



NIVELES DE REPRESENTACIÓN SOBRE ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y
FENÓMENOS ASOCIADOS EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL

YESSICA TATIANA COLORADO CONTA

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

2022

NIVELES DE REPRESENTACIÓN SOBRE ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y
FENÓMENOS ASOCIADOS EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL

YESSICA TATIANA COLORADO CONTA

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

Asesor

MG. ALEJANDRO SÁNCHEZ CASTAÑO

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

2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor y cariño primeramente a Dios nuestro señor, que con su bendición me ha permitido y fortalecido, para poder llevar a cabo otra meta de mi proyecto de vida.

A mis padres Luis Aníbal y Ovirne, por haber forjado principios, valores, normas y libertades, que han hecho de mí, la persona que soy hoy en día. Papi y mami, gracias por el apoyo incondicional que siempre me brindan, por la motivación, la lucha constante para que alcance mis anhelos, por la paciencia y cariño que me dan; muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye éste, los amo y son mi mejor ejemplo de vida, los admiro.

A mi esposo Robinson, por su cariño, comprensión, tiempo, apoyo y palabras de aliento para poder llevar a cabo este proceso, sin contar que muchas veces use nuestros espacios de familia, pero siempre estuvo a disposición.

A mi querida y hermosa hija Emily, quien es mi mayor motivación para superarme, y poder ser un ejemplo para ella.

A mis hermanos Mervin e Ingrid, sobrinos y demás familiares por las palabras de motivación, compañía y disposición de colaboración.

Por último, a pesar de las adversidades que se presentaron durante esta etapa, gracias a Dios, lo logré, me siento feliz y realizada.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a dios quién me ha guiado y dado la oportunidad de sacar adelante cada una de mis metas.

A la doctora en didáctica Ana Milena López Rúa por su espíritu colaborador, humano y profesional, al magíster en enseñanza de las ciencias Alejandro Sánchez Castaño, por su paciencia, profesionalismo y disposición.

A mis estudiantes y compañeros de trabajo, por su tiempo y espacios para poder ejecutar esta tesis, a mi familia, y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron y contribuyeron para la realización y logro de esta meta, gracias infinitas.

RESUMEN

En este trabajo de investigación se busca sistematizar una experiencia de aula en la cual se indagan *las representaciones sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados* que tienen los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa (IE) Gabriela Mistral que se encuentra ubicada en el departamento de Caquetá municipio de Belén de los Andaquíes. La estructura de materia, como concepto estructural de la química, se encuentra en la malla curricular del área de ciencias naturales desde el grado sexto y se va profundizando (complejizando) en los siguientes grados de la educación secundaria. El aprendizaje de este concepto exige la interacción de los diferentes niveles de representación de la química: macroscópico, microscópico y simbólico. Se propone la aplicación de un instrumento, para el diagnóstico (ID) de los niveles de representación de los estudiantes, como activada para indagar las ideas previas (IP) de los estudiantes sobre este tema específico como punto de partida para el diseño de una unidad didáctica (UD) sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados donde se trabaja: partículas subatómicas y los modelos atómicos. Como una actividad de evaluación de los aprendizajes se aplica el instrumento diagnóstico para evidenciar posibles cambios en las representaciones sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados. El objetivo de este trabajo, entre otros, es el de sistematizar la experiencia de aula, como una forma de cualificar la práctica del docente-investigador, aportar al proceso de aprendizajes de los estudiantes, y finalmente se busca que este trabajo sirva de referente para las prácticas de otros integrantes de la comunidad educativa, como también aportar al campo de la didáctica de las ciencias naturales-química.

Palabras clave: Niveles de representación, Estructura de la materia y fenómenos asociados, Modelos atómicos.

ABSTRACT

This research work seeks to systematize a classroom experience in which are investigated the representations about the structure of the subject that students of the seventh grade of the Educational Institution (IE) Gabriela Mistral which is located in the department of Caquetá, municipality of Belén de los Andaquíes. The structure of matter, as a structural concept of chemistry, is found in the curriculum of the natural sciences area from the sixth grade and it deepens (becomes more complex) in the following grades of secondary education. Learning this concept requires the interaction of the different levels of representation of chemistry: macroscopic, microscopic, and symbolic. The application of an instrument is proposed, for the diagnosis (ID) of the levels of representation of the students, as activated to investigate the previous ideas (IP) of the students on this specific topic as a starting point for the design of a unit didactics (UD) on the structure of matter where you work: subatomic particles and atomic models. As a learning evaluation activity, the diagnostic instrument is applied to show possible changes in the representations about the structure of the matter. The objective of this work, among others, is to systematize the classroom experience, to qualify the practice of the teacher-researcher, contribute to the learning process of the students, and finally it is sought that this work serves as a reference for the practices of other members of the educational community, as well as contributing to the field of natural science-chemistry didactics.

Keywords: Levels of representation, Structure of matter, Atomic models

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	12
2	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
3	JUSTIFICACIÓN.....	17
4	OBJETIVOS.....	20
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5	MARCO DE REFERENCIA	21
5.1	ANTECEDENTES	21
5.2	REFERENTES.....	25
5.2.1	De Las Representaciones Mentales.....	25
5.2.2	Del Papel De Las Representaciones En Los Procesos De Enseñanza Y Aprendizaje De La Química.....	26
5.2.3	De Las Representaciones En La Química	28
5.2.4	De Los Niveles De Representaciones En Química.	29
5.2.5	De Los Conceptos Asociados Al Tema De Estructura de la materia y fenómenos asociados.....	33
6	METODOLOGIA	38
6.1	¿EN QUÉ CONTEXTO SE DESARROLLA ESTA EXPERIENCIA INVESTIGATIVA?.....	38
6.2	¿CUÁL ES EL GRUPO DE ESTUDIANTES OBJETO DE ESTE ESTUDIO O TRABAJO INVESTIGATIVO?.....	40

6.3	¿CUÁL ES LA CATEGORÍA DE ANÁLISIS Y COMO SE OPERACIONALIZA EN ESTE TRABAJO INVESTIGATIVO?	40
6.4	¿CUÁLES SON LOS INSTRUMENTOS CON LOS QUE SE RECOLECTA LA INFORMACIÓN?	41
6.5	¿QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO SE LE DARÁ A LA INFORMACIÓN RECOLECTADA?	42
7	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
7.1	DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONCEPTO DE MATERIA, SU CARÁCTER CORPUSCULAR Y DISCONTINUIDAD	46
7.2	DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA	49
7.3	DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON LOS CONCEPTOS DE SUSTANCIA PURA (ELEMENTOS Y COMPUESTOS) Y MEZCLAS	52
7.4	DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA	57
7.5	A MODO DE REFLEXIÓN FINAL	60
8	CONCLUSIONES	61
9	RECOMENDACIONES	63
10	REFERENCIAS	64
11	ANEXOS	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Palabras/frases usadas para los tres niveles de representación.....	31
Tabla 2. Conceptos y modelos químicos (I).....	34
Tabla 3. Conceptos y modelos químicos (II).....	35
Tabla 4. Conceptos y modelos químicos (III)	36
Tabla 5. Conceptos y modelos químicos (IV)	37
Tabla 6. Operacionalización de la categoría de análisis.....	41
Tabla 7. Número de representaciones en la unidad de trabajo	44
Tabla 8. Niveles de representación por estudiante	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Niveles de Representación.....	30
Figura 2: Ubicación geográfica IE Gabriel Mistral.....	39
Figura 3: Niveles de representación en la unidad de trabajo.....	44
Figura 4. Perfil de niveles de representación por estudiante.....	45

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO	67
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	73

1 PRESENTACIÓN

“La sistematización de experiencias busca entender a las mismas como parte de procesos complejos en los que intervienen diferentes actores. Sistematizar experiencias significa entonces entender por qué ese proceso se está desarrollando de esa manera.”.

(Bandieri y Fernández, 2017)

Este proyecto de investigación tiene como interés la caracterización de los niveles de representación sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados de los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa (IE) Gabriela Mistral, como una profundización de la actividad de indagación de las ideas previas de estos, que sirva de punto de partida para el diseño de una unidad didáctica (UD) sobre estructura de la materia y fenómenos asociados. Se busca no solo cualificar las prácticas de aula de la docente investigadora, sino también favorecer los aprendizajes de los estudiantes sobre un tema estructurante de la química: la estructura de la materia y fenómenos asociados, tema que durante la experiencia personal como docente ha evidenciado muchas dificultades.

Se proponen las siguientes fases para el desarrollo de la investigación:

Fase 1:

- Identificación y planteamiento del problema
- Revisión bibliográfica y definición de las categorías de análisis
- Diseño de instrumentos y estructura inicial de la UD
- Formulación del proyecto

Fase 2:

- Aplicación inicial de instrumento diagnóstico
- Sistematización de la información

Fase 3:

- Organización de la información
- Análisis de resultados: triangulación frente al marco teórico y categorías.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones

En este proyecto, encontramos los elementos propios (estructura) de una investigación cualitativa: planeamiento del problema, justificación, objetivos, marco de referencia, metodología, resultados, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones, se incorporan a través de una serie de preguntas orientadoras del proceso investigativo, y que se relacionan directamente con los procesos sistematización de experiencias educativas mencionado anteriormente. Las secciones y las preguntas orientadoras para cada una de estas son:

- Área problemática y pregunta de investigación. ¿Cuál es el problema didáctico que se estudia?
- Justificación. ¿Cuál es la importancia de este trabajo de investigación sobre las representaciones sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados que tienen los estudiantes de la IE Gabriela Mistral?
- Objetivos. ¿Qué objetivos orientan este trabajo?
- Marco de referencia - Antecedentes ¿Qué otros trabajos, que abordan los niveles de representación sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados, existen?
- Marco de referencia – referentes teóricos. ¿Desde qué referentes teóricos se aborda el problema didáctico los niveles de representación sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados?
- Metodología. ¿Qué tipo de información se recolecta para comprender y dar respuesta a la situación de aula: cómo se recolecta, organiza y analiza?
- Resultados y análisis de resultados. ¿Cuáles son los hallazgos en esta experiencia de aula?
- Conclusiones. ¿Qué se concluye de esta experiencia de aula?

- Recomendaciones ¿Qué deberían tener en cuenta quienes quieren experimentar en el aula acerca de este problema?

Además de los resultados sobre las representaciones sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados, que tienen los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral, se propone una serie de reflexiones personales de la docente investigadora en las cuales se integran los aprendizajes del maestro durante la experiencia de sistematización y de los aportes de la maestría en enseñanza de las ciencias de Universidad Autónoma de Manizales a la cualificación a sus prácticas de aula.

2 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿CUÁL ES EL PROBLEMA DIDÁCTICO QUE SE ESTUDIA?

Hay considerable evidencia de que a los estudiantes les resulta difícil entender, aplicar y encontrar la relación entre los tres niveles de representación de la materia.

(Ordenes, Arellano, Jara y Merino, 2014)

Desde la experiencia docente y producto de observaciones no sistemáticas se puede plantear que los estudiantes tienen dificultades en el aprendizaje de la química: poco uso del lenguaje científico, poca de relación entre conceptos estructurales, pero sobre todo la poca capacidad para relacionar el mundo macroscópico con el mundo submicroscópico a través de un lenguaje científico o simbolismos.

De seguro, lo anterior puede ser el pensar de muchos docentes de ciencias naturales y química; al respecto se pueden mencionar algunos trabajos como el de Rodríguez y García (2018) quienes a través de su investigación de corte cualitativo con estudiantes de séptimo grado logran identificar que los estudiantes se mueven en nivel de representación (en química) macroscópico, al concluir que “la mayoría de los estudiantes tiene o usan representaciones a nivel macroscópico (Descriptivo y funcional), es decir solo realizan descripciones de los objetos o fenómenos basándose en los sentidos” (p. 75).

Sánchez (2016) plantea que es necesario en el estudio de la química la interrelación de tres niveles de conocimiento acerca de la materia: el nivel macroscópico, el submicroscópico y el simbólico. Además, se deja en claro que los estudiantes deben progresar paralelamente en conocimiento de los fenómenos asociados a la materia y sus propiedades y el conocimiento explicativo-interpretativo a través de modelos que involucren las partículas subatómicas:

Desde los primeros cursos de la educación secundaria, los alumnos deben progresar paralelamente en un conocimiento fenomenológico acerca de las propiedades y cambios de la materia -esencialmente descriptivo y observacional junto a un conocimiento explicativo -en este caso interpretativo y basado en modelos sobre

entidades no visibles como los átomos, moléculas, enlaces,..., lo que requiere el empleo de representaciones diversas como las fórmulas y ecuaciones químicas, partículas y redes cristalinas, diagramas de estado,..., que configuran el lenguaje simbólico propio de la química. (p. 8)

Los trabajos de Gabel (1999), Valcárcel, Sánchez y Ruiz, M. (2000), Caamaño, (2003), y Sánchez y Valcárcel (2003) ponen de manifiesto que el movimiento entre los diferentes niveles de representación de la materia y las relaciones entre estos, no son fáciles de percibir y comprender por los estudiantes.

