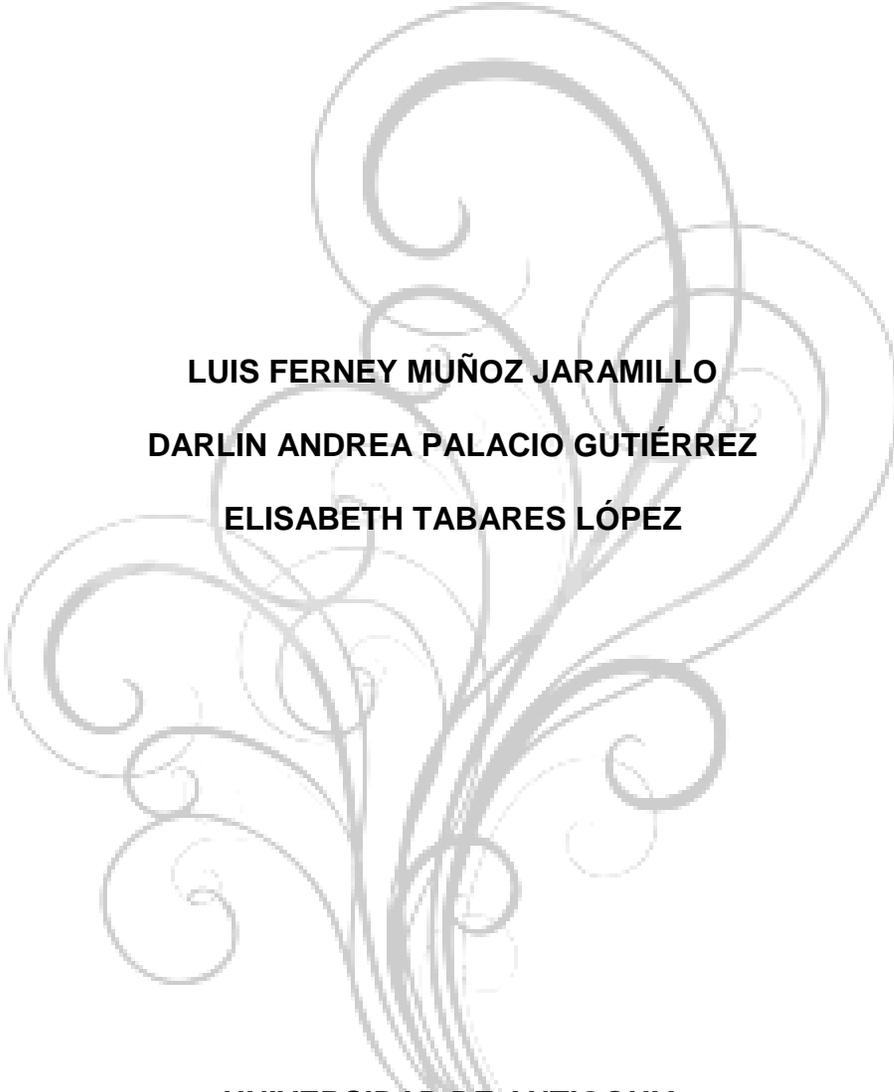


**ANÁLISIS DE LOS CONOCIMIENTOS EN ACCIÓN DE ESTUDIANTES DE CUARTO
GRADO DE EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA SOBRE EL CAMBIO FÍSICO**



**LUIS FERNEY MUÑOZ JARAMILLO
DARLIN ANDREA PALACIO GUTIÉRREZ
ELISABETH TABARES LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y ARTE
MEDELLÍN**

2011

**ANÁLISIS DE LOS CONOCIMIENTOS EN ACCIÓN DE ESTUDIANTES DE CUARTO
GRADO DE EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA SOBRE EL CAMBIO FÍSICO**

LUIS FERNEY MUÑOZ JARAMILLO

DARLIN ANDREA PALACIO GUTIÉRREZ

ELISABETH TABARES LÓPEZ

Trabajo de grado para optar el título:

**Licenciados En Educación Básica Con Énfasis En Ciencias Naturales Y
Educación Ambiental**

Asesora

GLORIA MARÍA CARDONA CASTAÑO

Especialista en Educación en Ciencias Experimentales

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y ARTE

MEDELLÍN

2011

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue el resultado de un compromiso mancomunado, interinstitucional e multidisciplinario, que fue posible primero que todo a Dios, todopoderoso, que nos dio las fuerzas y todas las posibilidades para que se hiciera realidad nuestro sueño.

Agradecemos a nuestras familias por su paciencia y acompañamiento incondicional en este proceso, por ayudarnos a seguir luchando y de este modo recordarnos que todo es por ellos y para ellos.

También un gran agradecimiento a nuestra Alma Máter que por largo tiempo nos ha acogido en sus espacios, a todos los docentes que han fortalecido nuestra formación superior y con dedicación nos han dejado sus enseñanzas más que en la nuestra mente en nuestro corazón, entre ellos la asesora Gloria María Cardona Castaño, que con gran paciencia, respeto y entrega nos acompañó dando este gran paso en nuestra carrera.

Así mismo, damos gracias a todos los directivos, maestros cooperadores y educandos de los diferentes Centros de Práctica, que permitieron compartir sus establecimientos, conocimientos y su compañía en estos procesos investigativos.

Gracias a todos los compañeros de nuestra carrera que dejaron una gran huella de alegría y dedicación.

A todos ellos, un agradecimiento especial por todos sus aportes.

Dedicamos este gran logro a Dios, a nuestra familia y al equipo de trabajo que compartimos angustias y alegrías.

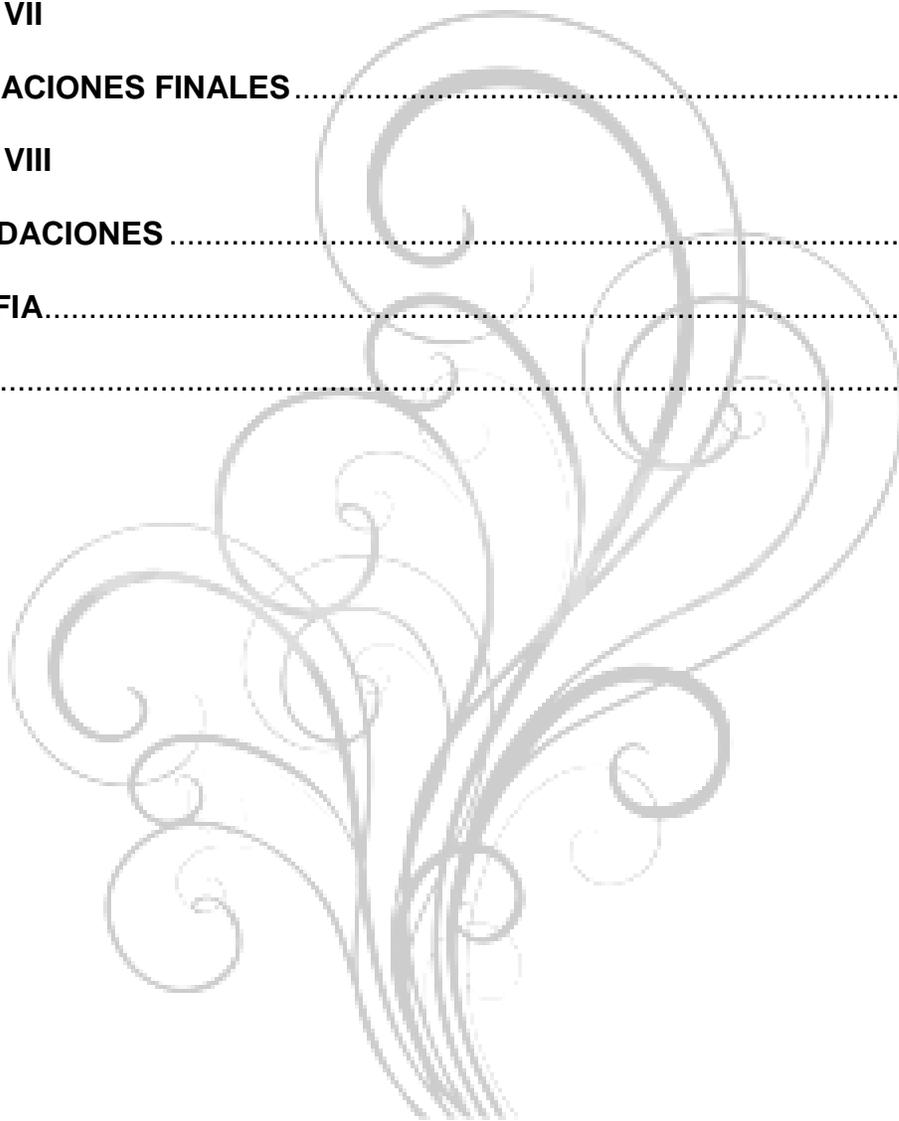


CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| RESUMEN | 11 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| CAPITULO I | |
| DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.1 Planteamiento del problema: | 18 |
| 1.2 Identificación del problema: | 21 |
| 1.3 Antecedentes: | 21 |
| CAPITULO II | |
| JUSTIFICACIÓN | 25 |
| CAPITULO III | |
| OBJETIVOS | 27 |
| 3.1 Objetivo general | 27 |
| 3.2 Objetivos específicos: | 27 |
| CAPITULO IV | |
| MARCO REFERENCIAL | 29 |
| 4.1 Marco teórico: | 29 |
| 4.1.1. Teoría De Los Campos Conceptuales: | 29 |
| 4.1.2 Aprendizaje Significativo Crítico: | 37 |

| | |
|--|-----|
| 4.1.3 Toulmin y la evolución del pensamiento | 42 |
| 4.1.4 Teoría Cinético Molecular de la materia | 47 |
| 4.2 Marco contextual:..... | 52 |
| 4.2.1 Institución Félix María Restrepo Londoño: | 53 |
| 4.2.2 Colegio Nuestra Señora De Las Mercedes: | 54 |
| 4.2.3 CER Guamal: | 54 |
| CAPITULO V | |
| DISEÑO METODOLÓGICO | 56 |
| 5.1 Investigación cualitativa:..... | 56 |
| 5.2 Estudio de caso: | 57 |
| 5.3 Sujetos participantes:..... | 59 |
| 5.4. Descripción instrumentos de recolección de información: | 60 |
| 5.4.1. Situaciones diagnósticas:..... | 60 |
| 5.4.2 Observación Participante: | 61 |
| 5.4.3 Diarios de campo:..... | 62 |
| 5.4.4 Entrevistas: | 63 |
| 5.5 Proceso de análisis: | 64 |
| 5.5.1 Momento Inicial:..... | 64 |
| 5.5.2 Momento Final..... | 67 |
| CAPITULO VI | |
| ANÁLISIS Y RESULTADOS | 72 |
| 6.1 Análisis de la información momento inicial: | 72 |
| 6.2. Análisis de la información momento final | 87 |
| 6.3 Puntos De Encuentro En Los Casos Analizados | 105 |

| | |
|--|------------|
| 6.3.1 Puntos de encuentro iniciales de los estudiantes..... | 105 |
| 6.3.2 Puntos de encuentro finales de los estudiantes..... | 107 |
| 6.4 Representaciones iniciales y finales de los casos analizados:..... | 110 |
| 6.5 Cuadro de dominio teorico y relaciones..... | 114 |
| CAPITULO VII | |
| CONSIDERACIONES FINALES..... | 127 |
| CAPITULO VIII | |
| RECOMENDACIONES..... | 132 |
| BIBIOGRAFIA..... | 135 |
| ANEXOS..... | 141 |



LISTA DE TABLAS

| | pág |
|--|------------|
| Tabla 1. Conocimientos en acción de E1 para cada situación..... | 73 |
| Tabla 2. Conocimientos en acción de E2 para cada situación..... | 76 |
| Tabla 3. Conocimientos en acción de E3 para cada situación..... | 79 |
| Tabla 4. Conocimientos en acción de E4 para cada situación..... | 81 |
| Tabla 5. Conocimientos en acción de E5 para cada situación..... | 83 |
| Tabla 6. Conocimientos en acción de E6 para cada situación..... | 85 |
| Tabla 7. Conocimientos en acción de E1 para cada situación..... | 87 |
| Tabla 8. Conceptos en acción de E2 para cada situación..... | 90 |
| Tabla 9. Conocimientos en acción de E3 para cada situación..... | 94 |
| Tabla 10. Conceptos en acción de E4 para cada situación..... | 97 |
| Tabla 11. Conceptos en acción de E5 para cada situación..... | 99 |
| Tabla 12. Conceptos en acción de E6 para cada situación..... | 102 |
| Tabla 13. Respuestas a las situaciones iniciales de los estudiantes..... | 105 |
| Tabla 14. Repuestas de los estudiantes a las situaciones finales..... | 107 |
| Tabla 15. Representaciones iniciales y finales de los estudiantes..... | 110 |
| Tabla 16. Conceptos y relaciones desde la teoría cinética molecular para cada situación problema del cuestionario inicial..... | 114 |
| Tabla 17. Conceptos y relaciones desde la teoría cinética molecular para cada situación problema del cuestionario final..... | 119 |

LISTA DE IMAGENES

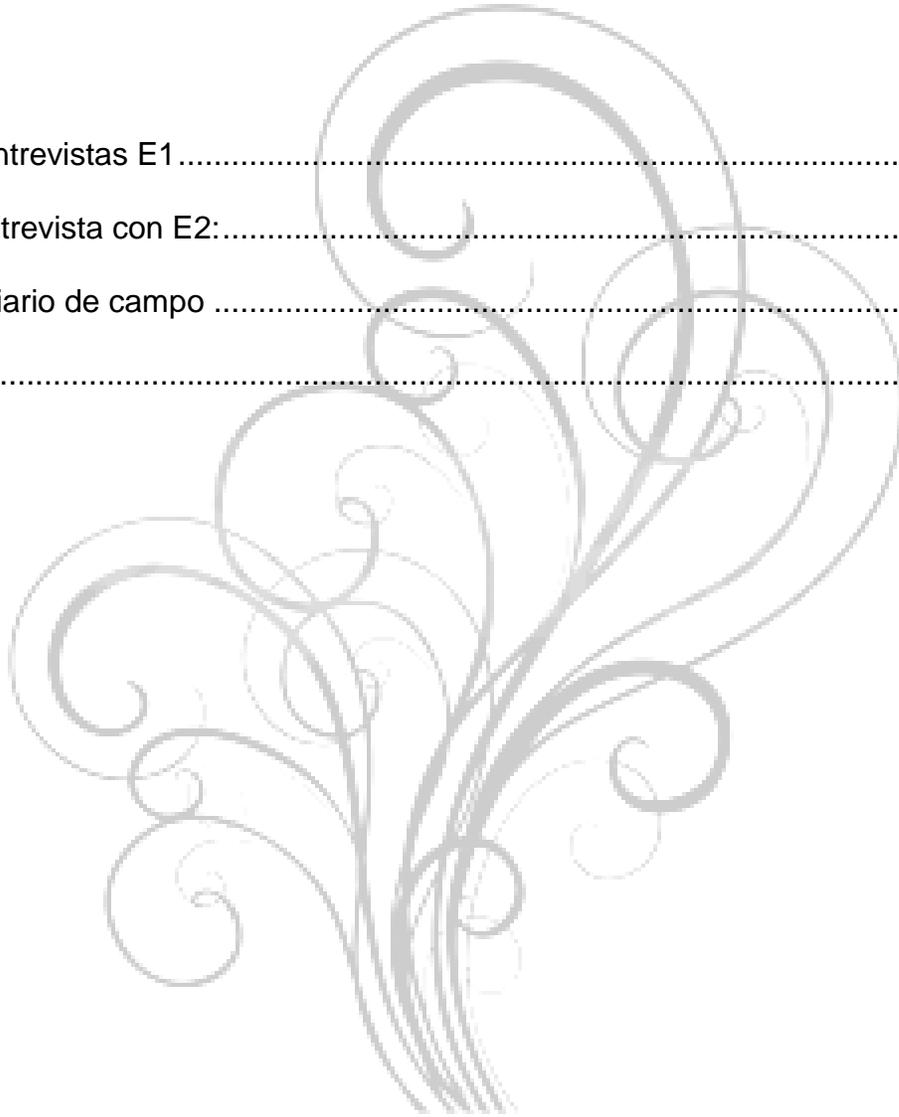
pág.

Imagen 177



LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|---------------------------------|-------------|
| Anexo A. Entrevistas E1 | 141 |
| Anexo B Entrevista con E2:..... | 143 |
| Anexo C. Diario de campo | 146 |
| Anexo D | 147 |



RESUMEN

La investigación desarrollada está enmarcada bajo una perspectiva cualitativa de tipo estudio de caso, en la cual se analizaron las modificaciones que presentaban los conocimientos en acción¹ de seis estudiantes de cuarto grado de Educación Básica Primaria, dos por cada una de las tres instituciones, centros de práctica: I.E *Félix María Restrepo*, Colegio *Nuestra Señora de las Mercedes* y el *C.E.R Guamal*.

Para el análisis se diseñaron situaciones problema enmarcadas bajo la perspectiva de la teoría de Campos Conceptuales de Gerard Vergnaud. La metodología se planteó tomando en cuenta un Momento Inicial, en el que se indagó los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción empleados por los estudiantes, para luego implementar una propuesta de intervención didáctica y un Momento Final, en el cual situaciones de mayor complejidad posibilitaron analizar las modificaciones en tales conocimientos.

La investigación permitió movilizar algunos de los invariantes operatorios iniciales activados por los estudiantes hacia explicaciones más cercanas a las propuestas por la

¹ Constituyen la base conceptual, explícita o implícita. Permiten obtener la información pertinente y, a partir de ella y de la meta que se quiere atender, inferir las reglas de acción más pertinentes para abordar una situación. Es lo que permite la adaptación

ciencia, y aunque se logran relaciones entre conceptos como presencia de partículas, cambios de estado, estados de agregación, temperatura y calor, es necesario profundizar en algunos de los conceptos clave para la enseñanza de cambio físico, ya que los estudiantes continuaron con dificultades para los conceptos de vacío entre partículas y presión.

Palabras claves: Teoría Campos Conceptuales, Invariantes Operatorios (Conceptos-en-acción y Teoremas-en-acción), Cambio Físico, Situación Problema, Teoría Cinético Molecular, Aprendizaje Significativo crítico, Evolucionismo de Toulmin.



INTRODUCCIÓN

Desde las perspectivas de cualificar las prácticas culturales y sociales, se hace necesario evaluar permanentemente la manera como las concepciones de dichas prácticas actúan favoreciendo o limitando el desarrollo humano y así propender por transformaciones que contribuyan a la aceptación de nuevas formas en el accionar social, promoviendo en los docentes prácticas pedagógicas que fomenten a través de sus experiencias, la construcción de estrategias de enseñanza y aprendizaje coherentes con los objetivos institucionales, fortaleciendo procesos investigativos y de formación.

Actualmente, tanto los profesores como los estudiantes tienen a su alcance otras formas de enseñanza, estrategias de aprendizaje y evaluación que buscan una aproximación hacia el conocimiento. Al realizar este trabajo, se ha tenido en cuenta los fundamentos teóricos de la teoría cognitiva de los Campos Conceptuales, los principios metodológicos de la propuesta del Aprendizaje Significativo Crítico, un componente epistemológico con la visión evolucionista de Stephen Toulmin y los postulados de la Teoría Cinético Molecular; que permitieron una aproximación a las formas operatorias y predicativas del conocimiento para mejorar la conceptualización de cambio físico procurando el progreso de dichas formas.

