investigaciones en la escuela secundaria desde un encuadre heurístico a partir de una situación fortuita que involucra reacciones ácido-base. *Educación química*. México. 21(3). *Scielo.org*, 254-259.
- Tamayo O. E. y Sanmartí N. (2005). Características del discurso escrito de los estudiantes en clases de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 3(2), 1-21. <https://revistaumanizales.cinde.org.co/rllcsnj/index.php/Revista-Latinoamericana/article/view/301>
- Tamayo, O.E., Zona, J.R. y Loaiza, Y.E. (2014). *Pensamiento crítico en el aula de ciencias*. Manizales, Colombia: Ed. Universidad de Caldas.
- Tamayo, O. E., Zona, R., y Loaiza, Y. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133.
- Tinto, J.A.(2013). El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizada para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto

- Umbarilla, X. (2012). Fundamentos teóricos para el diseño y desarrollo de unidades didácticas relacionadas con las soluciones químicas. *Revista de investigación No. 76 Vol. 36*, 133-157.
- Uscátegui, E. (2022). Aporte de la habilidad de resolución de problemas al aprendizaje de la estequiometría, a través de una unidad didáctica mediada por las TIC. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Manizales.
https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/1359/1/Aporte_habilidad_resoluci%3%b3n_problemas_aprendizaje
- Velázquez, A. (2018). *Niveles argumentativos y representaciones de los estudiantes sobre disoluciones químicas*. Obtenido de Repositorio universidad Autónoma de Manizales:
<https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/864>
- Zona, J. R., y Giraldo, D. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la Didáctica de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13 (2), 122-150.

13. ANEXOS

ANEXO 1. PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE SERES VIVOS EN INVESTIGACIÓN

		FORMATO	CÓDIGO: GIN-
		PROTOCOLO	FOR-033
		PARA EL MANEJO DE SERES VIVOS EN INVESTIGACIÓN	VERSIÓN: 1
		COMITÉ DE BIOÉTICA	FECHA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO: 15/FEB72019

Nombre de la investigación:

Investigadores:

Ciudad y Fecha:

Fases y Procedimientos a realizar antes, durante, y después de los procedimientos	Posibles riesgos a los que se exponen los participantes	Acciones que se implementarán para minimizar los riesgos	Acciones que se implementarán en caso que suceda un evento adverso	Evidencias científicas que demuestran que las acciones a implementar tienen sustento teórico con las referencias

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

GRUPO DE INVESTIGACIÓN _____	
INVESTIGACIÓN:	
título:	
Ciudad y fecha: _____	
Yo, _____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a _____, docente de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de las siguientes procedimientos:	
1. _____	
2. _____	
Adicionalmente se me informó que:	
• Mi participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento. • No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. • Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores. • Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia y a mis médicos.	
Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.	
_____ Firma Documento de identidad _____ No. _____ de _____ Huella Índice derecho:	HUELLA

**ANEXO 3. AUTORIZACIÓN DE LOS PADRES DE FAMILIA PARA LA
APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS**

ASUNTO: Autorización para aplicación de instrumentos

INSTITUCIÓN

EDUCATIVA

Yo _____ padre de familia
y/o acudiente del estudiante _____ de _____
años de edad y quien cursa actualmente el grado _____ en esta institución,
autorizo a mi hijo(a) y/o acudido(a), menor de edad, para participar en el proyecto de
investigación que desarrolla el docente XX, en el área de
Ciencias Naturales para la Maestría Virtual en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad
Autónoma de Manizales, durante el año _____ en curso.
De igual manera doy total y plena autorización al docente para grabar, fotografiar y
filmar con mi hij(a) y/o acudido(a) además interactuar a través de un grupo formado en
la redes sociales específicas en cuanto a lo que esté relacionado con dicho proyecto.

NOTA: es de aclarar que el manejo de la información se realizará bajo el anonimato
con el fin de proteger la identidad de los estudiantes o cualquier información personal.
ATENTAMENTE

**ANEXO 4. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN
INSTITUCION EDUCATIVA ACADÉMICA Y TÉCNICA AGROPÉCUARIA LOS
CANELOS**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: _____ **GRADO:** _____

Estimado estudiante, este cuestionario, tiene como propósito identificar tus conocimientos y obstáculos acerca de la química. Las situaciones aquí propuestas, serán insumo para el diseño de actividades que favorezcan el aprendizaje y NO para asignarte una nota.

Por lo anterior, te solicito responder todas las preguntas en su totalidad.