Así, en la enseñanza de la Química, todo profesor de esta asignatura, debería implementar continuamente los tres niveles de representación sugeridos por Johnstone, el macroscópico, microscópico y simbólico (Johnstone, 1993); esto con el objetivo tanto de explicar, como el de promover mejores aprendizajes en los estudiantes, a través de la interpretación de fenómenos observables o medibles, involucrando la organización molecular o atómica, hasta llegar al uso de fórmulas químicas o matemáticas, las cuales permiten comprender el medio que nos rodea por medio de la ciencia. (Castillo, Ramírez, y González, 2013)

Johnstone (1993), señala que los estudiantes en su gran mayoría tienen dificultades para la transición de un nivel representacional a otro (macroscópico, microscópico o simbólico); Por ejemplo, cuando el maestro para explicar o ilustrar desde estos niveles un hecho tangible (macroscópico) los estados de agregación de la materia (macroscópico), emplea esferas para ilustrar la organización molecular (microscópico) o formulas químicas en la representación de las moléculas (Simbólico).

Con todo lo antes expuesto, en este proyecto plantea como pregunta de investigación:
¿Cuáles son los niveles de representación de la materia y fenómenos asociados que tienen los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral?

3 JUSTIFICACIÓN

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LAS REPRESENTACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y FENÓMENOS ASOCIADOS QUE TIENEN LOS ESTUDIANTES DE LA IE GABRIELA MISTRAL?

La barrera principal para comprender la química no es la existencia de los tres niveles de representación importar... Es que la instrucción de química ocurre predominantemente en el nivel más abstracto, el nivel simbólico.

(Gabel, 1999)

La IE Gabriel Mistral dentro de los aspectos de la formación integral de los estudiantes pretende el desarrollo de capacidades, valores y habilidades que favorezcan su trayectoria académica. La formación integral es entendida como es un proceso continuo, permanente y participativo en el que se busca lograr la realización plena del estudiante, preparándolo para enfrentar la sociedad actual resolviendo problemas del contexto. Según Rivera, Gutiérrez, Contreras, Fernández y Ramírez (2016), para el logro de este objetivo:

(...) es importante que la formación que reciben en las aulas integre la enseñanza de los conocimientos y habilidades propios de su área de conocimiento, valores, actitudes e información referente a su proceso de aprendizaje y a sus estilos preferentes de aprender, lo que les proporcionará una madurez emocional, personal y académica, imprescindibles para la inclusión, permanencia y promoción en el mercado laboral actual. (p. 109)

De lo anterior se debe resaltar lo relacionado a que los docentes tengan suficiente información referente a los procesos de aprendizaje de sus estudiantes. La evaluación de las ideas previas de los estudiantes hace parte de este cúmulo de información y específicamente en este trabajo lo referente a las representaciones que estos tienen sobre la estructura de materia.

Unido a esto, es importante retomar lo planteado por Gómez, Pozo y Gutiérrez (2004), quienes plantean que el cambio conceptual es una redescrición representacional, y como la base de un modelo de enseñanza, en particular de la estructura de la materia:

Como hemos señalado, las investigaciones realizadas muestran que los sistemas de representación que se utilizan en la enseñanza de la química, fundamentalmente simbólicos, no facilitan, en muchos casos, la integración y diferenciación de las teorías macroscópicas con que interpretamos el mundo y las teorías microscópicas que nos proporciona la ciencia... Por tanto, aprender ciencia requiere no sólo ir más allá de las representaciones encarnadas e implícitas que nos proporciona el equipamiento cognitivo de serie, sino redescibir esa experiencia del mundo físico en nuevos niveles representacionales que sólo serán posibles mediante la instrucción. (p. 202)

Los planteamientos anteriores dan relevancia a este proyecto sobre los niveles de representación sobre la estructura de la materia en estudiantes de grado séptimo. Además, este trabajo investigativo es pertinente en cuanto la estructura de la materia y fenómenos asociados, como eje estructural de la química, hace parte de la malla curricular para el grado séptimo, y por lo tanto la información aquí obtenida servirá de insumo para el diseño de unidades didácticas de esta y otras temáticas de ciencias naturales.

Además, este trabajo es conveniente para los diferentes actores del acto educativo, así: la docente investigadora tiene la posibilidad de cualificar sus prácticas de aula; los estudiantes podrán lograr mejores aprendizajes; y la IE puede consolidar sus estrategias didácticas alrededor de este tipo de evaluaciones.

Se espera que los resultados de este trabajo sirvan de referente metodológico para el quehacer docente de la IE, visualizando los niveles de representación como una herramienta para la sistematización de experiencias educativas; y de otros trabajos de investigación que permiten seguir fortaleciendo la didáctica como ciencia.

Por último, la viabilidad del proyecto está garantizada ya que se cuenta con una IE abierta a convertir sus aulas como escenarios de investigaciones escolares de este tipo, primero en presentarse la IE.

4 OBJETIVOS

¿QUÉ OBJETIVOS ORIENTAN ESTE TRABAJO?

En primer lugar, es necesario establecer qué se pretende con la investigación, es decir, cuáles son sus objetivos.

(Hernández-Sampieri y Torres, 2014)

Los objetivos que orientan este trabajo investigativo son los siguientes:

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Describir los niveles de representación de la materia y fenómenos asociados que tienen los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las representaciones que tienen los estudiantes del grado séptimo sobre la materia y los fenómenos asociados.
- Identificar los niveles de representación sobre la materia de los estudiantes del grado séptimo.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 ANTECEDENTES

¿QUÉ OTROS TRABAJOS, QUE ABORDAN LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y FENÓMENOS ASOCIADOS, EXISTEN?

“Aunque los problemas de investigación sean los mismos estos pueden ser abordados desde diferentes perspectivas, por eso, conocer estudios previos sobre nuestro problema de investigación nos permitiría asumir una perspectiva particular y novedosa que generaría nuevos aportes a nuestro campo de conocimiento.”

(Orozco y Díaz, 2018)

La categoría de análisis para este trabajo investigativo son los niveles de representación sobre la materia. Una vez identificada se procede a una pesquisa en motores de búsqueda como SciELO, Google académico, Dialnet y el repositorio de la UAM entre otros. En el proceso de búsqueda se utilizaron como marcadores: niveles de representación, enseñanza y aprendizaje de la estructura de la materia y fenómenos asociados. A continuación, se presentan algunos de los seleccionados por su proximidad temática o metodológica.

En la investigación de Borsese, Lumbaca y Pentimalli (1996), se encontró la gran dificultad que tienen los estudiantes para el tránsito entre el lenguaje verbal y el gráfico cuando estudian las propiedades de la materia, específicamente los estados de agregación: “no son capaces de traducir datos verbales y numéricos en esquemas, gráficos y viceversa”. En este trabajo la recolección de la información se realizó a través de una prueba de selección múltiple y una serie de preguntas abiertas (entrevista). La población objeto del estudio fueron estudiantes de secundaria (grados 6 y 7) entre los 15 y 16 años. Este trabajo se toma como un referente ya que logran evidenciar las dificultades de los estudiantes para superar lo concreto-operativo y pasar a lo lógico-formal, elementos que son necesarios para el manejo de los niveles submicroscópico y simbólico.

Por su lado, Trinidad-Velasco y Garritz (2003) asocian las dificultades en el proceso de aprendizaje de la estructura de la materia y fenómenos asociados, al hecho de que los estudiantes no van más allá del nivel macroscópico, puesto que estos tienen un marcado uso del pensamiento cotidiano lo que se refleja en que estos conciben la materia como continua y estática, sin vacío. Los autores plantean la necesidad del uso de representaciones analógicas, imágenes de las interacciones atómicas y moleculares, y modelos computacionales para mejorar el aprendizaje de la estructura corpuscular de la materia. Al igual de que se requiere más investigación para diseñar, validar y evaluar, las estrategias didácticas para abordar el tema de estructura de la materia y fenómenos asociados. Por lo anterior este trabajo se toma como antecedente pues además de evidenciar la existencia de la problemática en relación con los niveles de representación y el aprendizaje de la estructura, y justifica la necesidad de conocer el estado o uso de estos niveles por parte de los estudiantes, para así diseñar unidades didácticas en procura de mejores aprendizajes y el acercamiento de estos a los conceptos de la ciencia escolar.

Gómez, Pozo y Gutiérrez (2004), como ya se mencionó antes, plantean que el cambio conceptual es una redescipción representacional. Los autores señalan que:

(...) los sistemas de representación que se utilizan en la enseñanza de la química, fundamentalmente simbólicos, no facilitan, en muchos casos, la integración y diferenciación de las teorías macroscópicas con que interpretamos el mundo y las teorías microscópicas que nos proporciona la ciencia... Por tanto, aprender ciencia requiere no sólo ir más allá de las representaciones encarnadas e implícitas que nos proporciona el equipamiento cognitivo de serie, sino redescibir esa experiencia del mundo físico en nuevos niveles representacionales que sólo serán posibles mediante la instrucción. (p. 202).

Este trabajo se convierte en un antecedente en la medida que además de plantear las dificultades de los estudiantes con el manejo de los diferentes niveles de representación, plantea la necesidad de un uso consciente de todos los tipos de representaciones por parte de los maestros en el proceso de enseñanza de la materia y su estructura.

En su trabajo, Galagovsky, Rodríguez, Stamati, y Morales (2003), teniendo como referente la propuesta Johnstone acerca del uso de tres niveles de representaciones para la enseñanza de la enseñanza química y de un modelo de aprendizaje, donde se da relevancia aprendizajes previos de los estudiantes, indagan sobre la adquisición del aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. El estudio se realizó con dos grupos de estudiante con edades entre los 16 y 17 años. Los autores concluyen que se debe tener conciencia de los diferentes lenguajes que se utilizan en el proceso de enseñanza de la química, encontraron la importancia de explicitar los códigos de cada lenguaje para mejorar la comunicación entre docentes y alumnos.

Uria, Lecumberry, Orlando (2012), en su trabajo sobre las concepciones de los alumnos sobre estructura de la materia y fenómenos asociados pudieron evidenciar las dificultades que presentan los estudiantes con los niveles de representación, en especial con el nivel submicroscópico:

(...) mayores dificultades sobre todo a nivel atómico. Reconocen conceptos como átomo, molécula, electrón, protón, núcleo; aunque no logran integrarlos y relacionarlos en cuanto a los niveles de organización de la materia. Dan cuenta que tienen una representación consistente a la teoría del movimiento continuo e intrínseco de las partículas que constituyen la materia, aunque cuando abordan una situación cotidiana asumen una noción de materia continua, no obstante, reconocen que existen muchísimos átomos en un gramo de arena. Sobre la estructura del átomo reconocen las partículas subatómicas distribuidas según el modelo de Bohr donde sólo los electrones se mueven, tienen incorporado la relación entre la masa del electrón y la del protón, no así la relación entre masa del protón y neutrón, y no pueden identificar el significado de la expresión simbólica en la configuración electrónica (p. 806).

Las representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas relacionadas con los conceptos involucrados en la clasificación de la materia, fueron el eje central del trabajo de Ordenes, Arellano, Jara, y Merino (2014), en su trabajo los autores presentan una revisión de estas y a partir de esa revisión diseñaron un cuestionario que fue aplicado a estudiantes

de 15 años. Los resultados del estudio evidenciaron que los estudiantes presentan grandes dificultades en relacionar los niveles macroscópico y submicroscópico de la materia, como también, en diferenciar mezclas y compuestos. Además de evidenciar la existencia del problema de los niveles de representación, este trabajo orienta la metodológicamente el presente proyecto investigativo.

En esta misma línea, Marín (2018) ajusta un instrumento diseñado por De la Fuente, Perrotta, Dima, Gutiérrez, Capuano y del Rosario (2003), para indagar las ideas previas de los estudiantes sobre la estructura de la materia y fenómenos asociados, en estudiantes de grado séptimo. Los resultados presentados por Marín muestran que los estudiantes presentan dificultades en el uso de las representaciones submicroscópicas y simbólicas, con relación a los modelos atómicos. Al igual que el trabajo anterior, este se convierte referente por evidenciar el problema de los niveles de representación, sino también por la población objeto de estudio y orienta el diseño del instrumento de diagnóstico para este trabajo.

Finalmente, Rodríguez y García (2018) quienes a través de su investigación de corte cualitativo con estudiantes de séptimo grado logran identificar que los estudiantes se mueven mayoritariamente en nivel de representación (en química) macroscópico, al concluir que “la mayoría de los estudiantes tiene o usan representaciones a nivel macroscópico (Descriptivo y funcional), es decir solo realizan descripciones de los objetos o fenómenos basándose en los sentidos” (p. 75).

Estos trabajos presentados aportan elementos, pertinentes con la categoría y metodología presentados en este proyecto. A continuación, se presentan los referentes teóricos que soportan esta investigación.

5.2 REFERENTES

¿DESDE QUÉ REFERENTES TEÓRICOS SE ABORDA EL PROBLEMA DIDÁCTICO LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y FENÓMENOS ASOCIADOS?

Comprender como funciona la mente es importante para muchas actividades prácticas. Si los docentes saben cuáles son los mecanismos de pensamiento de los estudiantes, podrán aplicar los métodos de enseñanza adecuados.