Con base en estas ideas y de acuerdo a las dificultades identificadas desde la práctica pedagógica y desde la misma bibliografía consultada en cuanto el aprendizaje de la química, específicamente cambio físico, como concepto poco abordado en la básica primaria tanto para su aprendizaje como para su investigación, se planteó como objetivo de este trabajo el análisis de los conocimientos en acción que se activan en un grupo de estudiantes de cuarto grado de Básica Primaria para enfrentar situaciones problema sobre el cambio físico. Por lo cual se realizó un diagnóstico sobre la conceptualización inicial de cambio físico, que tenían los estudiantes involucrados en este estudio, a través de un cuestionario, a partir del cual se revisaron filiaciones y rupturas que orientaron el planteamiento de la intervención didáctica, seguida de la aplicación de un cuestionario final que posibilitó la valoración de la mediación y su pertinencia en la estructuración del concepto, además de identificar los cambios y avances en los invariantes operatorios empleados en el proceso de conceptualización.

De los grupos de estudiantes de los centros de práctica, se seleccionaron aquellos estudiantes que habían resuelto completamente las series de situaciones planteadas y de ellos al azar se escogieron dos por cada institución, para un total de seis estudiantes participes en la investigación.

La intervención se llevó a cabo en dos periodos académicos, durante los cuales los estudiantes establecieron una interacción con materiales potencialmente significativos

preparados por los maestros en formación², donde se desarrollaron secuencias de situaciones referidas al contenido de conocimiento, además de actividades de experimentación y análisis, acompañadas de planteamientos de preguntas abiertas que permitieron dilucidar los conceptos, relaciones entre conceptos y representaciones pictóricas y lingüísticas, puestos en juego en el trabajo de conceptualización de cambio físico.

Las respuestas dadas en los diferentes cuestionarios y entrevista fueron utilizadas como registros para el estudio descriptivo, además los mismos datos suministrados sirvieron para el análisis de las posibles modificaciones en la conceptualización de los estudiantes de cuarto grado, considerando los momentos inicial y final.

Este trabajo investigativo se sustenta desde una metodología cualitativa, con estudio de casos, empleándose como instrumentos para la recolección de la información la observación participante, el diario pedagógico, las entrevistas y las situaciones diagnósticas referidas al conocimiento de cambio físico, específicamente cambio de estado. De esta manera se registraron los textos tanto orales como escritos de los estudiantes participantes, al igual que se sistematizó las reflexiones en torno a la

² Autores de éste trabajo de investigación, quienes cursaban la Licenciatura en Educación Básica Con Énfasis En Ciencias Naturales Y Educación Ambiental

práctica pedagógica y al proceso de conceptualización desde las interacciones establecidas por los investigadores los cuales además de observadores participantes fueron docentes activos en el desarrollo y sistematización de la intervención didáctica en las instituciones involucradas en la investigación

A partir de la categorización, análisis y descripción de la información recolectada se organizaron cuadros por estudiante donde se especifica los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción que ellos activaban frente a las situaciones propuestas y según las categorías codificadas, comparadas con los conceptos y las relaciones que los ligan en el dominio científico referidas con cambio físico, lo que permitió el análisis de las modificaciones en los invariantes operatorios, filiaciones y rupturas con dicho dominio teórico.

De los resultados de la investigación, luego de hacer la contrastación de los seis estudiantes en el momento inicial y final, se evidenciaron modificaciones en los invariantes operatorios de los estudiantes, en cuanto los conceptos de partícula y su movimiento, además de los conceptos de los tres estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso. Su cambio se evidencia al comparar los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción en el momento inicial donde se daba una ruptura en dichos conceptos, y su modificación se demuestra al incluir nuevos teoremas que dan respuesta a los fenómenos físicos desde comportamientos microscópicos, lo cual además, se

manifiesta en las representaciones pictóricas donde el mundo submicroscópico se relaciona con lo percibido a nivel macroscópico.

De la comparación y análisis de las representaciones lingüísticas se denota una ampliación de conceptos relacionados con la química, lo cual permitió mayor apropiación y comprensión de conceptos que pueden ser la base para su formación científica, se requerirá de mayor complejidad que permita una mayor asimilación y el establecimiento de redes conceptuales jerarquizadas y significativas que serán los invariantes con los que los educandos operen en diversas situaciones.

Se logró considerar como aspecto a destacar, la importancia de la teoría de los campos conceptuales al planificar y realizar investigaciones en la enseñanza de la química, a la vez que es apropiada para fundamentar investigaciones de aprendizajes de conceptos científicos, como el de cambio físico, organizado en una relación conceptual desde la teoría cinético corpuscular, con partícula, estados de agregación, cambio y cambios de estado, donde se consideran las variables de temperatura, calor y presión. Este referente permitió indagar invariantes operatorios que pueden constituirse en los precursores de aprendizajes significativos o en obstáculos para dichos aprendizajes.

CAPITULO I

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema:

El aprendizaje de las ciencias ha sido objeto de análisis en diversas investigaciones (Borsese, Aldo; Esteban, Soledad; Trejo, Luis Miguel, 2003; y López González, Wilmer Orlando; Calderón, Fernando Vivas, 2009), las cuales manifiestan dificultades frecuentes en la estructura de los contenidos conceptuales, la influencia de las ideas previas de los educandos y la forma como los alumnos aprenden, revelando que la enseñanza de las ciencias tiene implicaciones en la manera como los estudiantes comprenden, diferencian y relacionan los conceptos científicos, lo que en ocasiones conlleva a una inadecuada estructuración del sistema de dichos conceptos en los estudiantes; dejando a un lado la importancia y necesidad de la identificación de los esquemas del sujeto para desarrollar procesos pedagógicos que permitan la asimilación de nuevos conocimientos y de la consideración de los contenidos de cierto dominio conceptual que dé lugar a la reestructuración y el enriquecimiento de sus esquemas anteriores

Es necesario revisar los procesos de enseñanza del concepto de cambio físico en la educación primaria, apuntando a su conceptualización, como un precursor para

aprender procesos químicos. Además, de considerar que para estas primeras etapas no se cuenta con investigaciones relevantes sobre este tema, la gran mayoría están desarrollados en Básica Secundaria.

Se requiere mejorar los procesos de enseñanza de la química, en especial en la básica primaria, partiendo de una fundamentación epistemológica y teórica en los maestros, que dé cuenta de una conceptualización potencialmente significativa que permita un dominio macroscópico, microscópico y simbólico de los conceptos científicos tanto en los procesos de enseñanza como de aprendizaje, tan relegados en la educación primaria. Además de buscar diferentes propuestas de enseñanza que fortalezcan y desarrollen las potencialidades de los estudiantes, como es el caso de las situaciones problema que requieran el uso de conceptos y relaciones las cuales tienen un propósito claro y pertinente para las necesidades y requerimientos de los estudiantes actuales.

Revisando los lineamientos curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental y el plan de estudios de las instituciones donde se desarrolla la propuesta, se encontró que el tema de cambio físico está sugerido para el grado cuarto de Educación Básica Primaria. Pero desde los diagnósticos realizados se evidenció que por falta de tiempo, interés del docente, por el orden temático, entre otros factores, no se ha abordado como es pertinente, dejando vacíos y falencias en los estudiantes que se reflejarán en la conceptualización de temas de la química y física en los grados posteriores.

La investigación desarrollada busca mejorar la comprensión conceptual y la posterior utilización en el ámbito cotidiano desde las bases del conocimiento científico, respondiendo a la propuesta de cómo orientar la enseñanza integradora de las ciencias en este nivel, donde se da *“el estudio de objetos, eventos y procesos naturales desde una perspectiva holística y cualitativa”* (MEN 1998, pag.76), siendo este tema básico en la conceptualización de los procesos químicos planteados allí y obedeciendo al estándar básico de competencias para este grado: *“Me ubico en el universo y en la Tierra e identifico características de la materia, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía en el entorno”*, a partir del cual se efectúan planificaciones de prácticas pedagógicas en el contexto escolar .

Al finalizar la propuesta de intervención se espera que los estudiantes hayan modificado los invariantes operatorios relacionados con el concepto de cambio físico y puedan enfrentarse a diferentes situaciones problema cada vez más complejas.

Dadas las dificultades en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Básica Primaria, evidenciadas en la fundamentación teórica y planificación escolar, se hace pertinente realizar futuras modificaciones curriculares, didácticas y epistemológicas teniendo en cuenta el dominio y relaciones conceptuales, el contexto, y la jerarquización de actividades que mejoren el aprendizaje de las ciencias en los grados que se desarrolla este tema.

1.2 Identificación del problema:

De acuerdo a lo anterior la pregunta de la investigación es la siguiente:

¿Cuáles modificaciones se presentan en los conocimientos en acción de un grupo de estudiantes de grado cuarto de Educación Básica Primaria, cuando se enfrentan a situaciones problema que involucran el concepto de cambio físico y otros asociados?

1.3 Antecedentes:

En la enseñanza de la química se reconoce los cambios químicos y físicos como uno de sus ejes temáticos en su desarrollo teórico, éste se concibe desde la básica primaria como fundamento conceptual, del cual se han planteado diversas investigaciones sobre cómo debe ser enseñado en las aulas partiendo de las concepciones de los estudiantes, intereses y dificultades frente a estos conceptos.

López y Vivas (2009) realizaron la investigación un “Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado”, en

éste indagaron sobre las concepciones de los estudiantes con respecto a cambio físico y cambio químico, encontrando que los estudiantes poseen “ideas propias” acerca de estos conceptos y las cuales han sido construidas a lo largo de sus interacciones cotidianas para explicar dichos fenómenos. La investigación se realizó con una muestra de 28 estudiantes, de un total de 112 de grado 9º, aplicando un cuestionario donde se presentaban varios tipos de experimentos, los cuales debían clasificarse en cambio físico o químico dando argumentos, y explicando como ellos conciben dichos cambios, tales definiciones permitieron ver que faltaba rigurosidad y elementos conceptuales en las justificaciones, es decir, aunque “poseen un conjunto de ideas previas bajo la estructura de preconcepciones que carentes o no, de elementos y relaciones que se establecen en el contexto de la explicación científica de cada situación planteada” López González, Wilmer Orlando y Vivas calderón, Fernando. (2009) los conocimientos no son suficientes para diferenciar conceptualmente cambio químico y cambio físico.

Investigaciones rastreadas demuestran que existe gran dificultad en los estudiantes de todos los niveles escolares para diferenciar entre los tipos de cambios que sufren los materiales, una de estas es planteada por Borsese, Esteban y Trejo (2003), quienes reconocen que en los primeros niveles educativos a los estudiantes les es impreciso plantear una diferencia entre cambio químico y físico, debido a que en estos niveles de comprensión conceptual solo se reconocen procesos de observación de cambios de tipo macroscópicos, sin percibir el por qué de los fenómenos y sin dar relevancia a la interacción mutua de materiales, a “la transformación como proceso interactivo, que lleva de un estado inicial a uno final” (2003). Por tal motivo se propone el trabajo desde

conceptos científicos básicos, valiéndose del contexto y del nivel macroscópico con el que trabajan los educandos para comprender el concepto de cambio, quienes, luego podrán pasar a concebir el mundo microscópico que será imperceptible para ellos, lo cual concuerda con los estudios de Aragón, Oliva y Navarrete (2006), quienes justifican el aprovechamiento de los “modelos explicativos espontáneos” que establecen los alumnos para concebir la materia y sus cambios desde un nivel macroscópico o de un carácter subatómico, potencializando procesos complementarios paralelos a distintos niveles de construcción de modelos: macroscópicos, submicroscópicos y simbólicos.

Igualmente, se encontró otros informes investigativos sobre la enseñanza de los cambios de los materiales en estudiantes de la Básica Primaria, donde se resalta la importancia de los conocimientos previos y la necesidad de estructurar un plan de enseñanza que parta de la materia y sus propiedades; contemplando como referente el concepto de sustancia y sus estados en niveles macro y micro de las partículas, pues un modelo de partículas debe conceptualizar las diferencias entre los estados y de por qué una sustancia puede estar en cualquiera de estos, en el contexto de los fenómenos físicos. En esta investigación desarrollada en Grecia, Reino Unido, resultado de un trabajo con once alumnos entre los doce años de edad, se introdujo un modelo de partículas basado en las sustancias y los fenómenos físicos y dando luego paso a la dirección de átomos y cambio químico.

Todos estos trabajos demuestran la importancia de considerar la enseñanza de un concepto científico desde diferentes puntos de vista sean curriculares, metodológicos o epistemológicos, en los cuales lo fundamental es reconocer procesos científicos contextualizados y desarrollar prácticas investigativas que permitan explicar fenómenos de la realidad generando conocimientos.



CAPITULO II

JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta la Ley General de Educación y sus decretos reglamentarios, donde uno de sus artículos plantea: “El área de las ciencias naturales es obligatoria y fundamental para el conocimiento y la formación de la persona, esta área se debe ofrecer de acuerdo al Currículo y al PEI”. (Ley General de Educación, título 11, capítulo uno, sección iii de la educación básica, artículo 23), podría acentuarse la necesidad de implementar prácticas que le permitan al educando comprender su cotidianidad y de esta manera actuar con más sentido dentro de ella, posibilitando su formación básica en ciencias desde los niveles fundamentales de la Educación como en la Básica Primaria, donde se responde a una serie de lineamientos que permitirán construir las bases para un mejor conocimiento de los procesos físicos y químicos de la naturaleza, como se contempla en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales de cuarto a quinto, donde se denota, la importancia de la ubicación en el universo y en la Tierra, la identificación de características de la materia y fenómenos físicos, de transformaciones en el entorno a partir de la aplicación de algunos principios físicos, químicos y biológicos que permiten el desarrollo de tecnologías.

Así mismo, considerando que la teoría de los campos conceptuales se dirige a los conceptos científicos, a su aprendizaje y a su didáctica; a mirar el desarrollo cognitivo mediante procesos que permiten su análisis, puede trazarse desde esta perspectiva

trabajos de investigación sobre el aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales, ya que son pocos los planteados desde esta línea y más aun para la Educación Básica Primaria, haciendo énfasis en la conceptualización de cambio físico.

De esta manera, surge una propuesta para la conceptualización de cambio físico, teniendo en cuenta la actividad de los estudiantes en situación y la identificación de objetos y propiedades implicadas en la actividad; expresando su conocimiento de forma operatoria y de forma predicativa, revisando como se actúa en situación y enunciando las propiedades, las relaciones y transformaciones que se dan en los objetos a nivel macroscópico y submicroscópico; surgiendo así la necesidad de planificar un proceso de mediación para la estructuración del concepto de cambio físico que permita además identificar los posibles avances o cambios en el proceso de conceptualización desde la formación de representaciones operatorias que servirán para asimilar nuevas situaciones.

CAPITULO III

OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar los conocimientos en acción que se activan en un grupo de estudiantes de cuarto grado de Básica Primaria para enfrentar situaciones problema sobre el cambio físico.

3.2 Objetivos específicos:

- Describir el estado inicial de los conocimientos en acción que presenta el grupo de estudiantes.
- Plantear un proceso de intervención didáctica orientada en la teoría de campos conceptuales hacia el progresivo dominio del concepto de cambio físico

- Valorar las modificaciones en el proceso de conceptualización, mediante los análisis de las rupturas y filiaciones entre los invariantes operatorios de los estudiantes y el dominio conceptual.



CAPITULO IV

MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco teórico:

4.1.1. Teoría De Los Campos Conceptuales:

Es una teoría psicológica del concepto propuesta por Gerard Vergnaud y tiene como referencia el análisis conceptual del dominio de un conocimiento. Dicha teoría reconoce la obra de Piaget pues en ella destaca las ideas de *adaptación*, *desequilibrio* y *re-equilibrio*, además, considera el concepto de esquema planteado por este autor. Igualmente, esta teoría ha sido desarrollada a partir del legado de Vigotsky, pues se destaca la interacción social, la simbolización y el lenguaje en el progreso conceptual de los alumnos.

Según esta teoría, el conocimiento está organizado en campos conceptuales, los cuales hacen referencia al “conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento conectados unos a otros, entrelazados durante su proceso de adquisición” (Moreira,2009), permite una aproximación a través de las situaciones a una clasificación

adjunta al análisis de las tareas cognitivas y a los procedimientos que son aplicados en cada una de ellas; y es así como se constituyen las situaciones a las que es necesario adaptarse durante los procesos, a los esquemas y conceptualizaciones por medio de los cuales se aplica dicha adaptación.

El concepto de campo conceptual fue definido bajo tres argumentos, el primero plantea que con un solo tipo de situaciones no puede formarse un concepto, el segundo dice que un solo concepto no puede ser analizado en una sola situación y el tercero que la construcción de un concepto es un proceso que demanda tiempo, puede extenderse a través de los meses y años e incluso pueden haber malentendidos entre su misma construcción.

Así mismo, el campo conceptual es una unidad de estudio que puede darnos un sentido más amplio de las dificultades observadas dentro del campo educativo, pues la conceptualización es esencia del desarrollo cognitivo.

Existen conceptos claves dentro del estudio de la teoría de Campos Conceptuales los cuales se desarrollan a continuación.

Concepto

Es definido por Vergnaud como un triplete de conjuntos (1983 a, p. 393; 1988, p. 141; 1990, p. 145; 1993, p. 8; 1997, p. 6) denominados **SIR**:

- **S**: conjunto de **situaciones** que le dan un sentido al concepto: referente del concepto.
- **I**: conjunto de **invariantes operatorios** que pueden ser reconocidos para analizar las situaciones presentes en el primer conjunto: significado del concepto.
- **R**: conjunto de **representaciones** simbólicas que se pueden utilizar para representar situaciones y procedimientos: es el significante.

Un concepto puede ser un conjunto de invariantes operatorios que se utilizan en la acción pero implican situaciones y esquemas que son llevados a cabo por los sujetos en dichas situaciones. Los conceptos pueden ser significativos a medida que pasan las situaciones, constituyendo la entrada a un campo conceptual que requiere el dominio de distintos conceptos.

Situaciones

Al hablar de situación se hace referencia a una tarea. Puede entenderse que las situaciones complejas se pueden analizar como combinaciones de tareas, las competencias en cada una de ellas afecta el desempeño global, pueden además existir muchas situaciones y conocimientos que los estudiantes van dominando progresivamente; todo depende de las primeras concepciones o el intento a modificarlas. Las situaciones le dan sentido al concepto y el concepto se hace importante a través de las situaciones.

Las situaciones son tareas o cuestionamientos relacionados con el marco conceptual que se le va a trabajar al estudiante, donde ellos deben resolver algún tipo de problema y pongan en juego sus conocimientos por lo tanto el maestro debe conocer el tema, sus problemas y su epistemología. Estas tienen que ver con el contenido, por lo cual la primera tarea es definir desde que dominio teórico se va a trabajar y así luego plantear el proceso didáctico para enseñarlo. Por lo tanto es esencial tener claro el concepto, sus relaciones, los procedimientos y sus posibles transformaciones.

Esquemas

Este concepto ha sido introducido por Piaget para explicar las habilidades intelectuales y sensorio-motoras. Es la organización del individuo para operar. Hay una relación biunívoca entre los esquemas y las situaciones, constituyéndose en un par dialéctico entre el operar y el resolver una situación.

El esquema es una organización invariante del comportamiento para ciertas situaciones, allí pueden investigarse conocimientos en acción y los elementos que permiten que su acción sea operatoria. Se hace necesario que existan algunas especificaciones para su desarrollo: las metas y anticipaciones, reglas de acción, invariantes operatorios y posibilidades de inferencia

Los esquemas hacen alusión a situaciones o clases de situaciones, tales como: las que el sujeto dispone de las competencias al tratamiento de cada situación donde las conductas están organizadas en un mismo esquema y las que el individuo no dispone de las competencias necesarias y llevan eventualmente al éxito o al fracaso, aquí se utilizan varios esquemas que pueden competir entre sí y deben ser combinados y articulados. Debemos tomar en cuenta que el esquema no funciona de igual manera en las dos clases de situaciones, ellos son eficaces pero no siempre efectivos, puesto que están en un proceso de adaptación de estructuras cognitivas.