SITUACIÓN 1

En el corregimiento Los Canelos, los dueños de viviendas se han visto obligados a construir aleros más largos a los tejados de las viviendas porque en los últimos años las ventanas se han empezado a oxidar rápidamente si están en contacto con la lluvia directa. ¿Qué ha cambiado en los últimos años para que se esté presentando este fenómeno?



Teniendo en cuenta la situación anterior, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Entiendes de qué se trata el problema que debes resolver? Explícalo con tus palabras.

Realiza una descripción que involucre la posible solución o soluciones del problema. Utiliza gráficas, flujogramas, dibujos, o texto escrito.

b. Escribe los pasos que consideras necesarios para resolver el problema

c. ¿Estás seguro de que esos pasos te ayudarán a resolver el problema? Si es así continúa con el diseño de tu plan, si no, escribe un nuevo plan.

d. ¿Sabes cuáles son los datos que te proporciona el problema? Escríbelos

e. ¿Las estrategias que pensaste inicialmente fueron efectivas para resolver el problema?

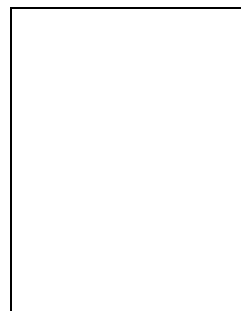
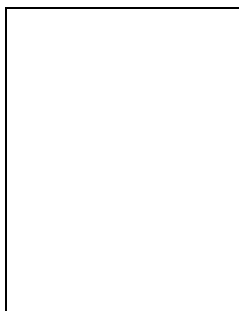
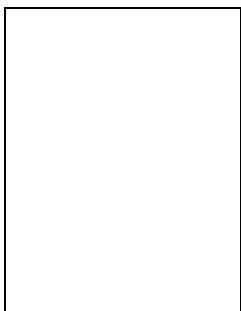
f. ¿Consideras que existe un solo método para resolver el problema? O ¿Habría otro método adecuado para resolverlo?

g. Responde la pregunta problema

SITUACIÓN 2

Suponga que vamos de paseo al río con la familia, antes de llegar al lugar indicado cruzamos por la parte baja del río que se ve color café, o a veces se ve negruzco, al llegar al punto acordado en la parte alta, éste se ve cristalino. ¿A que se deben las distintas coloraciones del río?

Representa con un dibujo lo que esperas encontrar al observar 3 vasos de agua recogidos en los diferentes puntos del río



Teniendo en cuenta la situación anterior, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Entiendes de qué se trata el problema que debes resolver? Explícalo con tus palabras.

Realiza una descripción que involucre la posible solución o soluciones del problema. Utiliza gráficas, flujogramas, dibujos, o texto escrito

- b. Escribe los pasos que consideras necesarios para resolver el problema

c. ¿Estás seguro de que esos pasos te ayudarán a resolver el problema? Si es así continúa con el diseño de tu plan, si no, escribe un nuevo plan.

d. ¿Sabes cuáles son los datos que te proporciona el problema? Escríbelos

e. ¿Las estrategias que pensaste inicialmente fueron efectivas para resolver el problema?

f. ¿Consideas que existe un solo método para resolver el problema? O ¿Habría otro método adecuado para resolverlo?

g. Responde la pregunta problema

SITUACIÓN 3

Martha desea preparar un Frutiño de mora, pero lo encuentra muy ácido así que le agrega dos sobres de azúcar y lo revuelve con una cucharilla ¿Qué pasará con la azúcar después de un minuto? - ¿Por qué debió usar dos sobres de azúcar si con otros sabores no ?

Teniendo en cuenta la situación anterior, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Entiendes de qué se trata el problema que debes resolver? Explícalo con tus palabras.

Realiza una descripción que involucre la posible solución o soluciones del problema.
Utiliza gráficas, flujogramas, dibujos, o texto escrito.

- b. Escribe los pasos que consideras necesarios para resolver el problema

- c. ¿Estás seguro de que esos pasos te ayudarán a resolver el problema? Si es así continúa con el diseño de tu plan, si no, escribe un nuevo plan.

d. ¿Sabes cuáles son los datos que te proporciona el problema? Escríbelos

e. ¿Las estrategias que pensaste inicialmente fueron efectivas para resolver el problema?

f. ¿Consideras que existe un solo método para resolver el problema? O ¿Habrá otro método adecuado para resolverlo?

g. Responde la pregunta problema

¡GRACIAS!