(Thagard, 2008)

Ahora se hace necesario establecer los conceptos y perspectivas desde que se aborda, en este trabajo, la problemática de los niveles de representación que tienen los estudiantes y en particular las representaciones con relación a la estructura de la materia y fenómenos asociados. Este apartado se estructura, así: Papel de las representaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, las representaciones mentales y las representaciones en la química.

5.2.1 De Las Representaciones Mentales

Greco (1995), desde la psicología plantea que las representaciones mentales son la mediación entre los estímulos y las respuestas (entradas-salidas, situaciones-comportamientos), y que estas explican el comportamiento de los estados mentales. El planteamiento anterior es una de las concepciones de psicología moderna: las representaciones son mediadores internos entre el medio ambiente y la acción del organismo. El autor plantea las representaciones como mediadores son los símbolos lingüísticos, símbolos matemáticos, patrones visuales, y campos visuales o imágenes (que representan los objetos o los fenómenos).

Para Greco (1995) es importante diferenciar sus acepciones o sentidos:

- (a) Representación: Cuando se hace presente de nuevo algo no es explícito o que no se encuentra en un hecho o fenómeno. En esta acepción toma relevancia la forma y la estructura de esta.
- (b) Representando: como la reproducción del hecho o cosa, pero en un nuevo escenario. Que se enfoca desde el punto de vista neural.
- (c) Representaciones: cuando se relaciona una entidad que es el producto de ciertas operaciones mentales. Aquí las representaciones se enfocan desde aspectos dinámicos y temporales.

Por su parte Thagard (2008) plantea desde la psicología cognitiva, que conocimiento consiste en representaciones mentales, las cuales pueden ser entre otras las imágenes, las reglas, los conceptos y las analogías y que estas son importantes por un lado por lo que expresan y por el otro por lo que se pueden hacer con ellas.

El autor propone como criterios para la evaluación o explicación de las representaciones: la capacidad representacional, la capacidad computacional, la plausibilidad psicológica, la plausibilidad neurológica y la aplicabilidad práctica. De estos criterios se consideran relevantes para este trabajo los dos primeros, así:

- (a) La capacidad representacional en cuanto que vincula la cantidad de información que se es capaz de expresar con un tipo particular de representación. Y
- (b) La capacidad computacional de una representación mental, que se evalúa considerando cómo explica las tres clases de pensamiento superior: la resolución de problemas, el aprendizaje y el lenguaje.

5.2.2 Del Papel De Las Representaciones En Los Procesos De Enseñanza Y Aprendizaje De La Química

Una de las perspectivas del aprendizaje en la actualidad es el cambio o evolución conceptual, el cual Gómez et al. (2004) lo plantean el cambio como una redescrición

representacional. Al mismo tiempo investigaciones de estos autores muestran que los sistemas de representación que se utilizan en la enseñanza de la química son mayoritariamente representaciones simbólicas, y que en muchos casos estas no facilitan la integración y la diferenciación de las teorías macroscópicas con que se interpreta el mundo (fenómenos) y las teorías microscópicas proporcionadas la ciencia, las cuales se integran en la escuela, como ciencia escolar. Así, los estudiantes deben redescubrir y el mundo que lo rodea y sus fenómenos en nuevos niveles representacionales, y esto solo será posible mediante la instrucción consciente que integre estos niveles, para que los estudiantes logren superar las grandes dificultades que tienen para relacionar los niveles macroscópicos y submicroscópicos de la materia (Ordenes et. al., 2014).

Adicionalmente, Gutiérrez, Gómez y Pozo (2002) resaltan la importancia de que los estudiantes comprendan el modelo corpuscular de la materia, porque este les servirá como un instrumento para interpretar a nivel macroscópico de los fenómenos naturales donde interviene la materia. Los autores también dejan claro que para la comprensión a nivel microscópica es necesario la integración y comprensión de un modelo interpretativo adicional, el cinético molecular, el cual se fundamenta en tres ideas: (1) la materia está formada por pequeñas partículas que no podemos ver (2) las partículas se encuentran en continuo movimiento, frente a la apariencia estática con la que se nos presenta, y (3) entre esas partículas no hay absolutamente nada, lo que conlleva algo tan contraintuitivo como la idea de vacío y una naturaleza discontinua, frente a la apariencia continua con que la percibimos.

Estas ideas son fundamentales para poder explicar los diferentes estados de la materia (sólido, líquido y gas), las diferencias entre estos y todos los cambios que esta experimenta. Esto ya había expuesto por Galagovsky et. al. (2003) poniendo en evidencia la necesidad del uso consciente los diferentes lenguajes se utilizan en el proceso enseñanza, así como la exponer de forma explícita los códigos de cada lenguaje, para mejores aprendizajes.

5.2.3 *De Las Representaciones En La Química*

Para Gilbert y Treagust (2009) las representaciones para explicar los fenómenos naturales pueden ser de tres tipos: fenomenológicas, modélicas y simbólicas. El primer tipo de representaciones buscan representar los fenómenos experimentados con los sentidos (o extensiones de los sentidos); las de segundo tipo buscan apoyar una explicación cualitativa de esos fenómenos, y la del tercer tipo buscan apoyar una explicación cuantitativa.

- (a) Representaciones fenomenológicas: sobre este tipo de representaciones Gilbert y Treagust (2009), plantean que:

(...) Al tratar de comprender y manipular la materia y los materiales, la química no empieces por mirar el mundo natural en toda su complejidad. Más bien, busca establecer lo que se ha denominado fenómenos ejemplares: ejemplos ideales o simplificados que son capaces de investigar con las herramientas disponibles en ese momento (...) Este nivel consiste en representaciones de las propiedades empíricas de sólidos, líquidos (considerados para incluir soluciones, especialmente soluciones acuosas), coloides, gases y aerosoles. Estas propiedades son perceptibles en los laboratorios de química y en la vida cotidiana y, por lo tanto, pueden medirse. Ejemplos de tales propiedades son masa, densidad, concentración, pH, temperatura y presión osmótica. (p. 4)

- (b) Representaciones modélicas: En términos de Gilbert y Treagust (2009):

(...) La química busca desarrollar modelos para explicaciones causales de todos los fenómenos, que caen dentro de su competencia. Es característico de la química que esta amplia gama de modelos involucra entidades que son demasiado pequeñas para ser vistas usando microscopios ópticos. En química, es habitual producir modelos construidos a partir de entidades tales como átomos, iones, moléculas y radicales libres, para fenómenos descritos con el primer tipo de representación. Por ejemplo, la ocurrencia de sólidos se puede describir en términos de empaquetamiento átomos o moléculas, o coloides como ensamblajes de entidades en micelas. Además, comprender el mundo material en términos de cambios en las propiedades, modelos

del segundo tipo está relacionado con la distribución de los electrones en cualquier enlace dentro y entre estas entidades. Esto se puede hacer en términos de densidad de electrones, distribuciones, o en términos de las formas de los orbitales atómicos y moleculares (incluyendo el uso de la teoría de la repulsión de electrones de valencia). Estas descripciones se pueden dar en el modo visual de representación, por ejemplo, como diagramas o gráficos (es decir, en dos dimensiones), o en el modo de material, por ejemplo, en el relleno del espacio o la bola y el palo (es decir, en tres dimensiones). (p. 4)

(c) Representaciones simbólicas: Para Gilbert y Treagust (2009):

(...) Este nivel involucra la asignación de símbolos para representar átomos, ya sea de un elemento o de grupos enlazados de varios elementos; de signos para representar carga eléctrica; de subíndices para indicar el número de átomos en un ion o molécula individual; de letras para indicar el estado físico de la entidad (por ejemplo, sólido (s), líquido (l), gas (g), acuosa (aq) u otra solución). A esta representación le sigue la inclusión de estas representaciones según corresponda dentro de todas las convenciones de ecuaciones químicas e iónicas, con el uso de coeficientes prefijados para mostrar la conservación de la materia durante una reacción. Este nivel de representación también se puede utilizar tanto con respecto al primero, el tipo representacional fenomenológico, cuando se trata de cantidades a granel de reactivos y productos en cálculos estequiométricos, y con una amplia gama de modelos del segundo tipo de representación al describir cambios físicos (cambios de estado y disolución de solutos) y los cambios químicos que tienen lugar durante las reacciones. (pp. 4-5)

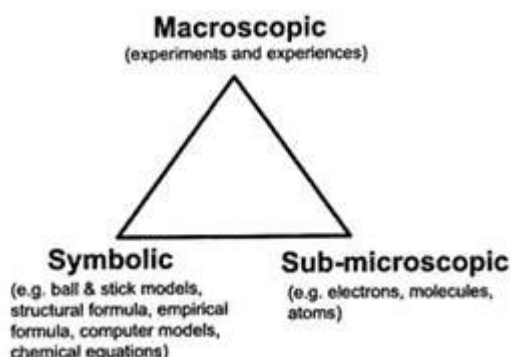
5.2.4 De Los Niveles De Representaciones En Química

Johnstone (1982, 1991, 1993) propuso para el estudio o entendimiento las ciencias naturales, y para la química en particular, tres niveles de pensamiento o de representación: nivel representacional macroscópico, nivel representacional submicroscópico y nivel representacional simbólico.

- (a) Macroscópico: es un nivel de representación descriptivo y funcional: por ejemplo, cómo aparecen los fenómenos químicos a los sentidos, color, olor, densidad, etc.
- (b) Molecular o "submicroscópico": es un nivel de representación explicativo: el mundo invisible pero tridimensional de las formas de las moléculas y sus movimientos dinámicos, interacciones y cinética.
- (c) Formal o representacional: es un nivel de representación simbólica: por ejemplo, las ecuaciones utilizadas para representar reacciones.

Según Gilbert y Treagust (2009), en la literatura se encuentra una gran cantidad de trabajos en relación con los niveles de representación en química y estos los autores utilizan diferente terminología para referirse a los mismos (ver tabla 1), lo que según el autor puede ser una de las dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química. En este trabajo se adopta la terminología propuesta por Treagust, Chittleborough y Mamiala (2003) que relaciona los tres niveles como se muestra en la figura 1.

Figura 1: Niveles de Representación



Fuente: tomado de Treagust, Chittleborough y Mamiala (2003).

Tabla 1. Palabras/frases usadas para los tres niveles de representación

Autor(s)	Términos usado
(Andersson, 1986)	<i>macroscopic world</i> <i>atomic world</i>
(Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein, 1987)	<i>macroscopic level</i> <i>microscopic level</i> <i>symbolic level</i>
(Gabel, Samuel, & Hunn, 1987)	<i>macroscopic level</i>
(Gabel, 1994)	<i>microscopic level</i> <i>symbolic level</i>
(Johnstone, 1991)	<i>macro level</i> <i>sub-micro level</i> <i>symbolic level</i>
(Bodner, 1992)	<i>macroscopic world of chemistry</i> <i>molecular world of chemistry</i> <i>symbolic world of chemistry</i>
(Johnstone, 1993)	<i>macrochemistry</i> <i>submicrochemistry</i> <i>representational chemistry</i>
(Fensham, 1994)	<i>macroscopic world</i> <i>atomic world</i>
(Nakhleh & Krajcik, 1994)	<i>macroscopic system</i> <i>microscopic system</i> <i>symbolic system</i> <i>algebraic system</i>
(Johnstone, 2000)	<i>macro</i> <i>submicro</i> <i>representational</i>
(Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003)	<i>macroscopic</i> <i>submicroscopic</i> <i>symbolic</i>

Fuente: tomado de Gilbert y Treagust (2009)

En relación con las posibles causas de las dificultades que tienen los estudiantes con los niveles de Gilbert y Treagust (2009), referencian algunos trabajos, los cuales se resumen en a continuación.

- (a) Falta de experiencia con el nivel macroscópico: La experiencia práctica adecuada no se brinda a los estudiantes o, de lo contrario, los estudiantes no tienen claro qué aprenderán de ella. Esto se puede interpretar como la ausencia de prácticas de laboratorio pertinentes y problemas en el planteamiento de los objetivos de la actividad de aula.
- (b) Diversas concepciones erróneas sobre la naturaleza del nivel submicroscópico, basadas en confusiones sobre la naturaleza particulada de la materia y la incapacidad de visualizar entidades cuando se las representa en a este nivel. Lo que podría estar relacionado con vacíos conceptuales, históricos y epistemológicos en el proceso de transposición didáctica.
- (c) La falta de comprensión de las convenciones complejas utilizadas en el tipo simbólico. Que estaría relacionado a obstáculos de lingüísticos.
- (d) La incapacidad para moverse (relacionar) entre los tres niveles.

Nivel Macroscópico.

Según Johnstone (1993), al nivel macroscópico le corresponde las representaciones mentales que se adquieren a partir de la experiencia sensorial directa. Estas representaciones son las que se elaboran a través y con la información proveniente de los sentidos, en otras palabras, están basadas en las propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles. Esto parte de la premisa de que todos los sistemas materiales o fenómenos que manipulamos pueden ser representados mediante descripciones sensoriales que aportan información a un nivel macroscópico.