Existen diferentes clases de situaciones y por ende clases de esquemas, los cuales comprenden las siguientes cuatro categorías de componentes:

- Uno o varios Objetivos, sub-objetivos y anticipaciones(prever lo que pasa)
- Reglas de acción: la mente establece reglas para operar, si.....entonces.
- Invariantes operatorios: conceptos en acción y teoremas en acto
- Inferencias

Los esquemas pueden generar diferentes secuencias de acción, pero dependen de cada característica en particular.

Conocimientos en acción.

Los conocimientos en acción que son considerados en este marco teórico como los invariantes operacionales hacen necesario tener en cuenta la relación dialéctica entre los teoremas-en-acción y los conceptos-en-acción como conocimientos tácitos en los esquemas.

En los teoremas-en-acción se encuentran proposiciones de lo real y en los conceptos en acción representaciones de los predicados, categorías de pensamiento y objetos, algunos de ellos desarrollados por los individuos.

Los conceptos pueden hacer parte de los teoremas, más no teoremas. Los conceptos-en-acción no representan conceptos científicos, ni los teoremas en acción son teoremas reales, no podemos hablar de invariantes operatorios que estén integrados por los esquemas, sin hablar de conocimiento explícito como argumentos, proposiciones y objetos.

Los estudiantes no pueden expresar los lenguajes inmersos en los teoremas y conceptos en acción, pues están implícitos pero esa es la naturaleza de la educación, ayudar para que el estudiante construya sus teoremas de forma explícita, a partir del conocimiento implícito; de manera progresivamente y a través del tiempo convertirse en conceptos más cercanos al dominio científico.

Significados Y Significantes

Considerando que las situaciones dan sentido a los conceptos, se hace necesario recalcar que el sentido se encuentra relacionado al que se le da a las situaciones o al significante cuando se evocan esquemas para dicha situación o significante.

Con ello se denota la importancia del lenguaje y otros significantes en la teoría de los campos conceptuales los cuales ayudan a la designación e identificación de invariantes operacionales, al razonamiento e inferencia, y a la anticipación de efectos y fines, a la planificación y control de acciones.

De esta manera el lenguaje cumple una doble función, tanto de comunicación y representación como de ayuda de pensamiento por medio de la verbalización para planificar y controlar acciones.

Se subraya la importancia de la experiencia (sea por actividades desarrolladas por tradición y evidenciadas mecánicamente por la actividad lingüística, por operaciones del pensamiento, o en la conducta que subyace en cada uno) en la contribución del desarrollo de los invariantes operatorios, relacionados con los conceptos en acto que se constituyen en la organización de esquemas y pueden ser los mismos en las resolución

de diferentes problemas, en cambio los teoremas en acto pueden ser diferentes según las preposiciones dadas por cada uno de los sujetos y también según las situaciones. De ahí el valor de tener claro las relaciones y las transformaciones que se dan para operar y los conceptos necesarios que evidencian la comprensión de las situaciones, al mismo tiempo que definir los dominios de las disciplinas para indagar los conocimientos previos de los alumnos en el trabajo para analizar el desarrollo conceptual, rupturas y filiaciones en estos dominios teóricos. (Vergnaud, 2008, p. 20)

4.1.2 Aprendizaje Significativo Crítico:

El aprendizaje es un proceso que no solo requiere de la transmisión de conceptos o leyes científicas, sino que debe estar inmerso el estudiante. Por tal razón la manera como éste lo asume es fundamental para obtener un conocimiento significativo. Teniendo en cuenta que el conocimiento significativo es aquel que toma en cuenta la interacción entre los saberes previos y el nuevo conocimiento. Es decir, tal conocimiento adquiere significado e importancia para el estudiante en la medida que se relaciona con significados ya existentes.

El conocimiento previo es, de forma aislada, la variable que más influye en el aprendizaje en última instancia, sólo podemos aprender a partir de aquello que ya conocemos. En esta medida los conocimientos previos son la herramienta principal para

tomar en cuenta los maestros al momento de enseñar un concepto científico y tomarlos como ancla para los nuevos saberes y la manera como estos se articulan a estudiante permitiéndoles adquirir nuevos saberes.

Por su parte el estudiante como lo dice Moreira (2005, p 4) “no es un receptor pasivo, muy al contrario debe hacer uso de los significados que ya internalizó, para poder captar los significados de las materias educativas. En este proceso, al mismo tiempo que esta progresivamente diferenciando su estructura cognitiva, esta también haciendo integración reconciliadora para poder identificar semejanzas y diferencias y reorganizar su conocimiento. O sea, el aprendiz construye su conocimiento, produce su conocimiento”. Desde esta perspectiva el estudiante debe ser participe activo en el proceso de enseñanza desde su posibilidades, limitadas por los conocimientos previos.

Según las características anteriores, para Moreira (2005,p 5) el aprendizaje crítico es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Esta es una perspectiva antropológica donde el sujeto se reconoce como miembro y participe de un grupo social, pero igual con características particulares; permitiéndole ser autónomo frente a la gran cantidad de información existente. Desde esta manera de concebir el aprendizaje el alumno podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. Además con características para trabajar como la incertidumbre, la relatividad, la no

casualidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias y tener claro que el conocimiento es una construcción nuestra con que se representa y capta el mundo.

Según Moreira y siguiendo las referencias de Postman y Weingartner (1969), propone los siguientes principios para hacer más viable y facilitar la aplicación del aprendizaje significativo crítico:

- I. Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas. Propone que el maestro más que transmisor debe ser generador de situaciones donde se intercambien preguntas y respuestas que igual pueden dar cuenta de los conocimientos previos en la medida que sean apropiadas y relevantes.
- II. Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos. En la medida que el maestro utilice diferentes materiales (artículos científicos, los cuentos, las poesías, las crónicas, los relatos, las obras de arte...) y no sólo los libros de texto se pueden obtener mejores resultados.
- III. Principio del aprendiz como perceptor/representador. El principal problema ha sido considerar al estudiante como un simple receptor. Mientras que para la teoría del aprendizaje significativo es un proceso dinámico de interacción, diferenciación e integración entre los conocimientos nuevos y los existentes (Moreira, 2005, p8). Lo más

importante es la percepción de los estudiantes ya que esta es la representación que estos poseen del mundo.

IV. Principio del conocimiento como lenguaje. El lenguaje representa la forma como percibimos la realidad. Todo el conocimiento esta mediado por el lenguaje y la escuela debe facilitar el aprendizaje de ese lenguaje y sus significados.

V. Principio de la conciencia semántica. Hace referencia a que las palabras representan o significan cosas, más no son las cosas. Además es necesario tener en cuenta que los significados cambian y que el nivel de abstracción entre docentes y estudiantes es diferente por tanto los significados también.

VI. Principio del aprendizaje por error. No se puede enseñar leyes, teorías o conceptos partiendo que son verdades absolutas y duraderas, sino que por el contrario fueron el fruto de errores y en la medida que los errores has sido superados es que se obtiene el conocimiento. Para aprender la clave está en superarnos y rechazar las certezas.

VII. Principio del desaprendizaje. Es fundamental desaprender ya que el nuevo conocimiento se cimenta en los saberes previos y por tanto en la medida que estos se relacionen es que se da el nuevo conocimiento (asimilación según Ausubel), pero cuando tal conocimiento nos impide captar el nuevo conocimiento es necesario que se produzca un desaprendizaje; por otra parte es los conocimientos están en constante

cambio y es necesario transformar o adaptar los conocimientos a las nuevas exigencias de manera rápida.

VIII. Principio de incertidumbre. El principio de incertidumbre del conocimiento nos alerta sobre el hecho de que nuestra visión del mundo se construye a partir de las definiciones que creamos, de las preguntas que formulamos y de las metáforas que utilizamos. Naturalmente esos tres elementos están relacionados con el lenguaje humano (Moreira, 2005, p. 14).

IX. El principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza. Esta es una metodología que debe erradicarse porque los alumnos consideran que el docente escribe ahí las respuestas y verdades, dicho método está más guiado a copiar, memorizar y reproducir. Al contrario se deben buscar estrategias como paneles de discusión, seminarios, proyectos, trabajos en grupo, etc. Es decir, buscar estrategias que se centren en el alumno y no en la manera de transmitir el conocimiento.

Todos estos principios son la base fundamental para que el maestro considere al momento de enseñar un concepto científico y pueda de esta manera modificar, cambiar o mejorar el concepto con que cuenta un estudiante al momento de enfrentarse a diferentes situaciones o problemas, logrando de esta manera superar tales dificultades aplicando lo que se aprende en las diferentes actividades desarrolladas en clase.

4.1.3 Toulmin y la evolución del pensamiento

En el siglo XX se supera la dicotomía entre las corrientes absolutistas, como las racionalistas y empiristas, surgiendo una posición constructivista, que considera el conocimiento como la construcción de la inteligencia que crea nuevas estructuras a partir de los conocimientos que se poseen.

Algunos filósofos y epistemólogos que hacen parte de este pensamiento desde diferentes matices estarían Popper con su falsacionismo, Lakatos con su metodología de investigación científica; Laudan con las tradiciones de investigación; T. Khun con el revolucionismo, además de Toulmin y su evolucionismo, quienes también han planteado una visión de las ciencias como una construcción social

Teniendo en cuenta la visión social de las ciencias y valiéndonos de una perspectiva evolucionista del conocimiento, se describirá en especial los postulados de Stephen Toulmin para sustentar el proceso metodológico e investigativo de esta propuesta desde sus aportes a la comprensión del desarrollo de las ciencias y su relación con los postulados de Gerard Vergnaud.

Toulmin (1977) propone el concepto de ecología intelectual y establece una analogía entre la evolución biológica y la construcción del conocimiento científico, definiendo “una racionalidad dinámica, que sea atributo de la actividad intelectual humana, y especialmente de su tarea básica que consiste en criticar y modificar tales sistemas conceptuales” (García, 1983, p. 56). Dicha racionalidad consistirá en la realización de actividades individuales o colectivas, en las que se establecen procedimientos, conceptos, juicios para resolver situaciones problema e ideales determinados por condiciones históricas- culturales.

En sus postulados Toulmin concibe que tanto las teorías como los marcos culturales de interpretación son objetos que evolucionan según factores exógenos o endógenos, que permiten la perpetuación, adaptación o extinción de estas. Toulmin, hace uso del recurso metafórico de la teoría de la evolución de las “entidades vivas” para explicar la evolución de “entidades culturales” como el lenguaje, las empresas científicas, las teorías y los conceptos.

Así mismo, se menciona la evolución de los problemas, la cual es secuencial y continúa; los cambios que sufren resultan de la acumulación gradual de menores modificaciones, que son congregadas por la experiencia cultural. Por ello, es esencial analizar las exigencias de cada situación intelectual y las diferentes novedades conceptuales, las cuales son específicas de la situación, la sucesión de problemas y la

capacidad para satisfacerlas obedeciendo a hechos históricos y propios de la situación problemática particular.

El modelo metafórico biológico evolucionista desde la perspectiva de Toulmin, se enuncia de que las teorías y los conceptos son como “poblaciones vivas”, que mutan de manera adaptativa al significado asignado por comunidades de usuarios “con otros componentes teóricos conceptuales o ideológicos formando un todo coherente – ecología intelectual- y valido – funcional- para dicha comunidad.” (Pérez, 2008, p. 45)

“La historia del pensamiento científico muestra que la construcción de los conceptos no se caracteriza por un progreso lineal, sino por rupturas y continuas rectificaciones, en definitiva, por una especie de ‘revolución permanente’” (Astolfi, 2001, pág. 304). Lo que Toulmin relaciona con el proceso de la “variación y la perpetuación selectiva”, el cual ayuda a explicar las transformaciones de las poblaciones conceptuales, además que expone cómo puede conceptuarse la *racionalidad* de la conducta de un hombre, teniendo en cuenta, en qué medida modifica su conducta en situaciones nuevas y desconocidas, y cómo la racionalidad de las realizaciones intelectuales internas de los conceptos se puede determinar en la modificación de la posición intelectual frente a nuevas experiencias e imprevistas; lo que se relaciona con la piedra angular de la cognición: *la conceptualización*, donde se considera como premisa que el conocimiento está organizado en campos conceptuales cuyo dominio se produce a través de la experiencia, madurez y aprendizaje.

Lo anterior, permite entender lo que sucede con la ontogénesis y el desarrollo de los conceptos en los seres humanos. Así, específicamente como los conceptos en el área de las Ciencias representan el centro de la actividad científica y son una poderosa herramienta intelectual que permiten a niños y a docentes describir e interpretar el mundo, para conservarlo en lo que éste tenga de conservable o transformarlo. De allí la importancia de democratizar el conocimiento científico e intervenir para favorecer su construcción. Especificando qué se piensa por concepto científico. “Un concepto científico supone una denominación y una definición. Dicho de otro modo: un nombre, cargado con un sentido lo más unívoco posible, frente a los conceptos del lenguaje común que, por regla general son polisémicos” (Astolfi, 2001, p.31).

En la formación de los conceptos en los educandos es esencial el papel del maestro, la educación y el contexto. Acerca del tema, Toulmin señala: “Adquirimos nuestro dominio del lenguaje y el pensamiento conceptual en el curso de la educación y el desarrollo; y los conjuntos particulares de conceptos que aprendemos reflejan formas de vida y de pensamiento, comprensión y expresión, corrientes en nuestra sociedad. (...) nuestra herencia conceptual es recreada en cada nueva generación mediante todos los procesos de ‘enculturación’, sea por imitación, por instrucción o por educación formal” (Toulmin, 1971, p. 52-53). Es así, como los conceptos se convierten en aquellos instrumentos a través de los cuales se logran y se expresa la comprensión humana; para lo que puede tenerse en cuenta su desarrollo, su captación y su valor.

Desde allí, se parte de la integración de sistemas o cúmulos conceptuales que se emplean generalmente en una comunidad, las habilidades y capacidades mediante las cuales un individuo desarrolla su captación personal de los conceptos, los esquemas de sucesos por los cuales se adquieren, se ejercen y se pierden tales capacidades conceptuales; y por último, la argumentación y su relación con los temas del juicio y la evaluación, preguntándose sobre la explicación de la autoridad intelectual (en la que se tiene en cuenta los procesos socio históricos por los cuales se despliegan dentro de una cultura o una comunidad) o crítica racional siendo concurrente con la imagen de los conceptos y la comprensión tanto colectiva como individual.

De igual modo, vale la pena mencionar la manifestación que hace Toulmin sobre las razones prácticas - como el entorno- que influyen en la evolución de los conceptos científicos, dichos conceptos presentan tres características que permitirán utilizarlos como el lenguaje, las técnicas de representación y los procedimientos de aplicación de la ciencia, lo que puede asociarse con el referente, significado y significante, aspectos interactuantes de pensamientos; que serán marco de referencia para comprender los procesos de conceptualización en los individuos, lo que conlleva además, al análisis de las dificultades de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, en la resolución de problemas en las ciencias y en la conceptualización de estas.

4.1.4 Teoría Cinético Molecular de la materia

La enseñanza de la química es uno de los principales problemas con que suelen encontrarse los docentes de ciencias naturales, especialmente al abordar temas que deben tomar en cuenta aspectos microscópicos y macroscópicos. Esto se debe a que gran parte de los estudiantes se les dificulta entender las características microscópicas de los estados de la materia y las interacciones que se presentan a nivel molecular.

Muchos de los fenómenos que ocurren a nivel microscópico son explicados por los estudiantes desde concepciones alternativas que ellos poseen sobre el mundo y las representaciones que tienen sobre éste. Lo cual se convierte en un problema “si las imágenes que los alumnos perciben del mundo no son suficientes para comprender la estructura de la materia, y la enseñanza no logra proporcionarles sistemas de representación alternativos que les permita comprender su naturaleza”. (Pozo y Gómez, 2006, p. 157)

Por tal razón la Teoría Cinético Molecular de la materia es necesaria al momento de fundamentar conceptos científicos que requieran de la explicación desde partículas a nivel microscópico. La Teoría Cinético Molecular afirma que la materia está formada por partículas, lo más elemental son los átomos que a la vez están formados por

electrones, protones y neutrones, que a la vez están formados por unidades más pequeñas aun.

Los átomos son pequeñísimas partículas que siempre están en movimiento e interactúan unas con otras determinadas por fuerzas de atracción y repulsión, también se caracterizan porque se pueden combinar entre ellas y existe un espacio entre ellas que se conoce con el nombre de vacío.

De esta manera la Teoría Cinético Molecular explica cómo están conformados los materiales y como es la dinámica en su interior. Para ello se tienen los siguientes postulados:

- La materia está constituida por partículas que pueden ser átomos ó moléculas cuyo tamaño y forma característicos permanecen en el estado sólido, líquido ó gas.
- Estas partículas están en continuo movimiento aleatorio. En los sólidos y líquidos los movimientos están limitados por las fuerzas cohesivas, las cuales hay que vencer para fundir un sólido ó evaporar un líquido.
- La energía depende de la temperatura. A mayor temperatura más movimiento y mayor energía cinética.

- Las colisiones entre partículas son elásticas. En una colisión la energía cinética de una partícula se transfiere a otra sin pérdidas de la energía global.

(<http://www.elergonomista.com/quimica/tcm.html>)

Tales ideas permiten explicar cómo los materiales se presentan en estados de agregación (sólido, líquido, gaseoso y plasma), los cuales cada uno posee propiedades y características propias como:

- En el estado sólido se considera que las moléculas están en contacto y las fuerzas atractivas llegan a ser muy importantes, presentan una distribución geométrica característica de las moléculas, las cuales solo tienen un movimiento de vibración en su posición.
- Los líquidos tienen las moléculas separadas por distancias muy pequeñas y las fuerzas atractivas entre ellas determinan las propiedades de los líquidos
- . Los gases no tienen forma ni volumen definidos. Los gases ocupan el volumen del recipiente que los contiene.
- El plasma es un estado parecido al gas pero ionizado, las partículas de las cuales está compuesta se han separado de algunos de sus electrones o de todos ellos, además se mueve a altas velocidades y se presenta a muy altas temperaturas.

Por tal razón, la teoría se encuentra alejada de la intuición inmediata de los estudiantes pues existen dificultades para utilizar y aceptar la teoría cinético molecular y las interpretaciones que se llevan a cabo en las propiedades o estados de la materia no son adecuadas, pues no toman en cuenta que las partículas están unidas entre si y que están separadas por un espacio vacío entre ellas, no existe una representación de algunos fenómenos porque el estudiante no los ve y no existe otra forma de representarla lo cual genera concepciones erróneas o alejadas de lo que en realidad sucede.

Otra de las dificultades para los estudiantes es que deben asimilar y tener claro que la materia como tal es discontinua y que siempre está formada por átomos, que pueden presentar diversos cambios para formar otras estructuras diferentes y más complejas y sus cambios se deben a las diversas interacciones entre sus partículas. Habitualmente se les generan problemas conceptuales porque asocian tales fenómenos a su vida cotidiana y muy pocos utilizan el modelo corpuscular cuando deben interpretar algún fenómeno físico o químico, por el contrario lo utilizan a nivel macroscópico que están mucho más cerca del mundo real.

Todos estos factores conllevan a la ausencia de respuestas desde un nivel submicroscópico o si por el contrario lo hacen, explican dicho fenómenos microscópicos desde un punto de vista macroscópico que no da cuenta de las interacciones entre partículas y cómo la temperatura y la presión influye en tales cambios. De esa manera

la Teoría Cinético Molecular puede ayudar a los estudiantes a que comprendan los cambios que se pueden presentar en los materiales en especial a los cambios de nivel físico, y para ello es importante que entiendan el mecanismo en términos de interacción entre las partículas.

Es mucho más fácil de hacerles entender a los estudiantes una reacción química o una solución entre dos sustancias que un cambio de estado de la materia, muchas veces porque se presenta con un solo tipo de partículas y existen factores como la temperatura, el movimiento, la presión que determinan los cambios de estado y son los responsables de tales interacciones entre partículas.

Por otra parte los cambios de estado son percibidos desde un nivel macroscópico en el cual no se consideran la presencia de partículas, las interacciones entre estas y algunas variables como calor y temperatura. Por ejemplo en “la sublimación implica adición de calor, presentándose un equilibrio entre el sólido y su vapor, y este se obtiene cuando el número de moléculas que se evaporan igualan a las que se solidifican a presión y temperatura determinada.” (Garcia, Aubad y Zapata. 1976)

En la evaporación por su parte se dan explicaciones desde lo percibido de manera macroscópica y no se considera que *se disminuya la energía del sistema puesto, lo cual hace que escapen las moléculas de mayor energía presentándose un cambio de estado*

líquido a fase gaseosa. Igualmente se identifica que el agua esta hirviendo pero no se reconoce que este proceso solo ocurre en la superficie del líquido y es en este lugar donde las partículas cargadas de energía pasan a la fase gaseosa y se conoce con el nombre de ebullición.

Por otra parte es fundamental establecer diferencias entre solidificación, “Si un liquido se enfría se alcanza una temperatura a la cual el liquido pasa al estado sólido, denominada temperatura de solidificación esto implica la extracción de calor a un líquido, mientras en la fusión “un sólido se calienta, sus moléculas aumentan de energía cinética y existe una temperatura a la cual el sólido pasa al estado liquido” (Garcia, Aubad y Zapata. 1976).

Otro de los errores más comunes se presenta con la condensación donde “Si se le disminuye la temperatura a un gas llegará a un punto en el cual pasa a estado líquido”, ya que se considera el paso de líquido a gaseoso pero no de gas a estado líquido.

4.2 Marco contextual:

Esta investigación monográfica se realizó en la Institución Félix María Restrepo Londoño, el colegio Nuestra Señora de las Mercedes y el Centro Educativo Rural

“Guamal”, en el municipio de Santa Bárbara; centros educativos donde laboran los autores de esta investigación.

4.2.1 Institución Félix María Restrepo Londoño:

Ubicada en la cabecera municipal de la Unión Antioquia, brinda a la comunidad los niveles de preescolar, Básica Primaria y Educación Media. En ella, se inicia este estudio con un grupo de cuarenta y dos estudiantes del grado cuarto de la Educación Básica Primaria, entre ellos diecisiete mujeres y veinticinco hombres. Un 75% de ellos tienen la edad de nueve años y el 25% restante oscila entre los diez y doce años. Estos alumnos, pertenecen en su mayoría a la clase media – baja. En la totalidad, los estudiantes viven con sus padres y en las familias por lo general es el padre quien trabaja, aunque se ha incrementado el número de madres cabeza de familia. También, las familias presentan un grado de escolaridad medio, dándose el caso de unos cuantos con estudios superiores. Es un grupo dinámico y participativo. La mayoría de los educandos manifiesta gusto por aprender cosas nuevas, lo cual, los lleva a preguntar y a explorar su medio, apoyando el gusto por las ciencias naturales y la aplicación de actividades experimentales.

4.2.2 Colegio Nuestra Señora De Las Mercedes:

Es una institución ubicada en el municipio de La Unión, es de carácter privado y brinda educación a niños y adolescentes de pre jardín a undécimo grado. El grado cuarto de esta institución, participante de este estudio, cuenta con 17 estudiantes, el 50% son hombres y el 50% restante son mujeres con edades que oscilan entre los 9 y 10 años. Los estudiantes son de clase media y alta. Los padres de familia poseen educación profesional en su mayoría y ejercen su profesión. Los niños son participativos y activos, además han desarrollado múltiples habilidades por las diferentes actividades que se realizan dentro de la institución, les gusta la experimentación, la actuación, el canto, la poesía, las salidas pedagógicas y todo lo relacionado con el arte.

4.2.3 CER Guamal:

Es una institución ubicada en el Municipio de Santa Bárbara que presta servicios educativos desde preescolar hasta el grado quinto de Básica Primaria bajo la modalidad de Escuela Nueva y para el año 2011 cuenta con 17 estudiantes. Para el desarrollo de la presente investigación se tomó como muestra al grado cuarto de Básica Primaria el cual está conformado por 3 estudiantes: 1 mujer y 2 hombres, los cuales viven con sus padres y pertenecen a familias de estratos 1 y 2; para su sustento los padres trabajan en fincas como mayordomos o jornaleros por días y en su mayoría solo tienen los estudios de básica primaria.

Tales estudiantes tienen edades que oscilan entre los 9 y los 11 años, en lo actitudinal dos de ellos demuestran interés por las Ciencias Naturales y el desarrollo de actividades prácticas, mientras uno de ellos es apático y con poca disposición para aprender y realizar las diferentes actividades.



CAPITULO V

DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 Investigación cualitativa:

La perspectiva investigativa del presente trabajo se sustenta desde la metodología cualitativa, ya que permite la comprensión de un contexto real donde son evaluados los sucesos en su desarrollo natural, teniendo en cuenta la descripción de información y la inducción analítica. Dado su carácter flexible, la profundidad de los datos suministrados, la riqueza interpretativa de los resultados, además de los múltiples detalles y experiencias que se aprecian y adquieren en su aplicación, que contribuye a un proceso investigativo que proporciona contextualizar ambientes como en este caso el ambiente escolar, rodeándolo de un entorno y de un conjunto de elementos que han sido combinados a fin de permitir que se obtenga una mejor comprensión del todo.

Para denotar la pertinencia de esta metodología se retoman planteamientos de algunos autores, tales como, Sandín Esteban (Albert, 2007, p. 147), para quien, la metodología cualitativa se orienta “a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y, también, hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos”, lo cual se hace pertinente en este trabajo, en las prácticas educativas,

sus escenarios y contextos, permitiendo un acercamiento más global y comprensivo de la realidad y de los procesos educativos que allí se realizan.

Grinnell (1997) y Creswell (1997) describen las investigaciones cualitativas como estudios que se conducen en ambientes naturales, donde los participantes se comportan como lo hacen en su vida cotidiana, donde las variables no se definen con el propósito de manipularse, ni de controlarse experimentalmente, además, en los que la recolección de datos está fuertemente influida por las experiencias y las prioridades de los participantes de la investigación, donde los significados se extraen de los datos y no necesitan reducirse a números, ni deben analizarse estadísticamente (aunque el conteo puede utilizarse en el análisis), posibilitando así, el entendimiento del contexto, la subjetividad y la construcción social que dan una perspectiva a la interpretación desde el análisis de la complejidad del pensamiento y del comportamiento humano, aclarándolos desde los contextos.

5.2 Estudio de caso:

El presente trabajo investigativo se encuentra enmarcado dentro del estudio de casos, el cual puede constituirse como un método para aprender respecto a una instancia compleja, en este caso el rastreo de modificaciones en los conceptos-en-acción y teoremas-en-acción de cada estudiante en la conceptualización de cambio físico,

específicamente cambio de estado, basado en un entendimiento comprensivo de dicha instancia como un todo y su contexto mediante datos o informaciones obtenidos por descripciones o análisis extensivos, lo cual se relaciona con la concepción del investigador Robert K. Yin (2003, p. 2) quien define el estudio de caso como un indagación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo dentro del contexto de la realidad social.

Así mismo, el estudio de caso, sustenta la elección de casos significativos y de interés para el planteamiento del problema, los cuales deben ser analizados desde diferentes perspectivas. La revisión de los casos es similar, se consideraran las mismas variables, aspectos e instrumentos para recolectar datos, que fueron tomados en cuenta en varios contextos escolares, pero con un solo propósito.

Yin (2003) establece una clasificación de estudios de caso, donde tiene en cuenta factores como el número de casos y la unidad de análisis, de acuerdo con este último, los subdivide en casos con unidad holística (todo el caso tomado como una sola unidad de análisis) y casos con unidades incrustadas (varias unidades de análisis dentro del caso). De estos, el estudio de caso pertinente en el contexto escolar para esta investigación es el de tipo holístico, porque permite revisar el caso de manera directa y profunda.

En lo que respecta al modo de estructurar la información y al proceso desarrollado en el proceso investigativo del tipo cualitativo, se hace necesario subrayar las alternativas propuestas por, Yin (2003) teniendo en cuenta el emplear una estructura lineal, esto es, iniciar con el tema estudiado, luego presentar una revisión de la literatura, posteriormente exponer el método usado, para finalmente señalar los hallazgos y las conclusiones e implicaciones de esos hallazgos. Conjuntamente, presentar la evidencia del estudio de caso en un orden temporal, de modo que la secuencia de los capítulos o secciones señalarían la fase inicial y última del estudio.

5.3 Sujetos participantes:

De los grupos de la Institución Educativa, del Centro Educativo Rural y del Colegio, centros de prácticas y lugares donde laboran los docentes investigadores, se seleccionaron dos estudiantes de cada grupo.

- la selección de los estudiantes, se hace atendiendo al desarrollo y sustentación de todas las actividades propuestas y al Interés y motivación de los estudiantes frente a la temática abordada en la investigación
- Son elegidos dos estudiantes diferentes por cada grado en cada una de las instituciones mencionadas, al azar.

5.4. Descripción instrumentos de recolección de información:

Recoger y organizar los datos es fundamental para sacar a la luz la información de los sujetos, además de su contexto, con dicha información podemos acercarnos y entender el comportamiento y la forma de proceder de los mismos.

5.4.1. Situaciones diagnósticas:

Como educadores se hace necesario construir y aplicar métodos y técnicas de conocimiento e indagación que permitan identificar los invariantes operatorios que el estudiante activa al enfrentarse a situaciones, los cuales posibilitarán el aprendizaje de nuevos conceptos facilitando la realización de rupturas o filiaciones con la nueva red de conceptos teórica o que por el contrario actuarán como obstáculos epistemológicos para la aprehensión de nuevas redes conceptuales; para ello se utiliza este instrumento, las situaciones problema, ya que por medio de la información que este entregó pudimos diagnosticar y planificar estrategias organizadas de acuerdo a las necesidades educativas Individuales y/o colectivas de los educandos y así optimizar el desempeño en el proceso educativo.

5.4.2 Observación Participante:

Durante la investigación cualitativa necesitamos sumergirnos dentro del contexto de la observación sin delimitarnos simplemente a ver, pues la observación implica todos los sentidos, teniendo en cuenta que lo que está a nuestro alrededor puede ser relevante y así, poder explorar y describir los diferentes contextos de la vida social, “comprender procesos, vinculaciones entre personas y sus situaciones y circunstancias además de los eventos a través del tiempo, los patrones que se desarrollan así como los contextos sociales y culturales en los cuales ocurren las experiencias humanas”(Jorgensen, 1989), además podemos identificar de forma clara problemas y generar hipótesis.

Para los registros de las observaciones se tuvo en cuenta la evaluación de cómo se desenvuelven los estudiantes en cada una de las diferentes escuelas, después de observar con profundidad el ambiente donde están inmersos, para así, determinar cuestiones en las cuales nos pudimos enfocar: condición como llegaban los educando al aula de clase, su actitud frente a las actividades propuestas, las estrategias que utilizaban para desarrollar las situaciones que enfrentan, así mismo, se realizó un seguimiento de habilidades y cualidades como el liderazgo, además de dificultades a partir de su identificación y manifestación durante la intervención.

De este modo se permitió el conocimiento, comparación e interacción entre los hábitos, deseos, vivencias y relaciones que se revelaron en los diferentes escenarios donde se desarrolló la investigación.

5.4.3 Diarios de campo:

El diario de campo es una herramienta que permitió a los docentes investigadores reflexionar acerca de su profesión. Los cuadernos de registro o diarios de campo se convirtieron en elementos importantes para considerar en la investigación, ya que estas herramientas sirvieron para sistematizar las prácticas de una forma rigurosa, cumpliendo con los intereses trazados al efectuarlo, además, que permitieron concebir procesos y etapas en el tiempo, gracias a registros organizados y coherentes a través de fases sucesivas y de secuencias. Se trató de hacer observaciones y consideraciones, buscando que las anotaciones tuvieran algo que ver y algo que decir en relación con el contexto universal de la investigación y con el conocimiento, teniéndose presente que la información tiene un carácter cambiante y está en transformación permanente.

5.4.4 Entrevistas:

Una entrevista es un dialogo en el que la persona (entrevistador), hace una serie de preguntas a otra persona (entrevistado), en este caso, la población muestra, con el fin de conocer mejor sus ideas, sus sentimientos, su forma de actuar, el porqué de sus devenires y otro datos relevantes para nuestra investigación.

Considerando la clasificación de los tipos de preguntas de Mertens (2005), pudo tomarse en cuenta la estructuración de entrevistas, con preguntas formuladas desde el *conocimiento* de cambio físico y los invariantes operatorios relacionados como partícula, propiedades de los materiales, estados de agregación y sus cambios; desde la *expresión de sentimientos* hacia las ciencias naturales y las actitudes frente actividades aplicadas; de *antecedentes* en su formación académica respecto a la temática trabajada

5.5 Proceso de análisis:

5.5.1 Momento Inicial:

Considerando que esta investigación parte del cuestionamiento: *¿Cuáles modificaciones se presentan en los conocimientos en acción de un grupo de estudiantes de grado cuarto de Educación Básica Primaria, en relación a cambio físico, cuando se enfrentan a situaciones problema que propicien la aplicación de dicho concepto?*, se estableció como objetivo general, analizar los conocimientos en acción activados por los educandos para enfrentarse a situaciones problema referidas a cambio físico. Por ello, se elaboró para la recolección de información, un cuestionario de ocho situaciones con tareas y problemas para responder de manera abierta, de modo que los datos suministrados de forma escrita permitieran identificar los invariantes operatorios que utilizaban los alumnos de cuarto grado, en el desempeño de las situaciones, comparándolos con los conceptos y relaciones involucrados en la teoría cinético molecular sustentando el cambio físico de los materiales, tomando en cuenta los conceptos de partícula, molécula, temperatura, calor, presión, estados de agregación y cambios de estado (cuadro 16); de esta manera, evidenciar representaciones y significados que le atribuyen al concepto, haciendo uso del lenguaje escrito y simbólico.

Este cuestionario de situaciones problema fue dado de manera impresa e individual a cada uno de los integrantes del grado cuarto donde se realiza la investigación y fueron desarrollados durante la jornada escolar en los espacios destinados para el área de Ciencias Naturales de forma paralela en las tres instituciones participantes.

De acuerdo a lo anterior, el diseño del cuestionario atendió a los siguientes aspectos:

Situación 1: Se indagó si los estudiantes consideraban la presencia de partículas y su desplazamiento cuando se perciben olores, tomando en cuenta el comportamiento de los gases.

Situación 2: se solicitó la explicación y la representación gráfica de lo que ocurre cuando se infla un globo, para recabar información sobre los invariantes operatorios con respecto a distribución de las partículas en estado gaseoso y cómo influye la presión en su comportamiento.

Situación 3, 4, 5, 6 y 7: Se partió de cinco fenómenos cotidianos relacionados con cambios de estado como el descongelar una paleta, la ebullición y evaporación del agua, la solidificación de la leche, y la condensación de las nubes, para buscar la aplicación de los conceptos de temperatura, calor y cambio estado, (fusión, ebullición,

evaporación, solidificación y condensación); además de revisar si establecen una diferencia entre un cambio físico y uno químico.

Situación 8: Tomando en cuenta la cocción en una olla a presión, se pregunto asuntos relacionados con temperatura, calor y presión, y el comportamiento de los gases.

Posterior a la aplicación de este cuestionario, se seleccionaron seis estudiantes de manera aleatoria de aquellos que resolvieron la totalidad de las diferentes situaciones.

Se prosiguió con una lectura minuciosa de las respuestas dadas por los estudiantes, de las cuales emergieron las categorías de análisis y su respectiva codificación (cuadro 2). A partir de esta categorización se realizó una clasificación de las situaciones planteadas de acuerdo a las tres categorías.

Posteriormente se hizo una relectura a las respuestas obtenidas en los cuestionarios para la identificación y sistematización de los conceptos en acción y teoremas en acción empleados por los educandos para resolver las situaciones, analizando en éstas semejanzas y diferencias existentes entre los segmentos del discurso.

El procedimiento a seguir luego de la categorización de la información del cuestionario inicial fue la elaboración y grabación de una entrevista individual abierta semiestructurada, donde se indagó por conceptos que no quedaron claros como: calor, olor, presencia y representación de partículas. Además de esta se complementó con videos y observaciones registradas en el diario de campo durante la aplicación de la prueba.

5.5.2 Momento Final

Para el análisis del momento final se tomó en cuenta un objetivo específico de la investigación, con el cual se da Valoración a las modificaciones en el proceso de conceptualización, mediante el análisis de las rupturas y filiaciones entre los invariantes operatorios de los estudiantes y el dominio conceptual, tomando como base los planteamientos de la teoría cinético molecular de la materia, la conceptualización de cambio, el reconocimiento de los estados de agregación y sus cambios. Para ello, se hace necesario analizar los invariantes operatorios de los estudiantes cuando se enfrentan a situaciones problema que conlleven a la aplicación de conceptos y teoremas referentes al concepto trabajado, por tal motivo, se plantea la aplicación de una serie de situaciones que evidencien lo oportuno de la elección de éstas, el proceso de la zona de desarrollo proximal, y por ende, la intervención docente basada en las filiaciones y rupturas identificadas.

De acuerdo a lo anterior, el diseño de cada una de las ocho situaciones del cuestionario final atendió a los siguientes aspectos:

Situación 1: Se buscó identificar los invariantes operatorios que se activan para explicar fenómenos que tienen relación con partículas y su asociación a los estados de agregación. Además de la representación gráfica de la distribución de las partículas en cada uno de los estados.

Situación 2: Con esta se pretendió analizar cómo los estudiantes leen la distribución gráfica de partículas y la asociación a un estado de agregación reconociendo sus características propias.

Situación 3: Tuvo como fin conocer los argumentos dados por el estudiante al momento de enfrentarse a planteamientos incorrectos donde deben justificar desde el dominio conceptual de la teoría corpuscular de la materia apuntando a sus postulados principales.

Situación 4: Trató de indagar cómo los estudiantes emplean el concepto de calor y su incidencia sobre el comportamiento de las partículas al momento de presentarse un

cambio de estado y la representación submicroscópica de las partículas en el momento inicial y final tomando en cuenta la variable de calor.

Situación 5: Se buscó hacer una ruptura en el concepto de *calor presentado por los estudiantes*, el cual, los alumnos limitaban exclusivamente a la energía solar, dando en esta situación otra fuente de calor y su incidencia en el aumento de la temperatura, además de evidenciar el comportamiento de los gases desde su representación gráfica.

Situación 6: Esta situación permitió identificar como los estudiantes explican un cambio de estado desde la variación de calor y temperatura, igualmente como representa la interacción entre estas durante un cambio de estado.

Situación 7: Esta situación se planificó con el objetivo de indagar en los estudiantes sobre cómo la presión se da en los diferentes estados de agregación dependiendo de las propiedades y distribución de las partículas.

Situación 8: Se diseñó con el fin de identificar la relación que establecen los estudiantes entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas lo que les permitió explicar los cambios de estado.

En general las ocho situaciones planteadas tuvieron como finalidad identificar los invariantes operatorios referentes a partículas, estados de agregación, cambios de estado, temperatura, calor y presión (cuadro 17). Lo anterior permitió comparar el momento uno con el momento dos, además de identificar los cambios que se dieron en el concepto de cambio físico específicamente relacionado con el cambio de estado de agregación o de fase detectando las rupturas y filiaciones presentes durante la intervención.