Para Galagovsky et al. (2003) es importante tener presente que las representaciones macroscópicas no pueden confundirse con las suposiciones o interpretaciones, por ejemplo:

(...) Un vaso con un líquido, un vaso vacío o un vaso con un polvo se perciben de esa forma. Suponer o interpretar que el líquido puede estar puro o ser una solución, que el vaso vacío está lleno con una solución gaseosa (aire) o que el polvo es una mezcla imperceptible con una composición dada, no son percepciones directamente inferidas del nivel macroscópico. (p. 109)

Nivel Submicroscópico.

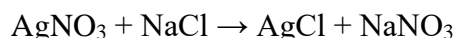
El nivel submicroscópico, según Johnstone, son las representaciones abstractas, o modelos mentales de un experto en química y que están asociados a esquemas de partículas.

(Galagovsky et al., 2003) por ejemplo:

(...) imágenes de esferitas, a muy poca distancia una de la otra, que se suelen utilizar para la descripción de una sustancia pura en el estado sólido, o sus cambios de estado, o sus transformaciones químicas, las cuales corresponden a una representación mental de lo que sucede según el modelo particulado de la materia. (p. 109)

Nivel Simbólico.

El tercer nivel, que Johnstone denominó el simbólico, es aquel donde se involucraría formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones, etc. para expresar conceptos químicos. En otras palabras, en el nivel simbólico podríamos relatar lo ocurrido con palabras, o mediante fórmulas ((Galagovsky et al., 2003, p. 109), por ejemplo, la reacción que ocurre entre nitrato de plata con el cloruro de sodio para formar cloruro de plata y nitrato de sodio se representa simbólicamente, así:



5.2.5 De Los Conceptos Asociados Al Tema De Estructura de la materia y fenómenos asociados

Para el estudio de la estructura de la materia y fenómenos asociados es necesario abordar una serie de conceptos estructurantes, los cuales pueden variar dependiendo de la perspectiva de secuenciación temática desde que se aborde. Al respecto Caamaño (2014) plantea que:

(...) La selección, estructuración y secuenciación de los conceptos y modelos en el currículo de química y en los libros de texto tienen una importancia fundamental. Por

ejemplo, en la actualidad existe un gran consenso en conceder un carácter central a los conceptos de sustancia y de reacción química en el currículo de química. (p. 17)

Taber (2013) sugiere que en el proceso de enseñanza de la química es necesario incluir de una forma integrada los conceptos: (a) los conceptos macroscópicos y (b) submicroscópicos y (c) las formas estándar de vocabulario y de representación simbólica de los conceptos. Además, plantea que en la secuenciación se debe integrar las cuestiones que han surgido en la historia de la química, los modelos que han sido propuestos, así como la forma en que estos pueden ser reconstruidos por los alumnos.

En este trabajo se toma parte del esquema conceptual propuesto por Caamaño (2014), el cual es basado en el triplete: realidad, modelos mentales y modelos representacionales. Este esquema permite investigar entre otros aspectos los niveles de representación de la materia. Las tablas 2 a 5 muestran los conceptos de este esquema conceptual, del cual son seleccionados los conceptos pertinentes para este trabajo sobre caracterización de los niveles de representación de la materia en los estudiantes del grado séptimo, los niveles de presentación que se asocian y elementos representacionales que serán útiles en la operacionalización de la categoría de este proyecto.

Estos referentes teóricos permiten operacionalizar la categoría de análisis, representación en química y sus niveles, lo que se presenta en el siguiente apartado.

Tabla 2. Conceptos y modelos químicos (I)

Nivel	Conceptos y modelos mentales	Elementos representacionales
Entidades materiales y estructura		
Macroscópico	Material, sustancia, mezcla, elemento, sustancia elemental, compuesto químico, componente de una mezcla, ácido, base, sal, oxidante, reductor, instrumentos de laboratorio y de medida, electrodo, pila.	Términos verbales, esquemas clasificatorios de los diferentes tipos de materiales y sustancias, fórmulas con el estado físico de la sustancia, esquemas de los instrumentos de laboratorio y de medida.
Intermedio	Estructura multi molecular, estructura gigante (multiatómica o multi iónica).	Diagramas y modelos multi moleculares, multi iónicos o multiatómicos.

Submicroscópico	<ul style="list-style-type: none"> • Partícula, átomo, molécula, ión, unidad fórmula, núcleo, electrón. • Especie intermedia, estado de transición o complejo activado. 	Símbolo químico, fórmula molecular, fórmula molecular estructural, fórmula de un ión, fórmula de una unidad fórmula, diagrama de Lewis de un átomo o de una molécula, diagrama de la estructura electrónica de un átomo, globos de carga eléctrica para representar pares de electrones de valencia, diagrama molecular, modelo molecular.
------------------------	---	--

Interacciones eléctricas

Submicroscópico	<ul style="list-style-type: none"> • Enlace covalente en una molécula. • Enlace de hidrógeno entre moléculas. • Fuerzas intermoleculares: fuerza de dispersión, fuerza dipolo-dipolo, fuerza dipolo-dipolo inducido. • Fuerzas ion dipolo. 	Línea continua entre símbolos de átomos, línea discontinua, diagrama fuerza-distancia interatómica.
Intermedio	<ul style="list-style-type: none"> • Enlaces covalentes en una estructura reticular. • Interacción electrostática entre los iones de una estructura iónica. • Interacción entre iones positivos y electrones deslocalizados en una estructura metálica. 	Representación de los electrones de valencia mediante puntos o sombreado en los diagramas multiatómicos y multi iónicos.

Nota: tomado de Caamaño (2014)

Tabla 3. Conceptos y modelos químicos (II)

Nivel	Conceptos y modelos mentales	Elementos representacionales
Propiedades materiales de una entidad o de un sistema		
Macroscópico	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Extensivas:</i> masa, volumen, cantidad de sustancia. • <i>Intensivas:</i> densidad, composición atómica de un compuesto, composición de una mezcla, concentración en masa, concentración en cantidad de sustancia, fracción molar. • <i>Intensivas molares:</i> masa molar, volumen molar. 	Símbolos de las magnitudes.
Propiedades materiales de una entidad o de un sistema		
Intermedio	Número de moléculas por unidad de volumen.	Diagramas representando las partículas de soluto de disolvente en una disolución.
Submicroscópico	Número atómico, número másico, masa atómica en un gas o una disolución, masa atómica relativa, masa molecular, masa molecular relativa, volumen atómico, volumen iónico, composición atómica de una molécula o de una unidad fórmula.	Símbolos de las magnitudes, subíndices de la fórmula de una molécula o de una unidad fórmula.

Propiedades eléctricas de una entidad o de un sistema		
Macroscópico	Carga eléctrica, FEM, potencial de electrodo, conductividad eléctrica.	Símbolos de las magnitudes.
Submicroscópico	Carga iónica, polarizabilidad de un átomo o de una molécula, electronegatividad de un átomo, valencia covalente, momento dipolar de una molécula.	Símbolos de las magnitudes, vector del momento dipolar, diagrama de distribución de la carga en una molécula.

Nota: tomado de Caamaño (2014)

Tabla 4. Conceptos y modelos químicos (III)

Nivel	Conceptos y modelos mentales	Elementos representacionales
Propiedades térmicas o termodinámicas de un sistema		
Macroscópico	<ul style="list-style-type: none"> <i>Intensivas:</i> presión, temperatura, punto de fusión, punto de ebullición, solubilidad, presión de vapor, constante de equilibrio. <i>Extensivas:</i> energía interna, entalpía, entropía y energía de Gibbs de una sustancia, energía de Gibbs de un sistema reaccionante.¹ <i>Intensivas molares:</i> valores molares de todas las propiedades extensivas anteriores. Energía cinética molar de un gas. Energía reticular molar. Energías potenciales molares asociadas a un tipo de fuerza intermolecular, etc. 	Símbolos de las magnitudes, diagramas de fases, diagramas de equilibrio químico, diagramas de niveles de entalpía o de energía de Gibbs.
Submicroscópico	Energía de un átomo, velocidad de una molécula, energía de una molécula (traslacional, rotacional, vibracional, electrónica), energía de enlace (energía de disociación de un enlace), energía potencial intermolecular (de un par de moléculas), energía reticular por unidad fórmula, energía de ionización de un átomo o de una molécula, electroafinidad. ²	Símbolos de las magnitudes, diagramas de niveles de energía de un átomo o de una molécula, diagramas de distribución de la energía entre las partículas, diagramas de energía potencial en función de la distancia interatómica.
Intermedio	Velocidad molecular media, energía cinética molecular media, distribución de energías moleculares de Maxwell-Boltzmann.	Símbolos de las magnitudes, diagrama de distribución de energías cinéticas moleculares de Maxwell-Boltzmann.
Propiedades cinéticas de una entidad		
Submicroscópico	Energía del estado de transición.	Diagrama energía-coordenada de reacción.

Nota: tomado de Caamaño (2014)

Tabla 5. Conceptos y modelos químicos (IV)

Nivel	Conceptos y modelos mentales	Elementos representacionales
Procesos físicos y químicos		
Macroscópico	Cambio de estado, disolución, métodos de separación de sustancias, reacción química, equilibrio de cambio de estado, equilibrio químico, técnicas volumétricas, etc.	Dibujos, esquemas, diagramas, espectros, cromatogramas, ecuación química con símbolos del estado físico de las sustancias en las fórmulas.
Intermedio	Sistema reaccionante a nivel multimolecular o multiatómico, equilibrio dinámico molecular.	Diagrama multimolecular-multiatómico de un sistema reaccionante (en un instante determinado) o de una reacción química (estado inicial y final), diagramas de equilibrios físicos o químicos con flechas que indican velocidades.
Submicroscópico	Reacción química a nivel atómico-molecular, reacción elemental, mecanismo o secuencia de reacciones elementales.	Ecuación química atómico-molecular, coeficientes estequiométricos, ecuaciones químicas de los pasos elementales de una reacción química, doble flecha de equilibrio.
Propiedades materiales de un proceso		
Macroscópico	Avance de una reacción, grado de disociación, cociente de una reacción, constante de equilibrio.	Símbolos de las magnitudes.
Propiedades termodinámicas de un proceso		
Macroscópico	Valores molares: energía de reacción, entalpía de reacción, energía de disociación, energía reticular, entropía de reacción, energía de Gibbs de la reacción.	Símbolos de las magnitudes molares, diagrama de niveles de entalpía de reactivos y productos de una reacción.
Submicroscópico	Energía de ionización de un átomo, energía de disociación de una molécula, energía reticular de una unidad fórmula.	Símbolos, diagramas de niveles de energía.
Propiedades cinéticas de la reacción química		
Macroscópico	Velocidad de reacción, constante de velocidad, energía de activación molar de una reacción química.	Símbolos de las magnitudes, ecuación cinética.
Submicroscópico	Energía de activación de una reacción a nivel atómico-molecular, energía de activación de una reacción elemental.	Símbolos de las magnitudes, ecuaciones de las reacciones elementales, diagrama energía-coordenada de reacción.
Intermedio	Frecuencia de choques, fracción de choques eficaces.	Símbolos, representación gráfica de la fracción de moléculas con una energía superior a la energía de activación.

Nota: tomado de Caamaño (2014)

6 METODOLOGIA

¿QUÉ TIPO DE INFORMACIÓN SE RECOLECTA PARA COMPRENDER Y DAR RESPUESTA A LA SITUACIÓN DE AULA: CÓMO SE RECOLECTA, ORGANIZA Y ANALIZA?

“Las metodologías modernas o lógicas del descubrimiento consisten simplemente en un conjunto de reglas (quizá no rigurosamente interrelacionadas, mucho menos mecánicas) para la evaluación de teorías ya elaboradas.”

(Imre Lakatos)

Este trabajo se enmarca en el enfoque cualitativo. Según Hernández-Sampiere y Torres (2014) una investigación cualitativa “enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto”, en este caso el fenómeno que se estudia son las representaciones que tienen los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral, las cuales serán caracterizadas en diferentes niveles (macroscópico, submicroscópico y simbólica. Lo anterior es correspondiente a los planteado por Hernández-Sampiere y Torres (2014):

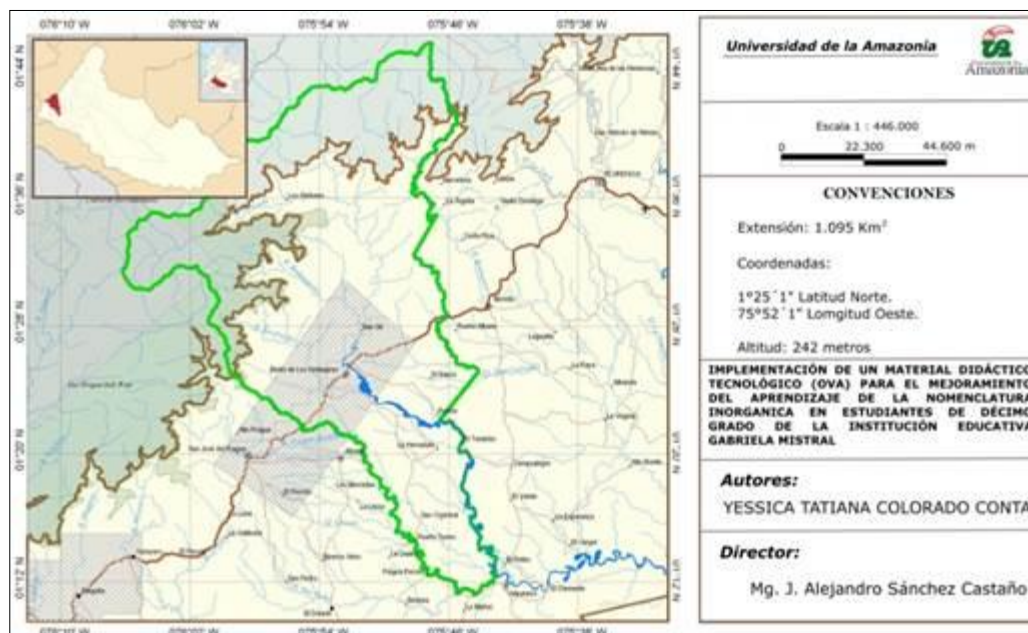
... El enfoque cualitativo se selecciona cuando el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados. (p. 358)

6.1 ¿EN QUÉ CONTEXTO SE DESARROLLA ESTA EXPERIENCIA INVESTIGATIVA?

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Gabriela Mistral, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Belén de los Andaquíes, en las coordenadas planas 1°25'1" latitud Norte y 75°52'1" a una altura de 242 msnm. Es un municipio localizado en el Departamento de Caquetá más exactamente en la zona de transición

Andino – Amazónica del Macizo colombiano. Su extensión es de 1.095 Km², limita al este con el municipio de Florencia y Morelia; en el sur con Valparaíso; al oeste con Albania y San José del Fragua y al norte con el municipio de Acevedo y Suaza del Departamento del Huila en el marco de la Ley 78 de 1981 (Figura 3).

Figura 2:Ubicación geográfica IE Gabriel Mistral.



Fuente: elaboración propia

La Institución Educativa fue creada el 17 de diciembre del año 2003 por medio del Decreto 0157 de la Alcaldía Municipal de Belén de los Andaqués. Esta IE cuenta con dos espacios físicos, sede Gabriela Mistral ubicada en el barrio Palo Negro y sede José Acevedo y Gómez ubicada en el barrio Caja Agraria. La sede José Acevedo y Gómez brinda el servicio en Educación Preescolar y Básica Primaria, en la sede Gabriela Mistral el servicio en educación básica secundaria y media técnica con convenio de articulación SENA, del mismo modo, la Institución Educativa atiende a población estudiantil aproximada de 786 estudiantes.

El muestreo se realizó por conveniencia al determinar el grupo focalizado de 25 estudiantes de grado decimo, que representan el 3% del total de la población, conformado por 14 del género femenino y 11 masculino, con edades que oscilan entre los 15 y 17 años de edad.

6.2 ¿CUÁL ES EL GRUPO DE ESTUDIANTES OBJETO DE ESTE ESTUDIO O TRABAJO INVESTIGATIVO?

La población seleccionada para el desarrollo de este trabajo, como objeto de estudio, son los estudiantes del grado séptimo, el cual cuenta con 26 estudiantes, conformado por 14 del género femenino y 12 del masculino, con edades que oscilan entre los 11 y 14 años, de los cuales solo cinco (5) serán tomados como unidad de trabajo, entre los que cumplan los siguientes criterios de selección: buena actitud frente al trabajo propuesto y desarrollo de todas las preguntas de la actividad de indagación.

Las consideraciones éticas que se tienen para el desarrollo de este trabajo investigativo con esta población son: (1) presentación explícita de los objetivos del trabajo investigación, (2) confidencialidad de toda la información recolectada, (3) uso de seudónimos para las personas cuyas respuestas son usadas en el análisis, y (4) consentimiento escrito tanto de los acudientes como de rectoría. Ver Anexo 2 (Consentimiento Informado)

Las respuestas de los estudiantes se convierten en la unidad de análisis, pues en estas se identificarán los diferentes marcadores que permitirán caracterizar los diferentes niveles de representación de la materia.

6.3 ¿CUÁL ES LA CATEGORÍA DE ANÁLISIS Y COMO SE OPERACIONALIZA EN ESTE TRABAJO INVESTIGATIVO?

La categoría de análisis de este trabajo son las representaciones sobre la estructura de materia, y como subcategorías se toman los niveles de representación en química desde lo

planteado por Johnstone (1982), y se ajustan específicamente para estructura de la materia y fenómenos asociados. A continuación, en la tabla 6 se muestra la operacionalización de la categoría de análisis, que permite el diseño del instrumento diagnóstico y el análisis de la información recolectada,

Tabla 6. Operacionalización de la categoría de análisis

Categoría	Subcategoría	Indicadores
Representaciones en química (Johnstone, 1982)	Nivel macroscópico: <i>Descriptivo y funcional</i>	<ul style="list-style-type: none"> Las descripciones de objetos se basan en los sentidos, es decir organolépticas: color, sabor, tamaño, dureza, etc. Usa términos cotidianos para expresar el comportamiento de la materia.
	Nivel submicroscópico: <i>Explicativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> Se identifican elementos sobre la concepción de discontinuidad de la materia: se usan términos como partícula, átomos, moléculas y vacío. Expresa el comportamiento de las sustancias a nivel atómico, molecular, iónico. Y explica cambio físico y químico por la reorganización de átomos o no.
	Nivel simbólico: <i>Representación</i>	<ul style="list-style-type: none"> Expresa los conceptos químicos por medio de símbolos, fórmulas o ecuaciones, gráficas, etc.

Fuente: elaboración propia a partir de Johnstone (1982).

6.4 ¿CUÁLES SON LOS INSTRUMENTOS CON LOS QUE SE RECOLECTA LA INFORMACIÓN?

Para recolectar la información que permita describir los niveles de representación sobre la materia de los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral, durante el proceso de indagación de ideas previas sobre el tema materia y su estructura, se diseña teniendo como ejes articuladores los descriptores de la categoría un instrumento de diagnóstico.

El *instrumento de diagnóstico* (anexo 1) consta de 11 preguntas. Las preguntas 1 a 6 indagan sobre las representaciones del concepto corpuscular de la materia y su discontinuidad. La pregunta 7 busca obtener información sobre las representaciones de los estados de agregación y la teoría cinético molecular, las preguntas 8 y 9 indagan sobre las representaciones de las sustancias puras y las mezclas; mientras que las preguntas 10 y 11 lo hacen sobre los cambios o reacciones químicas.

Este instrumento fue aplicado como actividad de exploración de ideas previas a todos los estudiantes, después de ser validado por pilotaje con 4 estudiantes del grado octavo de la misma IE.

6.5 ¿QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO SE LE DARÁ A LA INFORMACIÓN RECOLECTADA?

Una vez recolectada la información a través del instrumento diagnóstico se seleccionan todos los estudiantes del grupo que cumplen con los criterios anteriormente mencionados, de estos estudiantes se seleccionan aleatoriamente cinco. Las respuestas de estos estudiantes se transcriben en matrices de Excel y los gráficos escaneados. Toda esta información será sometida al análisis de contenido a la luz de los descriptores, la categoría y cada una de las subcategorías, en la cual se dará respuesta a la pregunta de investigación.

7 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

“El análisis lógico es la primera operación que debiera emprenderse al comprobar las hipótesis científicas, sean fácticas o no.”

(Mario Bunge)

Como producto de la aplicación del instrumento de diagnóstico diseñado se obtuvieron una serie de datos que fueron sistematizados en una matriz de Excel. Cada una de las respuestas dadas por los estudiantes de la unidad de trabajo se sometieron a un análisis de contenido, usando como marcadores discursivos los indicadores de cada una de las subcategorías.

A continuación, se presentan los resultados de esta investigación en relación con los niveles de representación de la materia y fenómenos asociados, primero de una forma general, al presentar a manera de perfil de los niveles de representación de la unidad de trabajo, y luego en forma detallada para cada uno de los estudiantes. Estos resultados se analizan a la luz del marco teórico construido para este trabajo. Análisis que se hace tanto para el concepto de corpuscular y discontinuidad de la materia, como para los estados de agregación, los conceptos de sustancia pura y mezclas y las reacciones químicas, todos estos como fenómenos asociados al concepto de materia.

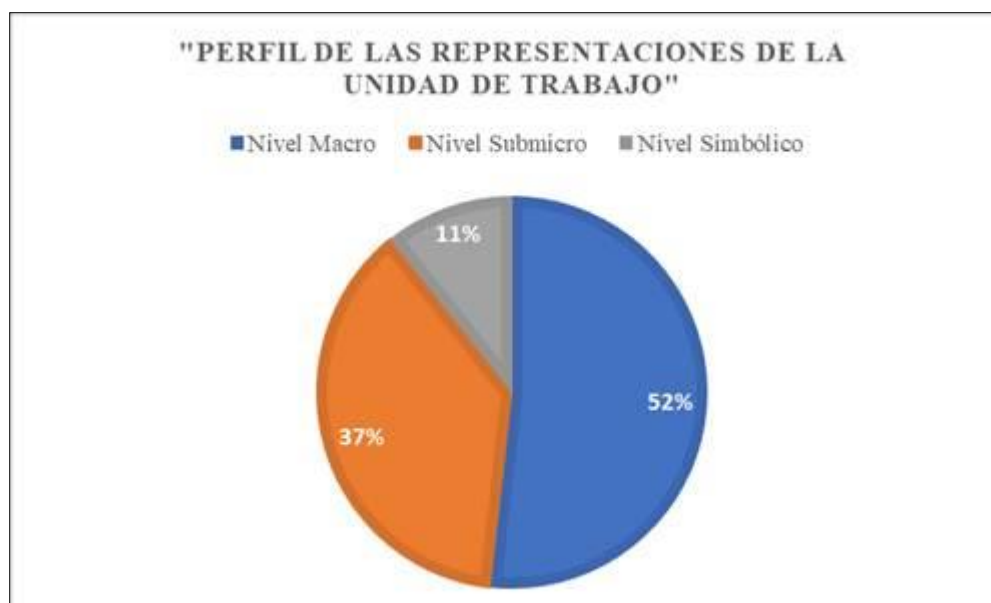
Una revisión general de los niveles de representación de la materia y fenómenos asociados de los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral nos muestra que, de un total de 55 representaciones, 29 se enmarcan en el nivel macroscópico, 21 en el nivel submicroscópico, y solo 6 en el nivel simbólico, como se muestra en la tabla 7 y la figura 3. Estos hallazgos son coherentes con lo encontrado por Ordenes et. al (2014): “el análisis de los resultados muestra que a nivel macroscópico las alumnas tienen menos dificultades para clasificar la materia” (p. 51).

Tabla 7. Número de representaciones en la unidad de trabajo

Nivel Representación	Total representaciones	%
Nivel Macroscópico	29	52
Nivel Submicroscópico	21	37
Nivel Simbólico	6	11

Fuente: elaboración propia

Figura 3: Niveles de representación en la unidad de trabajo



Fuente: elaboración propia

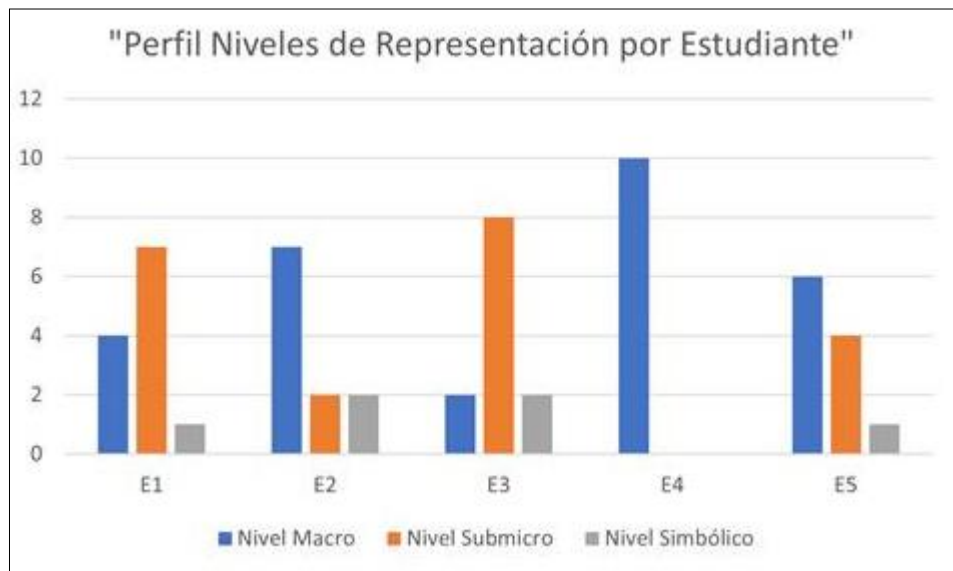
Los resultados individuales para los cinco estudiantes de la unidad de trabajo se muestran en la tabla 7 y la figura 4, donde se puede ver que los estudiantes E2, E4 y E5 presentan mayoritariamente representaciones a nivel macroscópico; E1 y E3 evidencian más representaciones del nivel submicroscópico, y para el nivel simbólico se ve como todos los estudiantes muestran pocas representaciones.