Como soporte de este instrumento se emplearon otros registros, tales como:

- la **observación participante**, donde se retomó información de las intervenciones didácticas, en las cuales los estudiantes participaban de la propuesta y de sus condiciones de aplicación, para lo que se realizaron grabaciones de audio y video de algunas clases, además del seguimiento de las evidencias escritas en los cuadernos de dichos estudiantes.
- **El diario pedagógico**, como el instrumento de navegación para sistematizar lo que es susceptible de ser registrado en la investigación, haciendo uso de la reflexión cotidiana sobre la enseñanza y el aprendizaje del concepto de cambio físico.

- **las entrevistas** empleadas después de la aplicación de la intervención didáctica (anexos 1 y 2), para complementar las respuestas de las distintas situaciones, favoreciendo el reconocimiento de los invariantes operatorios y para conocer las opiniones de los estudiantes E1 y E2 sobre el trabajo realizado.



CAPITULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 Análisis de la información momento inicial:

El análisis de las respuestas, según categorías definidas, pone de manifiesto las dificultades conceptuales, en relación con los conceptos de partícula, cambio, estados de agregación, presión, temperatura y cambios de estado. Asimismo, se muestra una ausencia en la interpretación de los cambios de estado y su dependencia de la presión y temperatura. Tampoco aparecen indicadores que muestren reconocimiento de la presencia de partículas en los materiales, por ende sus distribuciones o asociaciones.

Tabla 1. Conocimientos en acción de E1 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|--|---|--|---|
| E1 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Olfato • Aroma • Olor fuerte | <ul style="list-style-type: none"> • “El perfume con su aroma u olor tan fuerte se puede oler” |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> • Aire | <ul style="list-style-type: none"> • se va acumulando el aire • cuando uno sopla se llena el globo y así se va inflando |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. | S3 | <ul style="list-style-type: none"> • Calor • Ablandar • Derretir | <ul style="list-style-type: none"> • El calor ablanda las cremas y se derriten • Los materiales cuando se meten al congelador algo les sucede por el frío • por tanto hielo el jugo se transforma en un helado |
| | | A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. | S4 | <ul style="list-style-type: none"> • Viento. |
| | B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S5 | <ul style="list-style-type: none"> • Hervir • Calor • Frío | <ul style="list-style-type: none"> • El agua fría con el calor del fogón se convierte en agua hirviendo |
| | | S6 | <ul style="list-style-type: none"> • transforman • frío | <ul style="list-style-type: none"> • la leche se transforma en paleta por el congelador • se vuelve paleta por el recipiente y el frío |
| | | S7 | <ul style="list-style-type: none"> • frío • sol • transformación | <ul style="list-style-type: none"> • Las nubes de un día soleado se transforma en nubes de lluvia por el frío |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado | S8 | <ul style="list-style-type: none"> • ciclo del agua • evaporación • sol | <ul style="list-style-type: none"> • se refiere como un ciclo del agua por que la olla va evaporando como ocurre en el agua cuando hace contacto con el sol |

En las respuestas del estudiante E1 ante las situaciones 1 y 2, presenta un invariante operatorio relacionado al aspecto biológico de la percepción de olores, sin contemplar

la razón de este hecho, no identifica la presencia de gases y sus características, pues las moléculas de los gases presentan un movimiento que permite la difusión rápida de las partículas. Respecto a la representación del aire dentro de un globo, manifiesta solo su color, el cual es “blanco, transparente” (evidenciado en el anexo, entrevista 1 numeral 8), de esta forma se da una contradicción al mencionar ambas características y no realiza una representación simbólica de la presencia de partículas en los gases y como éstas al chocar con el recipiente que las contienen generan una presión que va permitiendo la extensión del globo.

Atendiendo a la categoría 2 sobre la utilización de las variables de temperatura y calor para explicar los cambios de estado, evidenciada dentro de las situaciones 3, 4, 5, 6 y 7, se puede afirmar que E1 emplea los conceptos de calor y frío para explicar los cambios de estados planteados, ambos generados por una fuente como el sol y la nevera (justificado en los numerales 12 y 14 del anexo (entrevista #1), respectivamente, percibiéndose los fenómenos como manifestaciones macroscópicas que generan un cambio sin explicar su implicación submicroscópica, con el incremento de la energía cinética o con la extracción de calor de las moléculas, lo cual generaría un cambio en su distribución, movimiento y fuerzas de atracción entre las mismas. Esto lleva a la consideración de conceptos en acción como congelación y ablandamiento para explicar los fenómenos, asimismo de la palabra hervir, que se sustenta por el aumento de calor.

Se infiere un manejo implícito de un proceso con un elemento inicial y otro final, en este caso, de materiales en un estado de agregación que presentan una “transformación”,

dándose ausencia de la variable temperatura para sustentar los cambios de estado, como aquella propiedad de los cuerpos que nos da idea de la energía cinética promedio que poseen las moléculas. Para mencionar los cambios de estado generados, solo se habla de evaporación y de hervir, como manifestaciones generadas por el calor, sin establecer una diferencia entre estos procesos. Los demás procesos que se dan no son puestos en escena de manera explícita, evidenciando el alejamiento de los conceptos de solidificación, fusión, evaporación y condensación desde un nivel submicroscópico.

En la situación 8, E1, emplea una respuesta distante de la relación entre la presión, la temperatura y el calor con el movimiento de las partículas, haciendo una analogía con el Ciclo del Agua, simplemente se podría rescatar la noción de evaporación que pone en juego.

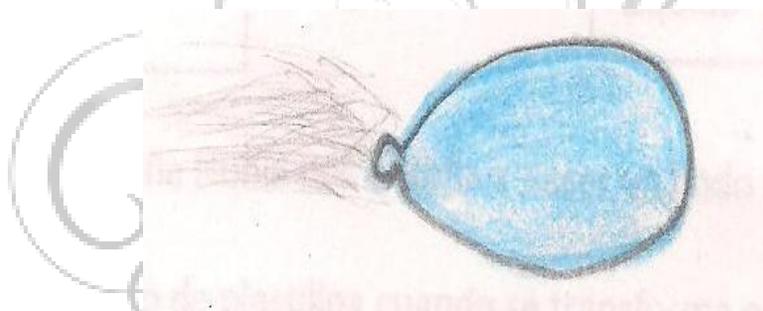
Tabla 2. Conocimientos en acción de E2 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|---|---|-----------|--|--|
| E2 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | S1 | ✓ extravagante | ✓ “lo olio desde lejos por extravagante porque era muy fuerte y huele rico” |
| | | S2 | ✓ Aire | ✓ El globo se infla por el aire que contiene la boca |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | ✓ Congelado ✓ Derretir | ✓ Por ser congelados se derriten con el sol ✓ No pasa nada como un hielo que tu pones al sol y se derrite (los materiales no cambian) |
| | | S4 | ✓ Calor ✓ Gaseoso | ✓ El secador tiene calor ✓ Tiene estado gaseoso ✓ El agua se seco |
| | | S5 | ✓ Calor ✓ Humo ✓ Burbujas | ✓ Por el calor de la olla se va echando humo y burbujas |
| | | S6 | ✓ congelador ✓ frío ✓ endurecer | ✓ al ponerlo en un recipiente y meterlo al congelador donde hace tanto frío, la leche se va endureciendo |
| | | S7 | ✓ Frío ✓ Invierno | ✓ cuando hace tanto frío vienen las lluvias repletas de agua |
| | | S8 | ✓ aire | ✓ dentro de la olla ocurre que con su aire por dentro puede cocinarse más rápido con tapa que sin tapa y una olla normal |
| C3: Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S8 | ✓ aire | ✓ dentro de la olla ocurre que con su aire por dentro puede cocinarse más rápido con tapa que sin tapa y una olla normal | |

El estudiante E2 en las situaciones iniciales, expresa conceptos que demuestran el desconocimiento de la presencia de partículas en los materiales, justifica este fenómeno

por lo “extravagante” del perfume como aquello “que huele mucho” y lo fuerte “porque tiene mucha sustancia de olor” (ver anexo: entrevista #2) sin contemplar la razón de este hecho a nivel submicroscópico, no identificando la presencia y comportamiento de los gases. Con respecto de la representación del aire dentro de un globo, evidencia solo su color, al momento de preguntarle, expresa que el “gas no tiene color” y elige darle un color azul al aire, de esta manera se da una confusión, ya que no tendría en cuenta al aire como un gas y no genera una representación simbólica de la presencia de partículas en los gases.

Imagen 1



Revisando las situaciones de C2 donde se hace la utilización de las variables de temperatura y calor para explicar los cambios de estado, se puede mencionar que E2 se vale de los conceptos de frío y calor para exponer los cambios de estados, el concepto de calor definido como “la luz que da el sol”(numeral 26), se manifiesta el manejo de cambio para explicar los fenómenos desde lo macroscópico, esto hace que pronuncie términos referidos a procesos como derretir y congelar, considerando estos como “derretir es cambiar la paleta estaba dura, entonces cambia de estado sólido, a

líquido por el calor, se derriten por el aire gaseoso y por el sol”(numeral 8 del anexo #2) y congelar “es por el frío...en la nevera cambia de líquido a sólido por el frío” .Con todo esto puede decirse que hay un reconocimiento de los estados de agregación, se percibe cambio entre ellos donde interfiere el calor y la temperatura como “poner calor”.

Para la situación 8, E2, utiliza una respuesta aislada de la relación entre la presión, la temperatura y el calor con el movimiento de las partículas, solo menciona “en la olla a presión, se echa humo. Dentro de la olla hay calor vapor y hierven las cosas” (Anexo 2: numeral 32 y 38) se podría rescatar la noción de hervir que pone de manifiesto, sin tener en cuenta que el calor es energía y por tanto las partículas del aire que están dentro de la olla ocupan más espacio y se mueven más de prisa.

Tabla 3. Conocimientos en acción de E3 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|---|--|
| E3 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas. | S1 | ✓ Olor ✓ Olfato | ✓ Olió el perfume ✓ Tenemos olfato |
| | | S2 | ✓ Aire | ✓ El aire agranda la bomba |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | ✓ Descongelar | ✓ Necesitan estar en la nevera para que no se descongelen |
| | | S4 | ✓ Secar ✓ Aire libre. ✓ Caliente ✓ Frío. | ✓ Se seca y se demora mas al aire libre que esta frio y el del secador está caliente |
| | | S5 | ✓ Burbujas ✓ Calentar | ✓ Las burbujas indican que está por calentarse |
| | | S6 | ✓ Congelar | ✓ La leche se congela |
| | | S7 | ✓ Evaporación | ✓ Por medio de la evaporación el agua de las nubes vuelve a la normalidad |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S8 | ✓ Aire | ✓ Hay aire dentro de la olla |

Para la categoría C1, E3 presenta respuestas que hacen referencia a uno de los sentidos, como es el olfato, lo que evidencia un desconocimiento de que los materiales están formados por partículas que presentan movimiento continuo y en interacción, además que entre ellas puede existir un vacío. Por otra parte no hay una representación de las partículas y la forma como estas se desplazan, además no logra identificar que

los gases ocupan el volumen del recipiente que los contiene y por su movimiento chocan contra las paredes de éste, ejerciendo una presión.

En la C2 se da una ausencia total del concepto de temperatura, de la identificación de los estados de agregación y por ende de su comportamiento submicroscópico; explica los fenómenos desde experiencias relacionadas con frío y calor como descongelar, congelar, calentar y secar, mas no toma en cuenta que el calor fluye de un cuerpo que posee mayor a otro de menor temperatura y como ésta determina los cambios de estado.

Relacionado con la situación 8, E3, identifica que dentro de la olla existe aire, pero tiene dificultades en reconocer que con el aumento de la temperatura las partículas que están dentro de la olla, se mueven más rápido, y al mismo tiempo ocupan mayor espacio. Además, que la presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares y ésta entra a un equilibrio con la fase líquida del agua.

Tabla 4. Conocimientos en acción de E4 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|---|--|
| E4 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Olfato ✓ Olor ✓ Concentrado | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El olor estaba muy concentrado ✓ El olfato puede oler diferentes olores |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aire | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuando se infla un globo se invierte el aire |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Descongelar ✓ Frio ✓ Derretir | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Necesitan estar en algo frio para que no se derritan y por eso se descongelan |
| | | S4 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaporación ✓ Calor ✓ Secar ✓ Aire | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El agua evapora con el calor del secador, por eso se seca más ligero que al aire libre |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fuego ✓ Evaporación | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El agua está en fuego y empieza a evaporar |
| | | S6 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Congelar ✓ Frio | <ul style="list-style-type: none"> ✓ La leche se congela en algo frio |
| | | S7 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Caer ✓ Frio | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Las nubes se juntan y se chocan y el agua cae al suelo, haciendo mucho frio. |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S8 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Calor ✓ Conservación | <ul style="list-style-type: none"> ✓ La olla como está tapada conserva calor y por eso es que se cocinan |

Teniendo en cuenta las respuestas dadas por E4 a las situaciones 1 y 2, y a la entrevista, se encontró que sus conceptos en acción están referenciados desde el olfato y el aire para explicar la forma como se comportan los gases. Así mismo se evidencia

que no existe una representación de las partículas al momento de graficar el aire dentro del globo.

Para la C2 se hallan respuestas donde no se menciona ningún estado de agregación, ni sus características submicroscópicas, solo hace alusión al cambio de estado de evaporación como consecuencia del calor desde un punto de vista macroscópico. Igualmente relaciona el frío con la congelación de un líquido teniendo una idea implícita del fenómeno de solidificación donde hay una disminución en la temperatura de un líquido.

En la situación 8 toma el calor como punto de partida para explicar el fenómeno presente dentro de la olla a presión, reconociendo que al estar tapada “conserva calor” y facilita que los alimentos se cocinen, pero no identifica las relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas.

Tabla 5. Conocimientos en acción de E5 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|----------------------------|---|
| E5 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas. | S1 | ✓ Aire ✓ Olor | ✓ El aire lleva la loción. ✓ Tiene olor. |
| | | S2 | ✓ Aire | ✓ El aire infla el globo. |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | ✓ Calor ✓ Derretir | ✓ El calor hace que de derrita. ✓ El material queda lo mismo. |
| | | S4 | ✓ Calor | ✓ El secador hace secar el agua. ✓ El agua se seca. |
| | | S5 | ✓ Hervir | ✓ Las burbujas significan que el agua esta hirviendo. ✓ Porque se puso a fuego alto. |
| | | S6 | ✓ Frio ✓ Endurecer. | ✓ El frio la hizo endurecer. ✓ Se hizo hielo. |
| | | S7 | ✓ Gaseoso ✓ Evaporación | ✓ Las nubes son gaseosas. ✓ La lluvia cae por los ríos y se evapora para las nubes. |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S8 | ✓ Calor | ✓ Le da más calor. |

En las explicaciones dadas por E1 no se observan invariantes operatorios relacionados con los conceptos y relaciones teóricos para C1, ya que no concibe la idea de partículas ni realiza su representación gráfica, además no considera que estas presenten

movimiento lo cual facilita el esparcimiento de los olores. Da explicaciones desde el aire y el olor de las sustancias, mas no hay claridad sobre como ocurre tal fenómeno.

Las respuestas dadas para la C2 no coinciden con ningún concepto o teorema en acción necesario para poder resolver las situaciones, están argumentadas desde situaciones cotidianas con los conceptos de calor y frío los cuales permiten “evaporar, derretir, hervir y endurecer” haciendo alusión de manera implícita a los cambios de estado. Se denota la identificación del estado de agregación gaseoso propio de las nubes desde un nivel macroscópico.

En los teoremas en acción expuestos en la C3 no se demuestra la idea de presión y su relación con temperatura y calor, tampoco identifica el efecto de la presión sobre las partículas.

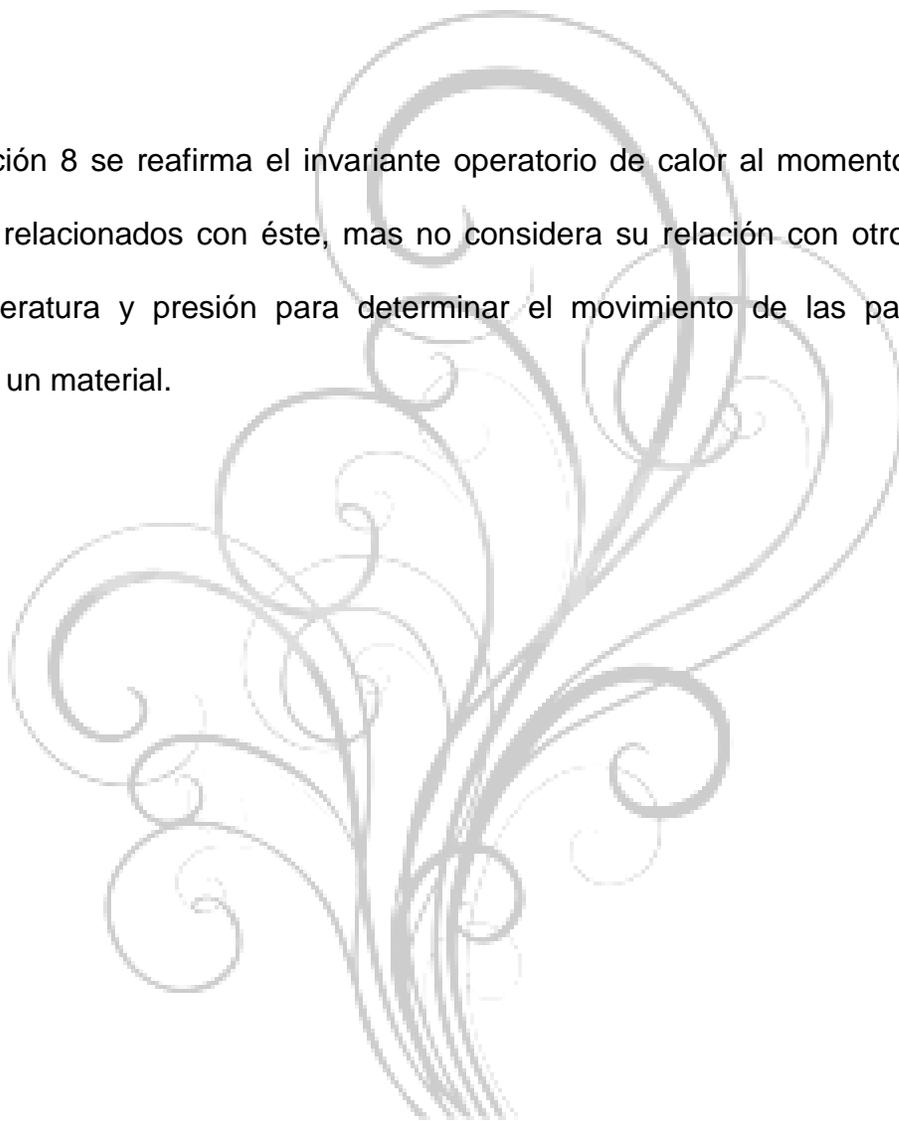
Tabla 6. Conocimientos en acción de E6 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|---------------------------------|---|
| E6 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas. | S1 | ✓ Aire ✓ Cantidad | ✓ El perfume se va por el aire. |
| | | S2 | ✓ Aire | ✓ El globo se engrandece por el aire. |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | ✓ Frio ✓ Calor ✓ Derretir | ✓ El calor derrite lo frio. ✓ El material queda líquido. |
| | | S4 | ✓ Calor | ✓ El calor hace secar el agua. ✓ El secador es de calor. |
| | | S5 | ✓ Caliente | ✓ Las burbujas indican que el agua está caliente. |
| | | S6 | ✓ Frio | ✓ Se debe al frio. ✓ Se volvió hielo. |
| | | S7 | ✓ Acumulación ✓ Llover | ✓ Las nubes acumulan agua para que pueda llover. |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S8 | ✓ Calor | ✓ Cuando la olla está tapada tiene más calor. |

En relación a las situaciones 1 y 2, E6, responde a ellas con el concepto de aire donde este es el responsable de movilizar el perfume y aumentar de tamaño al globo, por lo tanto desconoce las características del estado gaseoso como lo es la difusión, lo que se percibe además al hacer la representación de la situación donde no se grafican las partículas

E6 al resolver las situaciones planteadas para la C2 emplea conceptos de calor, y frío para justificar los fenómenos físicos de secar y derretir, sin contemplar los estados de agregación y cambios de estado que estos pueden presentar. Manifestando de este modo una ruptura con el conocimiento científico necesario para resolver las situaciones.

En la situación 8 se reafirma el invariante operatorio de calor al momento de explicar fenómenos relacionados con éste, mas no considera su relación con otros conceptos como temperatura y presión para determinar el movimiento de las partículas y el volumen de un material.



6.2. Análisis de la información momento final

Tabla 7. Conocimientos en acción de E1 para cada situación

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|--|-----------|--|--|
| E1 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Gaseoso • Partículas • Separación • Juntas • Fuertes | <ul style="list-style-type: none"> • En los gases las partículas están mucho más separadas • Las partículas del agua son mas juntas • En la arena son las partículas mas juntas y mas fuertes • Hay una representación simbólica de la distribución de las partículas en cada estado de los materiales |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Líquido ✓ Partículas ✓ Repartidas ✓ Forma ✓ Movimiento | <ul style="list-style-type: none"> • El líquido tiene sus partículas repartidas sin forma definida • En los líquido hay movimiento |
| | | S3 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Partículas ✓ Movimiento ✓ Aire ✓ Atracción | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas siempre están moviéndose, en el agua se mueven mas y en los sólidos menos • Entre las partículas hay aire • En los líquidos las partículas casi no se atraen tan fuerte y en los sólidos son mucho más fuertes |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. | S4 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaporación ✓ Calor | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Este cambio se llama evaporación ✓ Por el calor se evaporan las antipolillas ✓ Hay una representación del estado inicial y del final |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cambio ✓ Evaporación ✓ Caliente ✓ Temperatura ✓ Partículas | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El cambio de estado es evaporación ✓ Hay algo muy caliente que sube la temperatura, las |

| | | | |
|---|----|--|--|
| B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | | ✓ Dispersan | partículas se dispersan y se evapora ✓ Se da una representación de la sustancia, de forma submicroscópica en estado líquido y vapor |
| | S6 | ✓ Partículas ✓ Temperatura ✓ Frio ✓ Vapor ✓ Líquido | ✓ Las partículas chocan con el vidrio frio y baja la temperatura ✓ El vapor se vuelve líquido |
| C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S7 | ✓ Sólido ✓ Partículas ✓ Separadas ✓ Juntas ✓ Fuerza | ✓ El adobe sólido no se puede comprimir ✓ El aire se puede comprimir porque sus partículas están más separadas ✓ Las partículas pueden estar juntas o separadas y tienen fuerzas |
| | S8 | ✓ Líquido ✓ Sólido ✓ Vapor ✓ Solidificación ✓ Temperatura ✓ Calor | ✓ Se identifica los materiales con su estado ✓ Dentro hay temperatura alta y calor que ocurre de adentro hacia afuera |

Ante las situaciones 1 y 2, el estudiante E1, presenta nuevos invariantes operatorios en los que involucró conceptos relacionados con la teoría cinética molecular, tales como *partículas*, con el que establece relaciones con los conceptos de *junto* y *separado*, para explicar la distribución de éstas; lo cual determina las propiedades de cada uno de los estados de agregación. Así mismo, reconoce que las partículas presentan un movimiento y que éste es determinado en cada estado, al igual que las fuerzas que se dan entre las partículas, por lo que menciona “Las partículas siempre están moviéndose , en el agua se mueven mas y en los sólidos menos”, “En los líquidos las partículas casi no se atraen tan fuerte y en los sólidos son mucho más fuertes”; no logró establecer una

ruptura entre sus invariantes operatorios iniciales y el concepto de vacío, por tal razón considera que “entre las partículas hay aire”, estando relacionado con la apariencia perceptiva de los materiales y la noción de que la materia es continua.

Desde estas mismas situaciones puede agregarse a la categoría dos (C2), sobre la identificación de los estados de agregación desde la teoría cinético molecular, que se percibe igualmente la interpretación de fenómenos planteados a partir de las propiedades de los líquidos y con explicaciones desde las partículas, al expresar el teorema en acto “El líquido tiene sus partículas repartidas sin forma definida”, “el líquido está adaptado a la forma del recipiente”, “en los líquidos hay movimiento”; como al representarlo gráficamente. En las situaciones 4, 5 y 6, solo expresa “El cambio de estado es evaporación”, “por el calor se evaporan las antipolillas” donde menciona la variable de calor, con la que explica que “hay algo muy caliente que sube la temperatura, las partículas se dispersan y se evapora”- y además de ésta, alude a la variable de temperatura, las cuales relaciona, “las partículas chocan con el vidrio frío y baja la temperatura”, mostrando en sus invariantes operatorios un progreso parcial hacia la conceptualización referida a estos conceptos y relaciones.

En cuanto C3, E1, no logra identificar las relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas, pues solo persiste el concepto de calor y temperatura, “dentro hay temperatura alta y calor que ocurre de adentro hacia afuera.

Tabla 8. Conceptos en acción de E2 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|--|---|
| E2 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Gaseoso. • Sólido • Partículas • Fuerza de atracción. | <ul style="list-style-type: none"> • En el aire gaseoso nos podemos mover más porque las partículas tienen fuerza de atracción más débil. • El agua tiene partículas con atracción medianamente fuerte. • La arena es sólida y las partículas tienen una fuerza más fuerte. • Si hay representación de las partículas en cada material. |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> • Líquido. • Sólido. • Partículas. • Fuerza. | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas son un poco separadas en los líquidos porque la fuerza es medianamente fuerte. • Las partículas de los sólidos son juntas porque su fuerza es fuerte. |
| | | S3 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas. • Quieta. • Cambio. | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas en los sólidos no están quietas se mueven un poco. • Los cambios que percibimos no son iguales al de las partículas. |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización | S4 | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio. • Sólido. • Líquido. • Evapora. • Calor. | <ul style="list-style-type: none"> • El cambio de estado es de sólido a líquido. • Las antipollas se evaporan por el calor. • Hay representación de los estados y su movimiento. |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaporación • Superficie. • Líquido. | <ul style="list-style-type: none"> • El cambio de estado del ambientador es evaporación. • La evaporación ocurre en la superficie del |

| | | | |
|---|---|--|---|
| de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | | | líquido. |
| | S6 | <ul style="list-style-type: none"> • Vapor. • Partícula. • Chocar. • Temperatura. • Enfriamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Hay representación de los dos estados de agregación. • Las partículas chocan al frasco y la temperatura se enfría. • No hay representación del efecto de la temperatura sobre las partículas. |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S7 | <ul style="list-style-type: none"> • Comprimir. • Fuerza de atracción. |
| | S8 | <ul style="list-style-type: none"> • Líquido. • Sólido. • Gaseoso. • Solidificación. • Vapor. • Temperatura. | <ul style="list-style-type: none"> • En un volcán hay roca fundida, lava y vapor. • Por tantos estados las partículas aumentan la temperatura. |

En el cuestionario del momento final, E2 demuestra una serie de modificaciones en la conceptualización de relaciones teóricas tratadas, con unos invariantes operatorios diferentes a los iniciales, pues emplea conceptos como partícula, y reconoce una fuerza de atracción entre ellas, al expresar que “en el aire gaseoso nos podemos mover más porque las partículas tiene fuerza de atracción más débil”, “el agua tiene partículas con atracción medianamente fuerte” y “la arena es sólido y las partículas tienen una fuerza más fuerte”, entre el mismo concepto se justifica su distribución y su relación con las propiedades de los tres estados de agregación, así, “las partículas son un poco separadas en los líquidos porque la fuerza es medianamente fuerte”, “las partículas de los sólidos son juntas porque su fuerza es fuerte”. Además de lo anterior, E2, hace una

interpretación de que “los cambios que percibimos no son iguales al de las partículas”, pues a” ellas no les ocurre lo mismo que vemos, como el derretirse o congelarse”, según explica oralmente. Todos estos conceptos se evidencian en su representación gráfica, de acuerdo a las características submicroscópicas de los materiales, por lo cual en sus explicaciones usa el concepto de movimiento, que establece al hacer mención de que éste se da con una intensidad según el estado de agregación. Aun se da una ausencia de los conceptos de repulsión y vacío entre las partículas al enfrentarse a las situaciones.

En la segunda categoría puede subrayarse la ampliación de sus invariantes operatorios donde incluye conceptos en acción relacionados con los estados de agregación trabajados, sólido, líquido y gaseoso, además, que enuncia la palabra cambio, y lo expresa y grafica, con una relación entre un estado inicial y uno final, un antes y un después, aunque no nombrando el proceso, “el cambio de estado es de sólido a líquido”, (gráficos). Persiste el concepto de calor para explicar cambios, “las antipolillas estaban en verano sólidas y cuando llega el otoño las antipolillas se evaporan por el calor”, amplía la explicación con la proposición “la luz que da el sol” a darse el concepto expresado que es “el fenómeno generado por el sol, el cuerpo y la electricidad”. Se destaca el avance conceptual referente al concepto de evaporación desde el teorema teórico, en el cual, E2, emplea la forma predicativa, de que “la evaporación ocurre en la superficie del líquido” y complementa en su entrevista que “la ebullición se da dentro del líquido” (Anexo #2).

Atendiendo a las situaciones 7 y 8, las respuestas de E2, no hay un acercamiento con el conocimiento teórico sobre temperatura, pues en sus enunciados aun expresa que “la temperatura se enfría” y así mismo, no avanza en el concepto de presión para explicar los fenómenos y el comportamiento de las partículas, a partir de las relaciones de este concepto con el de calor y temperatura. El fenómeno de comprimir, es resuelto bajo el concepto de fuerza de atracción entre partículas, en cada estado de agregación y explicando con teoremas en acción, tales como que “el sólido da mayor dificultad por su fuerza de atracción fuerte...”, evidenciándose de esta manera las relaciones que establece entre los las partículas, su fuerza de atracción y los estados de agregación, en su forma predicativa, para explicar la compresión.

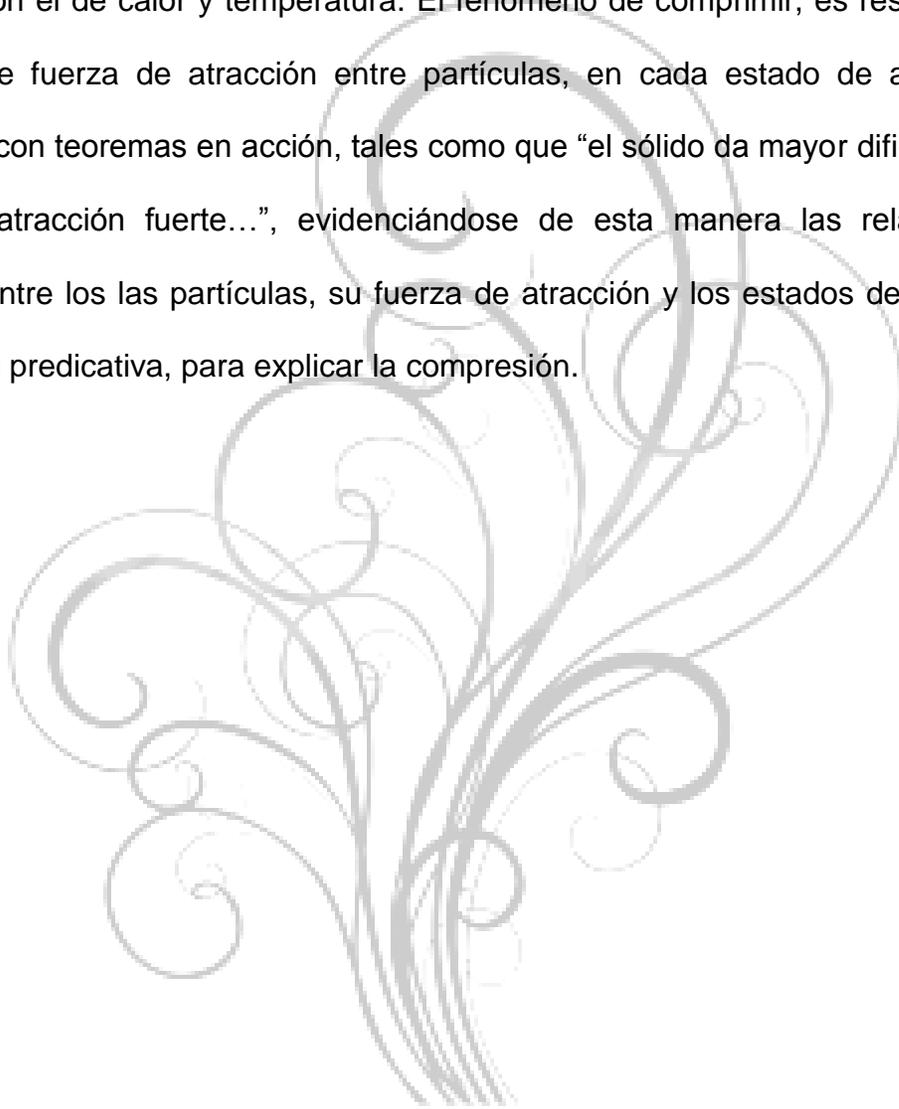


Tabla 9. Conocimientos en acción de E3 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|--|--|
| E3 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza • Pesada. • Quieta. | <ul style="list-style-type: none"> • En la arena las partículas son más pesadas y están quietas. • Hay representación de los materiales en los diferentes estados. |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> • Solido. • Líquido. • Separado. • Movilizar. • Pegadas. | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas en los líquidos se pueden movilizar porque están un poco separadas. • Las partículas en los sólidos no se pueden movilizar porque están muy pegadas. |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas. • Cambio. • Calor. • Frio. | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas están juntas. • Las partículas cambian cuando les ponemos calor o frio. |
| | | S4 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaporación • Calor. | <ul style="list-style-type: none"> • El calor de la ropa produce que se evapore. • No hay una representación del proceso de sublimación a nivel submicroscópico. |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> • Líquido. • Evaporar. • Partículas. • Dispersar. | <ul style="list-style-type: none"> • El líquido ha evaporado. • Las partículas se dispersan. • Hay una representación del estado gaseoso. |
| | | S6 | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio. • Calor. • Temperatura. | <ul style="list-style-type: none"> • Sucede un cambio porque había mucho calor. • Con el calor hubo un cambio de |

| | | | | |
|---|----|--|---|--------------|
| | | | | temperatura. |
| C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S7 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas. • Junto. • Pesado. • Separado. • Duro. | <ul style="list-style-type: none"> • El adobe tiene las partículas más juntas y pesadas. • El aire tiene las partículas mas separadas. • Algunos materiales tiene las partículas más duras y juntas. | |
| | S8 | <ul style="list-style-type: none"> • Líquido. • Sólido. • Gaseoso. • Caliente. • Movimiento. • Partículas. | <ul style="list-style-type: none"> • El líquido esta dentro del volcán cuando va a estallar. • Se calienta tanto por dentro que hay una gran explosión. • Las partículas se mueven muy ligero. | |

E3, en las situaciones 1 y 2, logra identificar fenómenos realizando una representación de los materiales en sus tres estados, es importante anotar que en el momento inicial se evidenciaba dificultades en la conceptualización de que los materiales están formados por partículas y que estas presentan movimiento continuo encontrándose en interacción. Revisando las respuestas se encuentra una filiación solo para el movimiento de las partículas en el estado líquido donde consideran que “las partículas en los líquidos se pueden movilizar porque están un poco separadas”. Sin embargo todavía presenta problemas en la conceptualización de la noción de vacío entre partículas, pues no se puede identificar conocimientos en acción sobre éste y se presentan dos conceptos que no corresponden con la teoría de las propiedades de los sólidos “en la arena las partículas son más pesadas y están quietas” y “las partículas en los sólidos no se pueden movilizar porque están muy pegadas”.

En la C2 hay una representación de los estados de agregación a nivel submicroscópico, además identifica que cuando se presenta un cambio de temperatura sea de alta a baja o viceversa, que para E3 se da por “calor o frío”, las partículas cambian, sin especificar el tipo de cambio al que hace alusión. Tampoco hay una representación del proceso de sublimación a nivel submicroscópico. Continúa con un invariante operatorio que hace referencia, a que en algunos materiales las partículas son pesadas y duras como en el caso del adobe.

En la C3 posee la idea del movimiento de partículas, pero no existe relación entre temperatura y presión para explicar el fenómeno, sin embargo asocia que el calor permite que haya estallido dentro del volcán

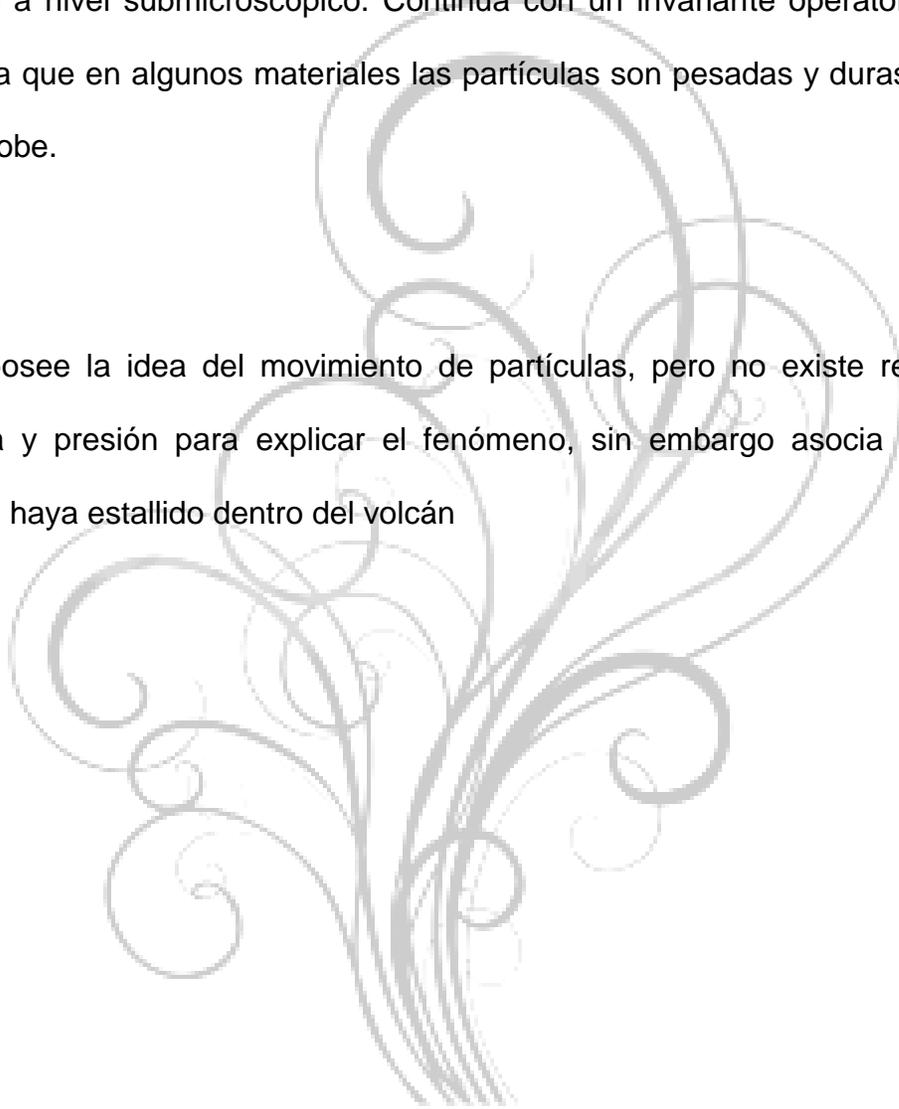


Tabla 10. Conceptos en acción de E4 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEORIAS EN ACCION |
|------|---|-----------|---|---|
| E4 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza. • Pesado. • Partícula. | <ul style="list-style-type: none"> • En el agua hay que hacer fuerza para empujar. • En la arena hay partículas pesadas. • Hay partículas del aire que no se sienten. |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> • Movimiento. • Separada. • Pegada. • Partícula. | <ul style="list-style-type: none"> • En la bolsa las partículas se pueden mover porque están más o menos separados. • En la caja no se mueven porque están muy pegadas. |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas. • Temperatura. • Cambio • Frio. • Congelar. • Calor. • Derretir. • Líquido. • Sólido. • Despegadas. • Juntas. • Separadas. | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas no se mueven en los sólidos. • Las partículas cambian cuando cambia la temperatura. • Cuando le ponemos frio al agua se congela. • Y cuando le ponemos calor se derrite. • En el hielo están más juntas y en el líquido mas separadas. |
| | | S4 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaporación. | <ul style="list-style-type: none"> • Ha ocurrido evaporación. |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> • Líquido. • Vapor. • Partículas. • Dispersas. | <ul style="list-style-type: none"> • Hubo cambio de líquido a vapor. • Las partículas se ponen dispersas. |
| | | S6 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas. • Traspasar. • Calor. • Temperatura. | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas traspasan el envase. • El calor permite que la temperatura cambie. |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S7 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas. • Junto. • Pesado. • Separado. • Movimiento. | <ul style="list-style-type: none"> • El aire tiene las partículas más separadas. • El adobe tiene las partículas más juntas. • Las partículas del agua se pueden mover más rápido. |
| | | S8 | <ul style="list-style-type: none"> • Gaseoso. • Solido. • Calor. • Vapor. | <ul style="list-style-type: none"> • Las nube son gaseosas y las rocas son solidas. • El calor hace explotar el volcán. • Del volcán sale ceniza y vapor. |

De E4 en las respuestas dadas para las situaciones, se identifica la representación de los estados de agregación, pero no concibe el movimiento entre las partículas, ya que las afirmaciones están sustentadas desde un nivel macroscópico según el estado en el que se encuentren, para lo cual dice que “en el agua hay que hacer fuerza para empujar, en la arena hay partículas pesadas y hay partículas del aire que no se sienten” lo cual deja claro que no hay ampliación en los invariantes operatorios donde incluya los conceptos de cohesión, repulsión y vacío propios de la teoría cinético molecular.