Tabla 8. Niveles de representación por estudiante

Estudiante	Nivel		Nivel Simbólico
	Macroscópico	Submicroscópico	
E1	4	7	1
E2	7	2	2
E3	2	8	2
E4	10	0	0
E5	6	4	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Perfil de niveles de representación por estudiante.



Fuente: elaboración propia

Llama bastante la atención el hecho de que los cinco estudiantes muestran perfiles o tendencias representacionales distintas, lo que pone de manifiesto la necesidad de conocer de forma individual los procesos cognitivos, en este caso el nivel de representación, de cada uno de los estudiantes del aula. Este hallazgo está en coherencia, y da relevancia a lo señalado por Johnstone (1993), al afirmar que generalmente los estudiantes tienen dificultades para pasar de un nivel representacional a otro (macroscópico, submicroscópico y simbólico).

7.1 DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONCEPTO DE MATERIA, SU CARÁCTER CORPUSCULAR Y DISCONTINUIDAD

Para comenzar es necesario dejar claro algunos elementos conceptuales sobre el carácter corpuscular de la materia, así: (a) La materia es discontinua, es decir está formada por pequeñas partículas entre las cuales hay grandes espacios, (b) Estas partículas están en continuo movimiento, (c) La velocidad (que se relaciona con la energía cinética) de las partículas aumenta al aumentar la temperatura. A esto también es necesario adicionarle elementos propios de los modelos atómicos: (d) Todo está hecho de átomos, si dividimos una sustancia muchas veces, llegaremos a ellos, y (e) Las propiedades de la materia varían según como se agrupen los átomos para formar moléculas.

Lo anterior, unido a los indicadores de cada una de las subcategorías (niveles de representación) presentadas en la tabla 6, permitieron analizar las respuestas de los estudiantes a las preguntas 1 a 6, encontrándose que para el concepto corpuscular de la materia y su discontinuidad de la materia los estudiantes se encuentran o manejan representaciones macroscópicas y submicroscópicas, pero no se evidenciaron representaciones del nivel simbólico que para el caso de estas preguntas se esperaba al menos representaciones gráficas asociadas a algún modelo atómico.

Es así como los estudiantes E1 y E3 reconocen la existencia de las partículas y subpartículas constituyentes de la materia en al menos 5 de sus respuestas:

E1: "... si pueden partirse o dividirse en partes menores ... y por lo tanto esto se puede dividirse en partículas tan pequeñas como lo son: las moléculas o los átomos".

"... si, la parte más pequeña que creo que se puede obtener es el átomo..."

Aun cuando se identifican los átomos como constituyentes de la materia, este estudiante continúa con la idea de que los átomos son indivisibles, pero paradójicamente en su discurso tiene presente las partículas subatómicas:

E1: "... ya que a él no se le puede separar sus partes (protones, electrones y neutrones) ..."

Igualmente, el estudiante E3 reconoce la existencia de los átomos y las moléculas:

E3: "... por lo tanto se puede dividir en moléculas o los átomos..."

E3: "... por lo tanto la última porción será el átomo..."

Llama particularmente la atención que estos estudiantes no lograron representar gráficamente los átomos ni las moléculas, como tampoco usar símbolos o fórmulas para algunos compuestos en mención como el agua. Lo que puede entenderse como el resultado de a la falta de estrategias didácticas en esta etapa del aprendizaje (Nappa & Pandiella, 2013), aun cuando los maestros en los procesos de enseñanza usan esferas para ilustrar la organización molecular (microscópico) o formulas químicas como por ejemplo la representación simbólica de la molécula de agua (H_2O o H-O-H), y de este modo ilustrar desde estos niveles un hecho tangible (macroscópico) (Galagovsky et. al. 2003).

En contraposición, los demás estudiantes usan solo representaciones del nivel macroscópico, por ejemplo:

A4: "... si el hierro se funde y se divide o se despedaza..."

Por su parte E5 reconoce la existencia de los átomos y las moléculas como constituyentes de la materia: "... todo tiene un límite y la materia también siendo ese límite el átomo...", pero sus representaciones correspondientes al nivel simbólico son dibujos de los objetos como los perciben sus sentidos. Adicionalmente, llama la atención que el estudiante no logra relacionar los seres vivos como constituidos por materia y solo los representa desde una perspectiva o visión biológica, lo que está en concordancia como los hallazgos de Alonso, Barros y Losada (1994):

Los resultados expuestos demuestran que la constitución atómica se reconoce sobre todo en los gases y sólidos inertes y en menor medida en los seres vivos, siendo dentro de estos menos admitida la existencia de átomos en animales que en vegetales. (p. 230)

En relación con el carácter discontinuo de la materia, es decir está formada por pequeñas partículas entre las cuales hay grandes espacios, se pudo identificar que todos los estudiantes no lo consideran para la explicación de ciertos fenómenos asociados a esta, como es el caso del fenómeno de la disolución. A este respecto los estudiantes se limitaron a describir los que sus sentidos perciben, no hay uso de palabras asociadas al concepto ni tampoco representaciones simbólicas, por ejemplo:

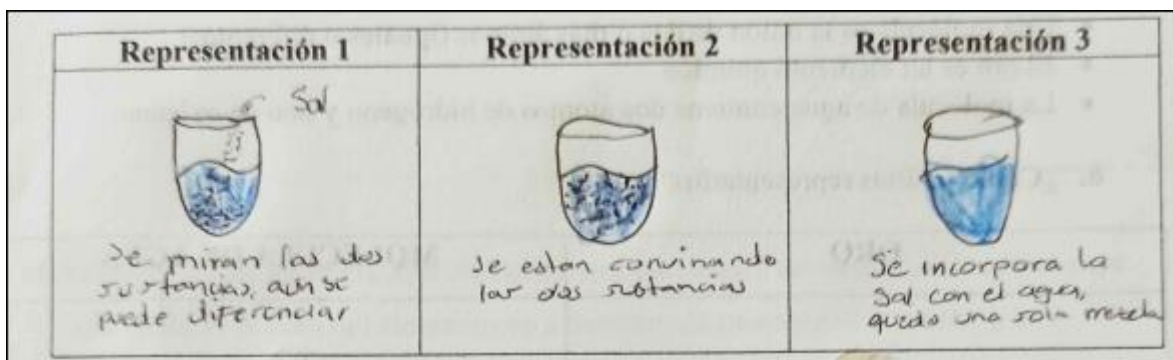
E1: "... la sal se disuelve en el agua por que ya fue agitada..."

E3: "... al disolverse la sal, el agua queda salada por lo componentes de los granos de sal..."

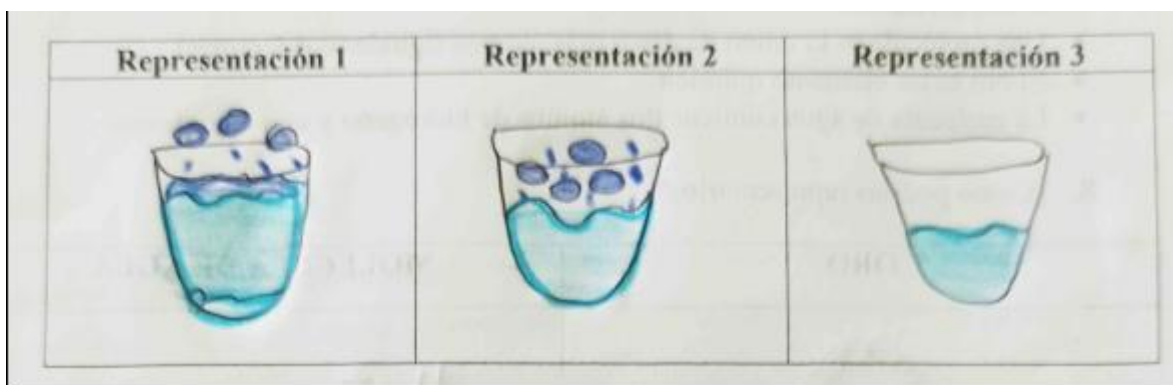
E5: "... al revolver queda disuelta, queda homogénea..."

Igualmente, los gráficos realizados por los estudiantes se enmarcan en el nivel macroscópico:

E2:



E4:



En conclusión, para el concepto de materia, su carácter corpuscular y su discontinuidad los estudiantes de la unidad de trabajo usan los niveles de representación macroscópico y submicroscópico, pero no evidencian uso del nivel simbólico. Con la acotación de que el nivel submicroscópico mostrado en el lenguaje no se corresponde con el nivel de representación simbólico, corroborando lo planteado por Borsese et. al (1996) sobre la dificultad que tienen los estudiantes para transitar entre el lenguaje verbal y el gráfico cuando estudian las propiedades de la materia; y Uría et. al. (2012) quienes ponen de manifiesto que los estudiantes reconocen conceptos como átomo, molécula, electrón, protón, núcleo; aunque no logran integrarlos y relacionarlos en cuanto a los niveles de organización de la materia

7.2 DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

Para el análisis de contenido de los datos recolectados a través de la pregunta 7, en relación con los estados de agregación y la teoría cinético molecular, además de los marcadores discursivos propuestos para las subcategorías, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos conceptuales ajustado para el grado séptimo:

- En la Naturaleza la materia se nos presenta, a simple vista, en diferentes estados de agregación o compactación de sus partes; y fundamentalmente son tres los estados: sólidos, líquidos y gases.
- El componente de la Naturaleza que más sobresale por su presentación indiscriminada en cualquiera de los tres estados es el agua.
- Todos los cuerpos están constituidos por partículas muy pequeñas - microscópicas -, unidas entre sí de diferentes maneras. Dependiendo de la intensidad de la fuerza con que se encuentren unidas las partículas la materia se presenta en tres formas o estados llamados "estados de agregación" y son sólido, líquido y gaseoso.

- Si se modifica la intensidad de las fuerzas de unión de las partículas los cambian de estado de agregación: “cambios de estado”.
- Estado sólido: Las fuerzas de unión entre partículas son fuertes. Las partículas están en posiciones rígidas, no se pueden mover. La distancia entre partículas es constante, no cambia. El volumen y la forma de un sólido son fijos.
- Estado líquido: Las Fuerzas de unión entre partículas son débiles. Las partículas no están en posiciones rígidas, se pueden mover. La distancia entre partículas es constante, no cambia. El volumen de un líquido es fijo y la forma variable.
- Estado gaseoso: Las fuerzas de unión entre partículas son despreciables. Las partículas se mueven libremente en todas las direcciones e intentan ocupar el máximo volumen disponible. El volumen y la forma de un gas son variable.

Para comenzar, se establece que todos los estudiantes están familiarizados con los “términos”: sólido, líquido y gaseoso. Y como se planteó más arriba asocian el agua como sustancia presente en la naturaleza en los tres estados, es así como todos los estudiantes plantean como forma de representación del agua los estados de la materia, por ejemplo:

E5:

	Representaciones
Agua	Líquido, sólido y gaseoso

E5 al igual que E3 asocian el aire y el vapor al estado gaseoso.

Particularmente, E4 solo utilizó gráficos asociados a los estados de la materia, pero desde un nivel macroscópico, es decir desde lo percibido a través de sus sentidos:

	Representaciones
Agua	
Hielo	
Vapor	
Aire	
Gas	
Líquido	
Sólido	

Todos los hallazgos hasta aquí presentados apuntan a fortalecer las conclusiones de Rodríguez y García (2018) sobre los niveles de representación de estudiantes del grado séptimo al afirmar que estos se mueven en nivel de representación (en química) macroscópico, y que “la mayoría de los estudiantes tiene o usan representaciones a nivel macroscópico (Descriptivo y funcional), es decir solo realizan descripciones de los objetos o fenómenos basándose en los sentidos” (p. 75).

Solo en las respuestas del estudiante E2 se logran identificar algunos elementos del nivel de representación submicroscópico en relación con la distancia entre las partículas, las fuerzas entre estas y el movimiento de estas, como características de cada estado:

	Representaciones
Agua	Líquido, sólido, gas
Hielo	sólido
Vapor	gas
Aire	gas
Gas	gas
Líquido	líquido
Sólido	sólido

De igual manera este tipo de representación fue exhibida en una de las representaciones de E4 con relación al aire (mezcla de sustancias en estado gaseoso):

E4:



Esto se puede adjudicar a lo que según Galagovsky et. at. (2003) es una estrategia de los maestros durante el proceso de enseñanza suelen usar esferas para ilustrar la organización molecular (microscópico). Las representaciones de E2 son un claro ejemplo de representación molecular o "submicroscópico" en términos Gilbert y Treagust (2009) "es un nivel de representación explicativo, de el mundo invisible pero tridimensional de las formas de las moléculas y sus movimientos dinámicos, interacciones y cinética".

Podemos concluir que, para los estados de agregación de materia, los estudiantes de la unidad de trabajo emplean mayoritariamente representaciones del nivel macroscópico y en menor proporción del orden del nivel submicroscópico.

7.3 DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON LOS CONCEPTOS DE SUSTANCIA PURA (ELEMENTOS Y COMPUESTOS) Y MEZCLAS

Los elementos conceptuales sobre sustancias puras y mezclas que se unieron a los marcadores discursivos de las subcategorías de análisis fueron:

- Según su composición la materia se puede clasificar en sustancias puras y mezclas. Una sustancia pura es aquella cuya composición no varía, aunque cambien las condiciones físicas en que se encuentre. Por ejemplo, el agua tiene una fórmula que es H₂O y es siempre la misma, lo que indica que está formada por moléculas en las

que hay 2 átomos de hidrógeno y 1 átomo de oxígeno. Si cambiara esa fórmula, sería otra sustancia diferente.

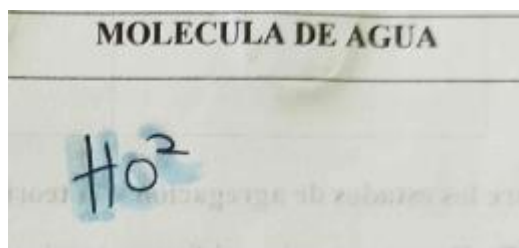
- Una sustancia pura no se puede descomponer en otras sustancias más simples utilizando métodos físicos. Una sustancia pura tiene propiedades características propias o definidas.
- Dentro de las sustancias puras se distinguen 2 tipos: Elementos y compuestos.
- Los elementos son sustancias puras que no se pueden descomponer en otras más simples por ningún procedimiento ni físico ni químico. Están formadas por un único tipo de átomo. Son todos los de la tabla periódica. En su fórmula química solo aparece el símbolo de un elemento. Ej. hierro (Fe), hidrógeno (H₂), oxígeno (O₂), Oro (Au), etc.
- Los compuestos son sustancias puras que sí se pueden descomponer en otras sustancias más simples (elementos) por medio de métodos químicos. Corresponden a un solo tipo de moléculas y en su fórmula química aparecen los símbolos de 2 ó más elementos. Ejemplo: Agua (H₂O), formada por los elementos hidrógeno y oxígeno; sal común (NaCl), formada por los elementos sodio y cloro; amoníaco (NH₃), formado por los elementos nitrógeno e hidrógeno.

Para este eje temático se encontró que tres de los cinco estudiantes (E2, E3 y E5) usan representaciones del nivel submicroscópico y del nivel simbólico. Solo es E4 evidenció representaciones del nivel macroscópico:

E4: al solicitarle que representara el oro, dibujó:



Esta representación se enmarca en lo que Johnstone (1993) considera nivel macroscópico, es decir una representación descriptiva y funcional de los fenómenos tal como son percibidos por los sentidos. En este caso el color con que el estudiante asocia el oro en prendas funcionales como una cadena. En contraste, logra representar con algunos errores el agua como un compuesto a través de una representación simbólica:





El estudiante E1 solo usa representaciones simbólicas para el agua y en esta correctamente se representan los elementos (H y O) y el compuesto agua (H_2O), pero no logra representar el elemento oro:

ORO	MOLECULA DE AGUA
<p>se representa como un elemento químico ya que es una de las clases de átomos.</p>	<p>se representa como molécula ya que es la unión de dos átomos los cuales son: Hidrógeno (H) y oxígeno (O) "H₂O"</p>


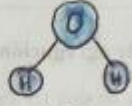
El estudiante E3 usa representaciones simbólicas tanto para el oro como para el hidrógeno y el oxígeno, pero no para el agua:

ORO	MOLECULA DE AGUA
<p>Su simbolo: AU. Es un elemento químico</p>	<p>Por medio de moléculas, ya que estas se conforman por los átomos de Hidrógeno (H) y Oxígeno (O)</p>

El estudiante E5 usa representaciones submicroscópicas pero no simbólicas:

ORO	MOLECULA DE AGUA
<p>Elemento</p> 	<p>Compuesto</p> 

E2 logra usar representaciones del nivel submicroscópico y del nivel simbólico. Usando esferas y barras para representar los átomos y los enlaces, por ejemplo:

ORO	MOLECULA DE AGUA
 <p>un elemento</p>	 <p>H₂O</p>

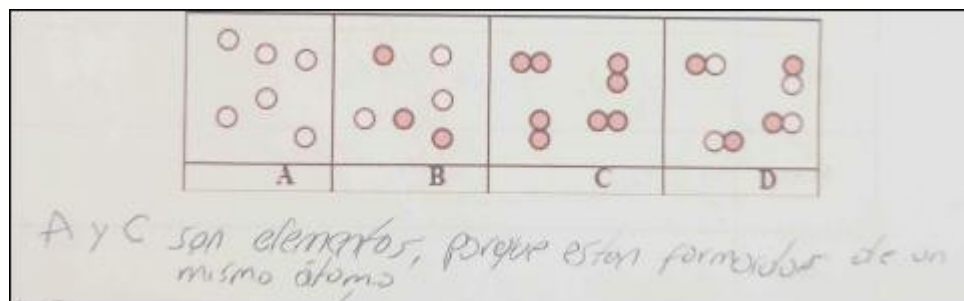
Nótese como E2 representa correctamente la molécula de agua (incluso representa los ángulos que teóricamente tiene los enlaces), usando al mismo tiempo los símbolos (H y O). Para el oro no usa símbolos, posiblemente porque no es un elemento si se trabaja frecuentemente en los ejemplos de clase, en su defecto recurre al color para su representación.

Hasta el momento se han mostrado las representaciones que usan los estudiantes. A continuación, se presenta algunos hallazgos sobre el uso de las representaciones que se suministran a los estudiantes en relación con las representaciones de elemento, compuesto y mezcla. En la pregunta 9 se le presenta a los estudiantes una serie de gráficos con esferas de distintos colores que representando cada uno un elemento y esferas unidas representando moléculas.

La representación de concepto elemento fue correctamente identificada por los todos los estudiantes de la unidad de trabajo, al identificar que cada esfera de diferente color representaba un elemento:

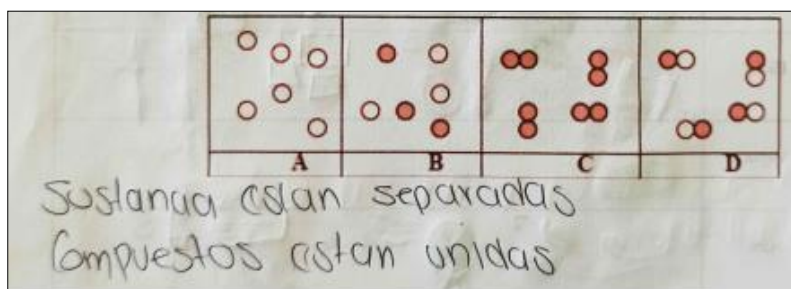
E1, E2, E3, E5: logra identificar en A y en C que representan elementos, asignándole un color a cada tipo de átomo, por ejemplo:

E5:



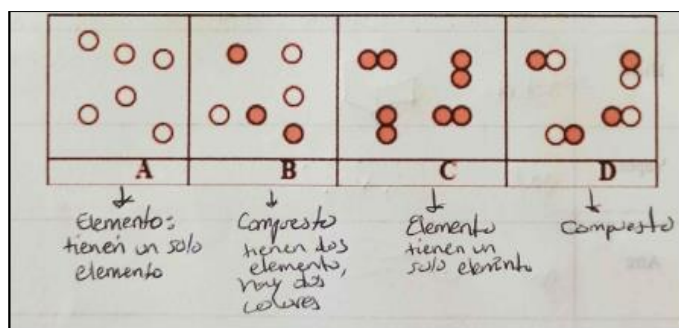
Mientras que E4, no logra identificar esta representación:

E4:



Usando las mismas representaciones, se pudo evidenciar dificultades en la representación submicroscópica de una mezcla, por ejemplo:

E2: se confunde por la presencia de esfera de dos colores en A y D, ignorando la presentación de enlace (esferas unidas)



Lo anterior se puede explicar en términos de la complejidad del concepto de elemento y la existencia de elementos en forma multiatómica, lo que requiere una interpretación de este, lo que dificulta el tránsito lo cual dificulta el tránsito entre los diferentes niveles de representación, puesto que el nivel submicroscópico es un nivel explicativo del mundo invisible tridimensional en función de formas de las moléculas y sus movimientos dinámicos, interacciones y cinética. (Johnstone (1982, 1991).

En conclusión, los estudiantes de la unidad de trabajo mayoritariamente utilizan para los conceptos de sustancia pura (elemento y compuesto) y mezclas, representaciones submicroscópicas y simbólicas que evidencian algunos errores conceptuales.

7.4 DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA

Algunos elementos conceptuales que se asociaron a los diferentes indicadores de las subcategorías (nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico) para el análisis de las respuestas a las preguntas 10 y 11, son:

- Reacción química es un sinónimo de cambio químico.
- Una reacción química requiere la interacción de dos o más sustancias y la reorganización de los átomos o enlaces.
- El fenómeno estudiado se denomina reacción química, y es representado a través de ecuaciones químicas.
- En una ecuación química se identifican las especies que intervienen: los reactivos y los productos, así como una serie de símbolos que dan información sobre las condiciones en que dicha reacción ocurre.

El análisis de contenido de las respuestas a las preguntas 10 y 11 del instrumento diagnóstico, que indagan por las representaciones del fenómeno químico de la oxidación,

permiten establecer que los estudiantes de la unidad de trabajo usan mayoritariamente representaciones de nivel macroscópico (E1, E2, E4 y E5), mientras que un solo estudiante, en sus representaciones, evidencia elementos propios del nivel submicroscópico; y en ningún caso se evidenciaron representaciones del nivel simbólico.

Llama la atención que todos los estudiantes de la unidad de trabajo tienen en su discurso el término de oxidación/óxido, y este es utilizado para hacer descripciones del fenómeno a nivel macroscópico, por ejemplo:

E1: "... el machete se oxidó..."

Pero al pedirle una representación, estos solo escriben un texto, así:

E1:

Representación
Esto sucede a un efecto de reacción y tiempo. Reacción: el metal que compone el machete se oxida por estar al sol y al agua, tiempo: ya que el machete fue dejado a la intemperie el se oxidará con el paso del tiempo.

E3:


Qué sucedió?	Representación
La superficie del metal se oxida.	Se lo conoce como la oxidación del hierro, en el cual la superficie del metal se oxida a causa de reactivar (sol y agua) y no tener ninguna limpieza constante.

El estudiante E3 en otra de sus respuestas da indicios de representaciones submicroscópico, al utilizar en su descripción del fenómeno de oxidación, la palabra moléculas, pero no da razón de la reorganización de átomos o enlaces, como se puede ver a continuación:


Qué sucedió?	Representación
Esa parte de la manzana se oxida	La manzana esta compuesta por moléculas que se oxidan con facilidad y al contacto con el oxígeno del aire se aceleran las reacciones de oxidación.

Los estudiantes E2 y E4 usan representaciones gráficas para el fenómeno de la oxidación, pero estas representaciones son del nivel macroscópicas ya que solo describen el fenómeno, pero no lo explican, pero se rescata el hecho de que en todas las descripciones ubican de forma macroscópica los participantes en la reacción, por ejemplo:

E4:

Qué sucedió?	Representación
Oxidación	

E2:

Qué sucedió?	Representación
El machete se pone mojado porq' el agua y el sol hacen que lo ponga oxidado	

Para finalizar, una posible causa a esta ausencia de representaciones submicroscópicas y simbólicas para los procesos de cambio químico o reacciones químicas es que en la malla curricular solo contempla las reacciones químicas, en los grados 8, 9 y 10. Y es qui donde toma relevancia las afirmaciones de autores como Gabel (1999), Valcárcel, Sánchez y Ruiz,

(2000), Caamaño, (2003), y Sánchez y Valcárcel (2003) quienes ponen de manifiesto que el movimiento entre los diferentes niveles de representación de la materia y las relaciones entre estos, no son fáciles de percibir y comprender por los estudiantes, y que es fundamental que en química se trabajen de forma explícita los tres niveles de representación.

7.5 A MODO DE REFLEXIÓN FINAL

La necesidad de una reflexión permanente sobre y en acto educativo es uno de los tantos aprendizajes alcanzados en la maestría, adicional a este y durante el proceso de elaboración y ejecución del proyecto de investigación, se hicieron muy evidentes los invaluable aportes que la Maestría en Enseñanza de las Ciencias (MEC) hace a la formación de los maestros que se ven reflejados en nuestra práctica de aula.

Unido a la adquisición de nuevos aprendizajes, la maestría me brindó la posibilidad de repensar y reconceptualizar muchos de los aspectos que están inmersos tanto el proceso de aprendizaje como el de la enseñanza, generando una reflexión sobre mis prácticas de aula, y me brindo una serie de herramientas para mejorarlas.

Todo este proceso de formación me lleva a repensar mi labor docente hasta conceptualizarla como una mediadora en el desarrollo del pensamiento crítico de mis estudiantes en todas sus dimensiones, y llegar a dimensionar la gran importancia de la indagación de los saberes previos de los estudiantes y la forma como estos aprenden, donde toman relevancia los niveles de representación que usan o tienen los estudiantes.