En la C2 al igual que en las respuestas dadas a las situaciones 1 y 2, solo logra explicar desde los conceptos de partículas, calor y estados de agregación; no logra explicar los cambios desde el concepto de temperatura y cambios de estado, empleando los mismos teoremas iniciales: “cuando le ponemos frío al agua se congela y cuando le ponemos calor se derrite” dejando ver una ruptura con la mayoría de los invariantes operatorios necesarios para resolver las situaciones problema.

En las situaciones 7 y 8 ocurre algo similar a las donde no se presentaron las filiaciones necesarias para los conceptos de temperatura, calor y presión para así poder explicar los fenómenos donde es necesario relacionar estos tres conceptos. Lo cual se ve claro en las respuestas obtenidas a la situación 8 “el calor hace explotar el volcán” y “del volcán sale ceniza y vapor”.

Tabla 11. Conceptos en acción de E5 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|---|-----------|---|---|
| E5 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Solido • Gaseoso • Juntas • Separadas | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas están juntas en los sólidos y en gaseosos están separadas |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> • Liquido • Solido • Desorganizada • Organizadas | <ul style="list-style-type: none"> • En los líquidos están desorganizadas y en sólido están organizadas |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | S3 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Juntas • Separadas • Libres • Movimiento • Calor | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas están juntas • Las partículas están siempre separadas y están libres • La partículas se mueven rápido • Las partículas con o sin un agente externo se mueven • Si hace mucho calor las partículas se separan |
| | | S4 | <ul style="list-style-type: none"> • Sublimación • Calor • Deshacer • Solido • Gaseoso • Aire | <ul style="list-style-type: none"> • Hay una representación del estado gaseoso y del sólido que explica el cambio de las antipolillas • El calor hizo que las antipolillas se deshicieran |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaporación • Gaseoso • Despachen | <ul style="list-style-type: none"> • El olor esta en gaseoso y en gaseoso se desparchen • Hay una representación del paso de estado liquido a gaseoso |
| | | S6 | <ul style="list-style-type: none"> • Fría • Temperatura • Partículas | <ul style="list-style-type: none"> • Estaba fría y la temperatura baja, se juntan las partículas |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S7 | <ul style="list-style-type: none"> • Sólido • Aire • Separadas • Juntas | <ul style="list-style-type: none"> • El adobe está en estado solido • El aire se puede comprimir • En gaseoso separada, en solido juntas y en liquido hay más o menos juntas |
| | | S8 | <ul style="list-style-type: none"> • Solido • Liquido • Gaseoso • Calor • Derrite • Partículas • Chocan • Movimiento • Temperatura | <ul style="list-style-type: none"> • La roca es solida, la lava liquida, las nubes y la ceniza gaseoso • La roca por el calor se derrite y después las partículas chocan y sale la lava y la ceniza • Las partículas se mueven y la temperatura esta alta |

E5 para resolver las situaciones 1 y 2 presenta nuevos conceptos en acción: partículas y estados de agregación, lo cual le permite asociar dichos estados a materiales y hacer conjeturas en cuanto a su conformación submicroscópica. Aun se detectan problemas en establecer relaciones con los conceptos de cohesión y repulsión, para ello se vale de conceptos como “juntas” y “separadas” para explicar los niveles de organización y de caracterización de los diferentes estados. Se puede observar un gran avance en los invariantes operatorios especialmente en la parte de partículas y la representación de estas en los diferentes estados, ya que en la prueba inicial estas no se percibían.

En la C2 se presentó un progreso con los conceptos y teoremas en acción relacionados con la identificación de los estados de agregación y la explicación de ciertos fenómenos tomando en cuenta los cambios de estado desde su representación submicroscópica, lo cual se refleja en el uso de la evaporación y sublimación al momento de explicar un cambio físico, además infieren que dicho cambio es causado por el calor como se nota en las siguientes afirmaciones “si hace mucho calor las partículas se separan” y “el calor hizo que las antipolillas se deshicieran”, esto denota un gran avance conceptual relacionado con el momento 1 donde no tenían tales conceptos para explicar las situaciones planteadas. Por otra parte se resalta el uso del concepto de temperatura en la S6 donde dice: “si la temperatura baja las partículas se juntan” para explicar la condensación, es preciso mencionar que este cambio de estado no se nombre en las afirmaciones dadas.

También continúa presentando dificultades con las relaciones conceptuales para esta categoría como lo son vacío, repulsión y cohesión, ya que al igual que en C1 se remiten a emplear los conceptos de juntas y separadas. Algo similar sucede con el concepto de movimiento el cual solo fue asociado a los estados líquido y gaseoso, y consideran las partículas del estado sólido como quietas.

E5 en las situaciones 7 y 8 presenta relaciones conceptuales con la mayoría de los invariantes operatorios propuestos para la C3 por lo cual identifica los estados de agregación y usa algunos conceptos como calor, temperatura y movimiento, como se ve en la siguiente afirmación: “la roca por el calor se derrite y después las partículas chocan y sale la lava y la ceniza”. Esto demuestra que ha mejorado la parte conceptual en comparación al momento 1 donde no usaba ningún concepto en la resolución de las situaciones planteadas donde solo respondió: “le da más calor”; algo parecido sucede con esta afirmación “las partículas se mueven y la temperatura esta alta” donde se observa una relación entre estos dos conceptos y como la velocidad en las partículas es afectada por el aumento de la temperatura. Por el contrario E5 presenta una ruptura con el concepto de presión el cual no se ve reflejado en ninguna de las respuestas.

Tabla 12. Conceptos en acción de E6 para cada situación.

| CASO | CATEGORIA | SITUACION | CONCEPTOS EN ACCION | TEOREMAS EN ACCION |
|------|--|-----------|---|--|
| E6 | C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia a partículas. | S1 | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Gaseosa • Separadas • Aire • Unidas | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas gaseosa esta mas separadas y el aire • Las partículas de liquido están un poco mas separada y en el sólido están más unidas • Se da una representación de los estados de agregación de los materiales |
| | | S2 | <ul style="list-style-type: none"> • Liquida • Separadas • Partículas • Unidas • Movimiento • Quietas | <ul style="list-style-type: none"> • En los líquidos las partículas están separadas y en los sólidos unidas • Liquido las partículas se mueven, están más separadas • En los sólidos las partículas se quedan quietas |
| | C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura | S3 | <ul style="list-style-type: none"> • Quietas • Movimiento • Cambio • Atracción | <ul style="list-style-type: none"> • Las partículas de los sólidos están quietas • Las partículas se mueven • ¿ • Las partículas se atraen |
| | | S4 | <ul style="list-style-type: none"> • Gaseoso • Calor • Movimiento partículas | <ul style="list-style-type: none"> • El calor hace mover las partículas • Las antipolillas están en las nubes • Se da una representación grafica de los estados de agregación de liquido y gas |
| | | S5 | <ul style="list-style-type: none"> • Evaporación • Dispersión • Partículas • Calor | <ul style="list-style-type: none"> • se dispersan las partículas por el calor • hay una presentación del paso de liquido a |

| | | | | |
|--|---|----|---|--|
| | y calor para explicar el cambio de estado | | | gas llamado evaporación |
| | | S6 | <ul style="list-style-type: none"> • liquido • frio • unen • partículas | <ul style="list-style-type: none"> • el liquido por el frio se unen las partículas • su representación se da con el estado de agregación de liquido y gas |
| | C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | S7 | <ul style="list-style-type: none"> • partículas unidas • aire • separadas | <ul style="list-style-type: none"> • El adobe las partículas están unidas • El aire las partículas están más separadas y se puede comprimir • En el sólido las partículas están unidas y es más difícil unirlas |
| | | S8 | <ul style="list-style-type: none"> • Solido • Liquido • Gaseoso • Calor • Derretir • Partículas • Movimiento | <ul style="list-style-type: none"> • La roca es solida, la lava liquida y las nubes están en gaseoso • La roca por el calor se derrite y las partículas se mueven más rápido • Las partículas se mueven más rápido por el calor |

En E6 hay una representación e identificación de los estados de agregación, además reconoce algunas características propias de cada uno de estos y las relaciona con diferentes materiales. Presenta dificultades para establecer relaciones entre los conceptos de vacío, cohesión y repulsión para los cuales expresa afirmaciones desde conceptos como “unidas”, “separadas” y afirma que “en los sólidos las partículas se quedan quietas” lo cual indica que hay falencias en la conceptualización de vacío y movimiento en sólidos. Comparado con el momento inicial emplea varios invariantes operatorios nuevos como calor, presencia de partículas y movimiento, necesarios para

dar respuesta a las situaciones planteadas, ya que solo usaba el concepto de “aire” para explicar los fenómenos relacionadas con las partículas y su movimiento.

Las respuestas dadas en la C2 dejan ver un avance en la conceptualización relacionada con calor, movimiento de partículas, estados de agregación, su representación y la identificación de los cambios de estado para explicar fenómenos físicos, aunque aún hay ciertas dificultades en cuando a sublimación y condensación ya que solo se limita a mencionar el proceso más no reconoce el cambio presente desde un nivel submicroscópico. Lo mismo ocurrió con el concepto de temperatura el cual mantiene los teoremas iniciales como se encuentra en la siguiente afirmación “el líquido por el frío se unen las partículas”, infiriendo que este concepto para E6 está relacionado con frío o calor.

E6 en las respuestas obtenidas para las situaciones 7 y 8 se encontraron relaciones conceptuales para los conceptos de calor, movimiento, presencia de partículas y relaciona el calor con el movimiento de las partículas como nota en este teorema: “las partículas se mueven más rápido por el calor”, aunque no se pudo llegar a la relación de estos conceptos con presión y temperatura muestra gran avance en los invariantes operatorios comparando con el momento inicial, en el cual no tomaba en cuenta las relaciones entre los conceptos necesarios, solo menciona que “ la olla está tapada tiene más calor” dejando ver que solo empleaba el concepto de calor para explicar fenómenos donde interfieren varias variables.

6.3 Puntos De Encuentro En Los Casos Analizados

6.3.1 Puntos de encuentro iniciales de los estudiantes.

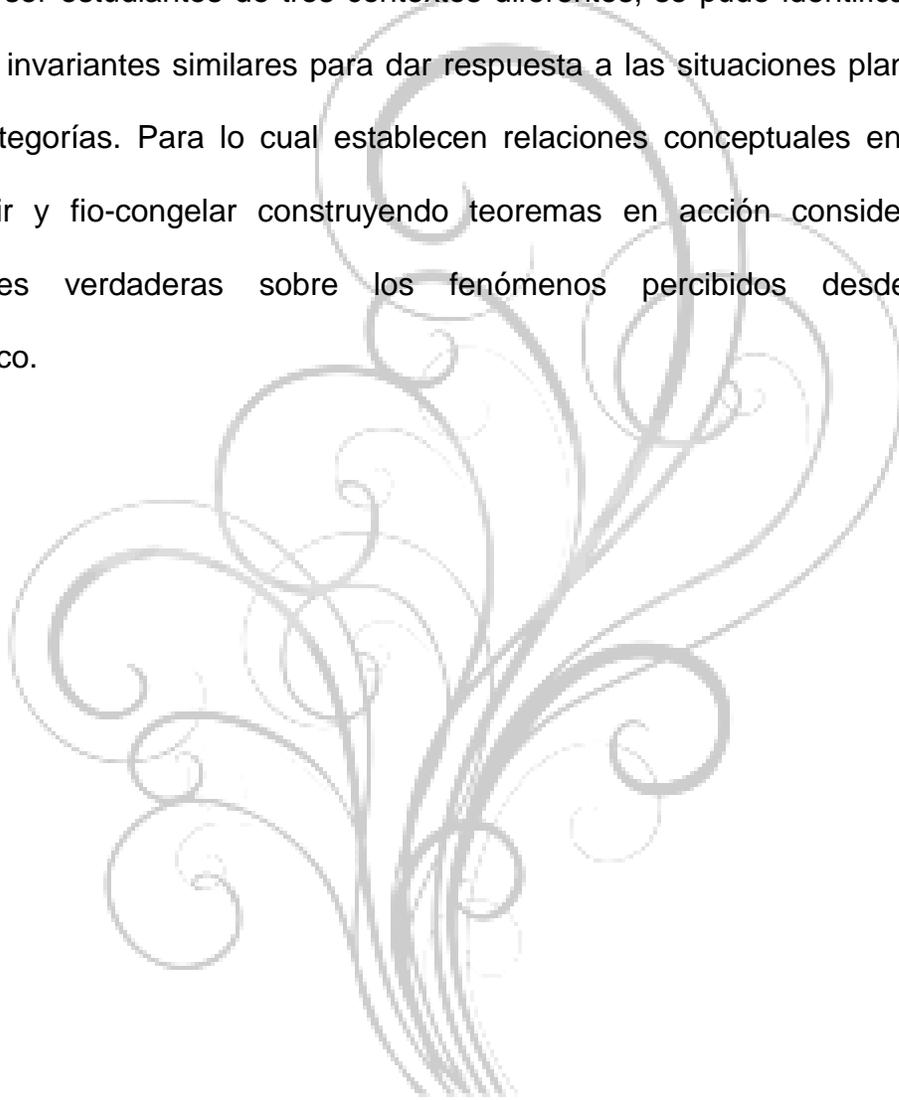
Tabla 13. Respuestas a las situaciones iniciales de los estudiantes

| CATEGORIA | CONCEPTOS | TEOREMAS | CASOS |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | Aire Olor Olfato | <ul style="list-style-type: none"> • Los perfumes se pueden oler. • El aire se lleva el perfume. • El aire hace que el globo se infle y aumente de tamaño. | E1 E2 E3 E4 E5 E6 |
| C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular. A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado. B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado | Calor Frio Derretir Congelar | <ul style="list-style-type: none"> • El calor hace derretir. • El calor hace secar el agua. • El frio hace congelar los líquidos. • El frio hace congelar. | E1 E2 E3 E4 E5 E6 |
| C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado. | Calor Aire | <ul style="list-style-type: none"> • Dentro de la olla hace más calor y por eso los alimentos se cocinan más rápido. • En el interior de la olla hay aire. | E2 E3 E4 E5 E6 |

El cambio conceptual de los estudiantes puede llevar mucho tiempo teniendo en cuenta la diferencia que se establece entre los invariantes operatorios y el conocimiento de la ciencia ya que sus concepciones previas contienen conceptos y teoremas en acción

que no corresponden a los teoremas y conceptos científicos, sin olvidar que estos pueden evolucionar hacia ellos.

A pesar de ser estudiantes de tres contextos diferentes, se pudo identificar que éstos, operan con invariantes similares para dar respuesta a las situaciones planteadas para las tres Categorías. Para lo cual establecen relaciones conceptuales entre aire-olor, calor-derretir y frío-congelar construyendo teoremas en acción considerados como proposiciones verdaderas sobre los fenómenos percibidos desde un nivel macroscópico.



6.3.2 Puntos de encuentro finales de los estudiantes.

Tabla 14. Respuestas de los estudiantes a las situaciones finales.

| CATEGORIA | CONCEPTOS EN ACCIÓN | TEOREMAS EN ACCIÓN | CASOS |
|--|---|--|----------------------------------|
| C1. Interpretación de fenómenos con explicaciones que hacen referencia partículas. | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Movimiento • Gaseoso • Líquido • Sólido • Cambio | <ul style="list-style-type: none"> • Los materiales están formados por partículas. • En los líquidos las partículas están separadas y tienen movimiento. • En los sólidos las partículas están juntas y no se mueven. • En el estado gaseoso las partículas están muy separados por lo cual se pueden mover más. • Las partículas cambian por el calor o el frío. | E1 E2 E3 E4 E5 E6 |
| <p>C2. Identificación del estado de agregación desde la teoría cinética molecular.</p> <p>A. Utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado.</p> <p>B. No utilización de las variables de temperatura y calor para explicar el cambio de estado</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Movimiento • Líquido • Sólido • Gaseoso • Calor • Temperatura • Evaporación • Cambio • Frío | <ul style="list-style-type: none"> • Los materiales están formados por partículas. • Los sólidos, líquidos y gaseosos tienen diferentes características en cuanto a movimiento y conformación. • El calor hace que los materiales cambien. • La temperatura puede ser frío o calor. • Por el calor sube la temperatura lo que hace que las partículas se dispersen y se evaporen. | E1 E2 E3 E4 E5 E6 |

| | | | |
|--|--|---|---------------------------------------|
| <p>C3. Identificación de relaciones entre presión, temperatura y calor con el movimiento de partículas y cambio de estado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Calor • Temperatura • Movimiento • Líquido • Sólido • Gaseoso | <ul style="list-style-type: none"> • Las rocas se derriten por el calor. • Las partículas se mueven más ligero por el calor. • En el interior del volcán hay una temperatura alta y calor. | <p>E1 E3 E4 E5 E6</p> |
|--|--|---|---------------------------------------|

La construcción de un concepto científico, como es el caso de cambio físico, requiere establecer relaciones entre diferentes conceptos y teoremas como por ejemplo: calor, temperatura, estados de agregación, cambios de estado, entre otros. En el caso de los estudiantes tomados para la investigación se pudo identificar diferentes filiaciones con el concepto de cambio físico desde concepciones más cercanas a las de la ciencia y el uso de nuevos conceptos y teoremas.