8 CONCLUSIONES

“Toda conclusión se saca después de una investigación, y no antes. Únicamente un tonto se devana los sesos, solo o unido a un grupo, para encontrar una solución o elaborar una idea sin efectuar ninguna investigación.”

Mao Tse Tung

El desarrollo de este trabajo investigativo nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

- Los estudiantes del grado séptimo de la institución educativa Gabriela Mistral Del municipio Belén de los Andaquíes (Caquetá) presentan o usan, para el concepto de materia y los fenómenos asociados, los tres niveles de representación requeridos para el entendimiento y aprendizaje de la química, siendo el más evidenciado el nivel macroscópico (52% de las representaciones), seguido por el nivel submicroscópico (37 %) y en menor frecuencia el nivel simbólico (11%).
- Los estudiantes muestran diferentes frecuencias en los niveles de representación, a lo que en este trabajo denominamos perfiles, es así como: E1 presenta o usa mayoritariamente el nivel submicroscópico seguido por el macroscópico y una baja evidencia del nivel simbólico; E2 mayoritariamente tiene representaciones del nivel macroscópico y bajo uso de niveles submicroscópico y simbólico; E3 mayoritariamente tiene representaciones del nivel submicroscópico y bajo uso de niveles macroscópico y simbólico; E4 solo presenta representaciones del nivel macroscópico, y finalmente E5 mayoritariamente evidencia representaciones del tipo macroscópico con casi la misma frecuencia del nivel submicroscópico y poca del del nivel simbólico. (ver figura 4)
- Las representaciones del nivel macroscópico son usadas por los estudiantes para describir los estados de agregación de la materia y los procesos de cambio químico; estas representaciones son descripciones del objeto o fenómeno. Las representaciones submicroscópicas se evidencian en relación con el carácter corpuscular de materia, su discontinuidad, al igual que el de elemento y mezclas;

este nivel se caracteriza por el uso de palabras como átomo, molécula. Aunque pocas representaciones del nivel simbólico fueron evidenciadas, estas se caracterizan por ser gráficos del objeto o fenómeno, los símbolos del hidrógeno, oxígeno y la molécula de agua estuvieron presentes, y en pocas ocasiones se evidenció el uso de esferas y cuñas para representar los átomos o moléculas.

- Los estudiantes de la unidad de trabajo no logran integrar los tres niveles de representación sobre la materia y sus fenómenos asociados, máximo utilizan al mismo tiempo el macroscópico y el submicroscópico.

9 RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el proceso investigativo y de visto de una manera autocrítica y reflexiva nos permite realizar las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones que tomen como antecedente este trabajo:

- El instrumento de diagnóstico puede ser mejorado en relación con el número de preguntas o actividades para cada concepto o fenómenos asociados a la materia y su carácter corpuscular y su discontinuidad.
- Revisar si el uso de la palabra representación es conveniente en la demanda o formulación de las preguntas, considerar realizar un gráfico o dibujo.
- Usar las diferentes representaciones en las preguntas y evaluar si el estudiante puede reconocerlas.
- Evaluar cada uno de los aspectos de la materia su carácter corpuscular, su discontinuidad y los fenómenos asociados en diferentes secciones de trabajo.
- En lo didáctico, como parte de la solución al problema planteado en este trabajo y en consecuencia de los hallazgos se considera de mucha importancia el 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 las ciencias naturales.

10 REFERENCIAS

- Alonso, M. M., Barros, S. G., & Losada, C. M. (1994). Materia inerte/Materia viva ¿tienen ambas constituciones atómicas? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 226-233.
- Bandieri, S., Fernández, S. (2017). Nuevas miradas para viejos problemas. En: *La historia argentina en perspectiva local y regional*. (tomo 3). Editorial Teseo. Buenos Aires, Argentina.
- Borsese, A. L. D. O., Lumbaca, P., & Pentimalli, R. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(1), 15-24.
- Caamaño, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la química. En M.P. Jiménez (coord.), *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Grao.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (78), 7-20.
- Castillo, A., Ramírez, M., & González, M. (2013). El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. *Revista Omnia*, 19(2), 11-24. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/737/73728678002.pdf>
- de la Fuente, A. M., Perrotta, M. T., Dima, G., Gutiérrez, E., Capuano, V. C., & del Rosario Follari, B. (2003). Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8° de EGB). *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 123-134.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: a look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), pp.548-554.
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje de concepto de " reacción química" a partir del concepto de " mezcla". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(1), 107-121.
- Gilbert, J., y Treagust, D. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and relationship between them: key models in chemical education. In: J. Gilbert & D. Treagust (eds.), *Multiple representations in chemical education, models and modeling in science education*. Springer, pp. 1-8.

- Gutiérrez, J., M. S., Gómez, C., M. Á., y Pozo, J. I. (2002). Conocimiento cotidiano frente a conocimiento científico en la interpretación de las propiedades de la materia. *Investigações em ensino de Ciências*.
- Gómez, M. Á., Pozo, J. I., y Gutiérrez, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación química*.
- Greco, A. (1995). The concept of representation in psychology. *Cognitive Systems*, 4(2), 247-256.
- Hernández-Sampieri, R., y Torres, C. P. M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Johnstone, A. H. (1982) "Macro- and microchemistry" *School Science Review* vol.64 pp.377-379
- Johnstone, A. H. (1991) "Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem" *Journal of Computer Assisted Learning* vol.7, 75-83.
- Johnstone, A. H. (1993) "The development of chemistry teaching" *Journal of Chemical Education* vol.70 no.9 pp.701-705
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching - a changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705. doi:10.1021/ed070p701
- Marín, R., R. (2018) Desarrollo de la habilidad argumentativa, mediado por el diseño y aplicación de una unidad didáctica sobre modelos atómicos, en estudiantes de grado 7 de la Institución Educativa Agustín Nieto Caballero (Dosquebradas, Risaralda). [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Manizales]. Repositorio Institucional – UAM.
- Nappa, N. R., & Pandiella, S. B. (2013). Construcción de Modelos Atómicos a Través de Simulaciones. *EDUTECH, Revista Electrónica de Tecnología Educativa* (43), 1-18. Recuperado el 02 de Abril de 2016, de http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/construccion_modelos_atomicos_simulaciones.html
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R. & Merino, Cristian. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, 25(1), 46-55. Recuperado en 04 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000100008&lng=es&tlng=es.
- Orozco, J. y Díaz, A. (2018). ¿Cómo redactar los antecedentes en una investigación cualitativa? *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 1(2), 66-82. DOI: <https://doi.org/10.30698/recsp.v1i2.13>

- Rivera, D. L. A., Gutiérrez, M. D. C. V., Contreras, J. A. V., Fernández, N. D. J. B., & Ramírez, M. D. J. G. (2016). Los estilos de aprendizaje en la formación integral de los estudiantes. *Revista Boletín Redipe*, 5(4), 109-114.
- Rodríguez, C. F. y García, L.F. (2019). Obstáculos epistemológicos y niveles de representación con relación al concepto de materia y los cambios de estado. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Manizales]. Repositorio Institucional – UAM.
- Sánchez, G. (2016). Los estados de agregación de la materia: una propuesta de enseñanza para 3º ESO basada en analogías. Murcia: Servicio de Publicaciones y Estadística. Consejería de Educación y Universidades.
- Sánchez, G. y Valcarcel, M.V. (2003): Los modelos en la enseñanza de la química: concepto de sustancia pura. *Alambique*, 35, pp.45-52.
- Taber, K.S. (2013): «Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education». *Chemistry Education: Research and Practice*, vol. 14(2), pp. 156-168
- Thagard, P. (2008). *La mente. Introducción a las ciencias cognitivas*. Buenos Aires: Katz.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International journal of science education*, 25(11), 1353-1368.
- Trinidad-Velasco, R., y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación química*, 14(2), 92-105.
- Valcárcel, M.V, Sánchez, G. y Ruiz, M. (2000). El estudio del átomo en la educación secundaria. *Alambique*, 26, pp.83-94.
- Uria, M., Lecumberry, G., & Orlando, S. (2012). Las concepciones de los actuales alumnos sobre estructura de la materia. In *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.

11 ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO

Anexo 1

INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO

Ver en las páginas siguientes



Institución Educativa
GABRIELA MISTRAL



INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO

NIVELES DE REPRESENTACIÓN SOBRE ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y FENÓMENOS ASOCIADOS EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL

Objetivo:

- Este instrumento tiene como objetivo el recolectar información que nos permita caracterizar los niveles de representación que tienen los estudiantes del grado séptimo de la IE Gabriela Mistral, sobre la materia y su estructura.

Nombre del estudiante: _____ Fecha: _____

NOTA: Estimado estudiante, esta actividad ha sido diseñada para obtener información sobre la representación que tienes sobre la materia y su estructura. Es muy importante que respondas de forma tranquila y lo más honestamente posible. Recuerda que esta actividad NO tendrá ningún efecto sobre la valoración de tus desempeños en esta asignatura.

Sobre el carácter corpuscular de la materia y su discontinuidad:

1. ¿Crees que una piedra o un pan, el agua de un vaso, el aire y cualquier pedazo de materia pueden partirse o dividirse en partes menores? SI o NO. Como puedes representar esto? Explica tu respuesta.
2. Si se repite la partición sucesivas veces, de un pedazo de hierro ¿se alcanza un límite, una porción de materia que ya no puede dividirse? Si o No. Puedes representar la parte mas pequeña que cree se pueda obtener?
3. Nombra y representa cuál es la parte más pequeña con la que se construyen internamente:

una mesa / una piedra / una hoja de papel / el aire / el agua

Respuesta:

	Internamente se constituye de	Representación
Mesa		
Piedra		

Hoja de papel		
Aire		
Agua		

4. Nombra cuál es la parte más pequeña que construyen internamente:

un perro / una rosa / un pez / un árbol / una mariposa

Respuesta:

	Internamente se constituye de	Representa
Perro		
Rosa		
Pez		
Árbol		
Mariposa		

5. En un armario de una casa hay una botella de aceite puro de oliva. ¿Qué crees que habrá entre las partículas que forman el aceite contenido en la botella?

- Nada, no hay espacio entre las partículas. Están muy juntas unas a otras.
- Un espacio libre entre las partículas en el que no hay nada.
- Más aceite.
- Aire que rellena el espacio libre entre las partículas.
- Otra sustancia diferente.

6. Explica de diferentes maneras lo que sucede cuando agregar una cucharada de sal a un vaso con agua y lo revuelves.

Representación 1	Representación 2	Representación 3

Sobre los estados de agregación y la teoría cinético molecular

7. De cuantas y de qué formas puedes representar:

	Representaciones
Agua	
Hielo	
Vapor	
Aire	
Gas	
Líquido	
Sólido	

De las sustancias puras y las mezclas.

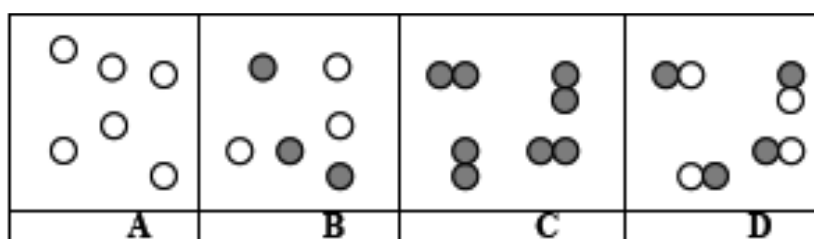
Sabiendo que:

- Un elemento es cada una de las clases de átomos
- Un compuesto químico es una sustancia formada por la combinación química de dos o más elementos
- Una molécula es la unión de dos o más átomos (iguales o diferentes)
- El oro es un elemento químico
- La molécula de agua contiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

8. Cómo podrías representarlos?

ORO	MOLECULA DE AGUA

9. Cuál o cuáles de las siguientes imágenes representan elementos y cuales compuestos. Explica por qué?



De las reacciones químicas.

10. Después de unos días a la intemperie (al sol y al agua) un machete nuevo parece con unas manchas multicolor (amarilla, café y rojiza).

Puedes explicar y representar lo que sucedió y por qué?

Qué sucedió?	Representación

11. María se estaba en la mañana comiendo una manzana y decidió dejar la mitad para más tarde. A la hora del almuerzo va a terminar de comerse la manzana y la encuentra con un color café-rojizo por encima.

Puedes explicar y representar lo que sucedió y por qué?

Qué sucedió?	Representación

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

ANEXO 2. Consentimiento Informado

Yo _____, acudiente del estudiante: _____ y de _____ años de edad, acepto de manera voluntaria que él (ella) se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: *NIVELES DE REPRESENTACIÓN SOBRE ESTRUCTURA DE LA MATERIA Y FENÓMENOS ASOCIADOS EN ESTUDIANTES DE SÉPTIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA GABRIELA MISTRAL*, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

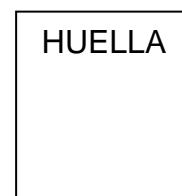
- La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.
- El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.
- Si en los resultados de la participación del alumno se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del participante: _____

Firma: _____

Número de cédula: _____



Huella índice derecho:

Nombre y firma de quien proporcionó la información para fines de consentimiento.

TESTIGOS

YESSICA TATIANA COLORADO CONTA

Fecha: _____