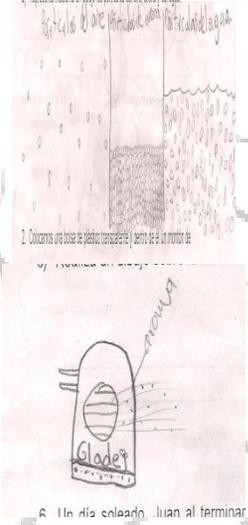
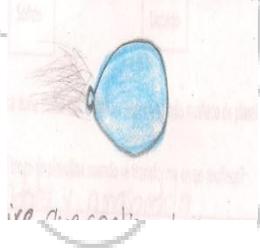
En el caso de la C1 en la cual se daban explicaciones desde el aire y los olores se da una modificación importante hacia la explicación con conceptos como presencia de partículas, estados de agregación y movimiento e igual ocurre con nuevos teoremas en acción los cuales dan cuenta del fenómeno a explicar desde nociones más cercanas a las propuestas por la disciplina científica. Los casos E1, E2, E3, E4, E5 y E6 mostraron avances significativos en los invariantes operatorios, igualmente presentan similitudes en estos.

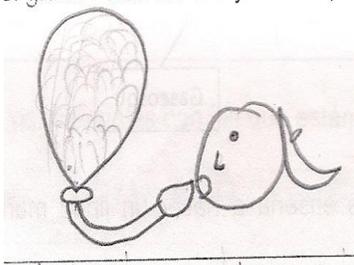
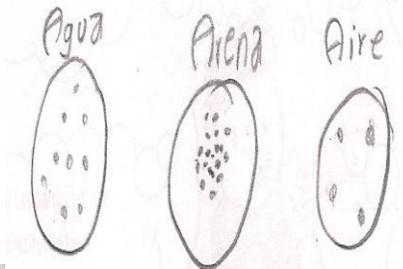
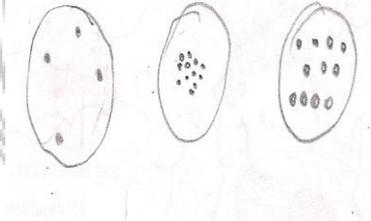
En la C2 se observa un progreso similar en todos, por lo cual emplean varios conceptos en acción en común, como es el caso de partículas, estados de agregación, calor, temperatura y evaporación; solo que sus teoremas presentan algunas diferencias en cuanto a la manera como usan los conceptos. En este caso E1, E2, E3, E4, E5 y E6 dejan ver un progreso conceptual en la medida que identifican las variables de un cambio. Por otra parte continúan empleando los conceptos de calor y frío para explicar el efecto de la temperatura.

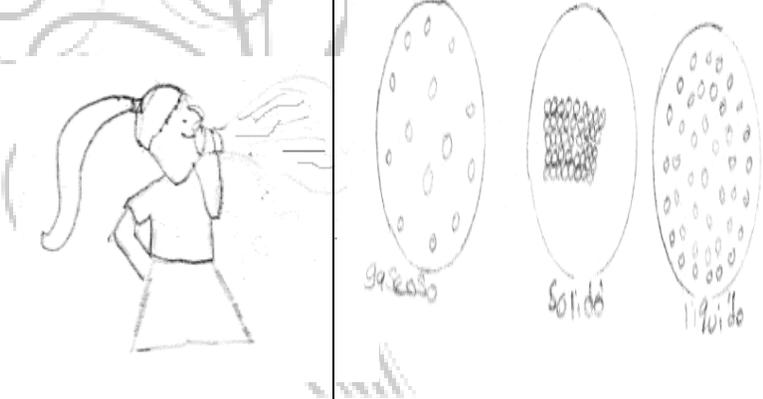
En las respuestas a las situaciones finales que presentan mayor complejidad, los estudiantes participantes incorporaron nuevos conceptos y teoremas en acción en sus explicaciones desde una perspectiva cercana a la propuesta por la disciplina científica. En general E1, E3, E4, E5 Y E6 ampliaron sus invariantes operatorios con los conceptos necesarios para esta categoría logrando de esta manera operar con teoremas cada vez más complejos. Por su parte E2 usa solo algunos de los conceptos lo cual hace que su progreso no sea tan significativo como en los otros casos.

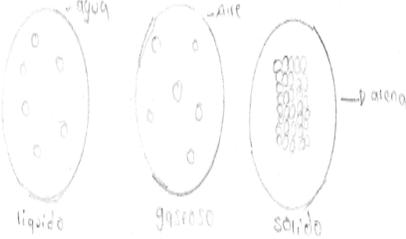
6.4 Representaciones iniciales y finales de los casos analizados:

Tabla 15. Representaciones iniciales y finales de los estudiantes

| ESTUDIANTE | REPRESENTACION INICIAL | REPRESENTACION FINAL | COMENTARIO |
|------------|---|--|---|
| E1 |  |  | <p>Puede apreciarse como el estudiante en las últimas representaciones hace alusión al mundo submicroscópico y emplea éste en la explicación de cambios de estado, lo que en las situaciones iniciales no identificaba</p> |
| E2 |  |  | <p>Se resalta como el estudiante ha avanzado en la representación de la teoría corpuscular, identificando la estructura de los tres estados a nivel submicroscópico y graficando su cambio, lo cual no realizaba en las situaciones iniciales</p> |

| | | | |
|-----------|---|--|---|
| <p>E3</p> |  | <p>Representa mediante un dibujo las partículas del agua, arena y aire.</p>  <p>Colocamos una bolsa de plástico transparente y dentro de</p> | <p>Se puede observar en la primera representación que E3 comprende que el globo se puede extender si se le agrega aire, pero no hay una representación de la presencia de partículas para este concepto. En las situaciones finales identifica la presencia de partículas, pues logra reconocer los tres estados de agregación y especificar para cada elemento su nombre y representación, no se evidencia la idea de vacío.</p> |
| <p>E4</p> |  | <p>Representa mediante un dibujo las partículas del</p>  | <p>E4 no hay una representación de los estados de agregación en la fase inicial, su representación hace alusión al simple hecho de inflar el globo, pero no de que en el interior hay partículas, se observan unas finas líneas</p> |

| | | | |
|----|--|---|--|
| | |  | <p>que pertenecen a la entrada del aire hacia el globo y que permite la expansión del mismo. Durante la segunda fase se pudo observar progreso conceptual, existe relaciones conceptuales entre los estados de agregación y su representación submicroscópica, sin embargo no aclara cuál de las representaciones pertenece a cada estado.</p> |
| E5 |  | | <p>Las representaciones de E4 muestran un cambio en la caracterización de los estados de agregación desde su representación submicroscópica debido a que en el momento inicial no se identifican partículas en el interior del globo se hacen unas</p> |

| | | | |
|-----------|---|--|---|
| | | | <p>líneas que dan cuenta del ingreso del aire, por el contrario en el Momento Final hay representación de cada uno de los estados.</p> |
| <p>E6</p> |  |  | <p>Las representaciones iniciales de E6 dejan ver que no hay una representación de las partículas presentes en el interior del globo, para representar el fenómeno hace líneas generadas al inflarlo. Por el contrario en las situaciones finales hace una representación de los diferentes estados de agregación y los relaciona con materiales desde su conformación submicroscópica.</p> |

6.5 Cuadro de dominio teorico y relaciones

Tabla 16. Conceptos y relaciones desde la teoría cinética molecular para cada situación problema del cuestionario inicial.

| SITUACIONES | CONCEPTOS | RELACIONES | REGLAS EN ACCIÓN |
|--|---|--|---|
| <p>S1. La tía Rosa entró a su habitación y se frotó un poco de un agradable perfume; luego al salir de la habitación, su hermano Pepe percibió su olor desde la cocina.</p> <p>a. ¿A qué se debe que Pepe hubiese percibido el olor desde lejos?</p> <p>b. ¿Por qué crees que puedes oler un perfume?</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Partículas • Molécula • Átomo • Estado gaseoso | <ul style="list-style-type: none"> • Los materiales están formados por partículas. • Las partículas están moviéndose continuamente y en interacción. • Entre las partículas hay vacío. • Las partículas pueden agruparse en estructuras más complejas. • Las moléculas de los gases presentan movimientos que permiten la difusión rápida de las partículas. • Las interacciones entre partículas provocan cambios en su movimiento o en las asociaciones entre las partículas que son los responsables de los cambios macroscópicos de la materia. • | <p>1. Identificar las características del estado gaseoso.</p> |
| <p>S2 María está inflando un globo para una piñata. A medida que sopla, una y otra vez, se infla y se va poniendo cada vez más</p> | <p>Estado gaseoso Átomo Molécula Presión</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Los gases no tienen forma, ni volumen definidos. • Los gases ocupan el volumen del recipiente que los | <p>1. Interpretar el comportamiento o del estado gaseoso.</p> <p>2. Indicar el efecto de la</p> |

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>duro.</p> <p>a. ¿Por qué crees que al soplar se infla el globo?</p> <p>b. Haz un dibujo de lo que ocurre en el interior del globo</p> | | <p>contiene</p> <ul style="list-style-type: none"> • La presión de un gas dentro de un recipiente es el resultado del choque de las moléculas constituyentes del gas contra las paredes del mismo. | <p>presión en un gas.</p> |
| <p>S3. Al llegar a casa, María saca de la nevera cuatro cremas para sus amigos, en ese instante la llaman para seguir jugando y olvida los helados en la cocina, al regresar encuentra los helados derretidos.</p> <p>a. Cuando decimos y observamos que las cremas se <i>derritieron</i>, ¿qué les sucede y por qué?</p> <p>b. ¿A los materiales con los que están hechos los helados que les pasa?</p> | <p>Cambio físico Temperatura Calor Estados de agregación (sólido, líquido) Cambios de estado (Fusión)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Cuando un sólido se le transfiere calor sus moléculas aumentan de energía cinética y existe una temperatura a la cual el sólido pasa al estado líquido a determinadas condiciones de presión, esta es denominada temperatura de fusión. • En el estado sólido se considera que las moléculas están en contacto y las fuerzas atractivas llegan a ser muy importantes, presentan una distribución geométrica característica de las moléculas, las cuales solo tienen un movimiento de vibración en su posición. • Los líquidos tienen las moléculas separadas por distancias muy pequeñas y las fuerzas atractivas entre ellas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar estado de agregación. 2. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio. 3. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. 4. Deducir la transferencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura. 5. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | determinan las propiedades de los líquidos. | |
| <p>S4. Susana todos los fines de semana va a la peluquería donde le lavan su cabello, después de un rato su cabello mojado empieza a secarse.</p> <p>a. ¿A qué hace alusión la palabra <i>secarse</i>?</p> <p>b. ¿Por qué si se utiliza un secador el cabello demora menos en secar que estando al aire libre?</p> <p>c. ¿Qué le ocurre al agua que estaba en el cabello?</p> | <p>Cambio físico</p> <p>Temperatura</p> <p>Calor</p> <p>Estados de agregación(liquido, gaseoso)</p> <p>Cambios de estado (Evaporación)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • La temperatura es una propiedad de los cuerpos que nos da idea del mayor o menor grado de agitación que poseen las moléculas. • El calor fluye de un cuerpo que esta a mayor temperatura hacia el que está a menor temperatura. • En la evaporación se disminuye la energía del sistema puesto que escapan las moléculas de mayor energía. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar estado de agregación. 2. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presento un cambio. 3. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. 4. Deducir la presencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura. 5. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura. |
| <p>S5. Juliana pone en el fogón una olla con agua a fuego bajo, pero esta se demora en calentarse. Así que decide ponerla a fuego alto y observa a los pocos minutos que en el fondo empiezan a formarse pequeñas burbujas.</p> <p>a. ¿A qué se debe este fenómeno?</p> <p>b. ¿Qué ocurre allí?</p> <p>c. ¿Que indican las burbujas?</p> | <p>Cambio físico</p> <p>Temperatura</p> <p>Calor</p> <p>Estados de agregación(liquido, gaseoso)</p> <p>Cambios de estado (Ebullición, evaporación)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Cuando a un líquido se le transfiere calor, la energía cinética o de traslación de las moléculas aumenta, hasta que el líquido entra en ebullición pasando al estado de vapor. • La ebullición es un proceso que se realiza en el seno del líquido. • En un líquido las moléculas que reciben calor van hacia la superficie con gran energía, vencen las fuerzas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar estado de agregación. 2. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presento un cambio. 3. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. 4. Deducir la presencia de calor y su incidencia en el cambio de |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | atractivas y saltan a la fase gaseosa. | temperatura. 5. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura. |
| <p>S6. Lucas metió a la nevera un vaso de leche y se le olvido. Al día siguiente fue a buscarlo y encontró que se había congelado.</p> <p>a. ¿A qué se debe? b. ¿Qué ocurrió con la leche?</p> | <p>Cambio físico Temperatura Estados de agregación(solido, liquido) Cambios de estado (solidificación)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Si un liquido se enfría se alcanza una temperatura a la cual el liquido pasa al estado sólido, denominada temperatura de solidificación • La solidificación implica la extracción de calor a un líquido. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar estado de agregación. 2. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presento un cambio. 3. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. 4. Deducir la presencia o ausencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura. 5. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura. |
| <p>S7. El martes Melisa estaba jugando en el parque y observó que el cielo estaba lleno de nubes. Más tarde empezó a caer unas gotas de agua.</p> <p>a. ¿Qué ocurrió con las nubes? b. ¿Por qué se dio este hecho?</p> | <p>Cambio físico Temperatura Calor Estados de agregación(gaseoso, liquido) Cambios de estado (condensación)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Si se le disminuye la temperatura a un gas llegará a un punto en el cual pasa a estado líquido, llamado condensación. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar estado de agregación. 2. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presento un cambio. 3. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. 4. Deducir la presencia o ausencia de |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | | <p>calor y su incidencia en el cambio de temperatura.</p> <p>5. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura</p> |
| <p>S8. Preparamos unos deliciosos frijoles en la olla a presión tapada y observamos que se cocinan más rápido que en una olla normal y sin tapa.</p> <p>¿Qué es lo que ocurre dentro de la olla?</p> | <p>Cambio físico Temperatura Calor Presión</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Con el calor las partículas del aire que están dentro de la olla se mueven a mayor velocidad, ocupan más espacio. • Cuando un gas se calienta, a presión y número de moles constantes, su volumen aumenta. • Cuando se igualan las velocidades de dos fenómenos contrarios como la evaporación y la condensación. La presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer el funcionamiento de la olla a presión. 2. Relacionar el efecto de la presión, el calor y la temperatura sobre las partículas. 3. Inferir el aumento del movimiento de las partículas. |

Tabla 17. Conceptos y relaciones desde la teoría cinética molecular para cada situación problema del cuestionario final.

| SITUACIONES | CONCEPTOS | RELACIONES | REGLAS EN ACCIÓN |
|---|--|--|--|
| <p>S1. Cuando caminamos en la calle podemos mover los pies con facilidad, cuando hemos estado en una piscina se nos dificulta un poco más mover los pies y si metiéramos nuestros pies en un pozo de arena, nos cuesta mayor dificultad mover las piernas.</p> <p>a) ¿Por qué hay estas diferencias?</p> <p>b) Representa mediante un dibujo las partículas del aire, arena y del agua</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Partículas ✓ Estados de agregación ✓ Distribución de partículas ✓ Fuerzas de atracción. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Los materiales están formados por partículas. ✓ Las partículas están moviéndose continuamente y en interacción. ✓ Entre las partículas hay vacío. ✓ Los átomos son pequeñas partículas que siempre están en movimiento e interactúan unas con otras determinadas por fuerzas de atracción y repulsión. ✓ En el estado sólido se considera que las moléculas están en contacto y las fuerzas atractivas llegan a ser muy importantes, presentan una distribución geométrica característica de las moléculas, las cuales solo tienen un movimiento de vibración en su posición. ✓ Los líquidos tienen las moléculas separadas por distancias muy pequeñas y las fuerzas atractivas entre ellas determinan las | <ol style="list-style-type: none"> 2. Identificar las características de los estados de agregación: líquido, sólido y gaseoso. 3. Relacionar las características de cada estado con el aire, agua y arena. 4. Comparar los tres estados y hallar diferencias en cuanto a movilidad. 5. Graficar las partículas de cada estado de agregación. |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | | <p>propiedades de los líquidos</p> <p>✓ . Los gases no tienen forma ni volumen definidos. Los gases ocupan el volumen del recipiente que los contiene.</p> | |
| <p>S2 Colocamos una bolsa de plástico transparente y dentro de él un montón de canicas. Las mismas canicas se acomodan en el interior de una caja.</p> <p>a) ¿Qué estado de agregación representa cada símil y por qué?</p> <p>b) ¿Qué propiedades son propias de ese estado y no de los otros?</p> | <p>✓ Partículas de agregación.</p> <p>✓ Estados de agregación.</p> <p>✓ Distribución de partículas.</p> | <p>✓ En el estado sólido se considera que las moléculas están en contacto y las fuerzas atractivas llegan a ser muy importantes, presentan una distribución geométrica característica de las moléculas, las cuales solo tienen un movimiento de vibración en su posición.</p> <p>✓ Los líquidos tienen las moléculas separadas por distancias muy pequeñas y las fuerzas atractivas entre ellas determinan las propiedades de los líquidos.</p> | <p>3. Asociar a qué estado de agregación corresponde cada imagen.</p> <p>4. Identificar las características propias de cada estado de agregación.</p> |
| <p>S3. José realiza un cuestionario sobre la teoría de partículas y debe analizar algunas situaciones. Analiza las ideas que tiene José para responder y según lo que tú</p> | <p>✓ Partículas de agregación.</p> <p>✓ Estados de agregación.</p> <p>✓ Vacío.</p> <p>✓ Atracción.</p> <p>✓ Repulsión.</p> <p>✓ Cohesión.</p> <p>✓ Fuerzas de atracción.</p> <p>✓ Movimiento de</p> | <p>• La materia está constituida por partículas que pueden ser átomos o moléculas cuyo tamaño y forma característicos permanecen el estado sólido, líquido o gas.</p> | <p>6. Leer cuidadosamente los enunciados</p> <p>7. Identificar las proposiciones incorrectas según la teoría.</p> <p>8. Justificar</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>sabes selecciona las ideas incorrectas y explica el por qué</p> <p>a) Las partículas que constituyen los sólidos están siempre en reposo</p> <p>b) Entre las partículas hay aire u otras sustancias</p> <p>c) Las partículas experimentan el mismo cambio que ocurre el mundo que percibimos con los sentidos</p> <p>d) En los líquidos las partículas solo se mueven cuando hay un agente externo que causa movimiento</p> <p>e) Las partículas de los sólidos se atraen y se repelen fuertemente y en los líquidos débilmente</p> | <p>las partículas.</p> <p>✓ Cambio físico.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Estas partículas están en continuo movimiento aleatorio. En los sólidos y líquidos los movimientos están limitados por las fuerzas cohesivas, las cuales hay que vencer para fundir un sólido ó evaporar un líquido. • La energía depende de la temperatura. A mayor temperatura más movimiento y mayor energía cinética. • Las colisiones entre partículas son elásticas. En una colisión la energía cinética de una partícula se transfiere a otra sin pérdidas de la energía global. ✓ Las partículas se atraen cuando están separadas y se repelen cuando están cerca. Las partículas de de los sólidos se atraen y repelen fuertemente, en los líquidos débilmente y en los gases muy débilmente. ✓ Entre las partículas no hay absolutamente nada, vacío. ✓ Las propiedades de las partículas no siempre corresponden al nivel macroscópico | <p>cada una de las elecciones desde supuestos teóricos dando un valor de verdad.</p> |
|--|--|--|--|

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | aparente. | |
| <p>S4. Cuando llega el verano en Argentina, las personas guardan la ropa de invierno con un antipolillas (unas esferas pequeñas de alcanfor, naftalina,...). Al sacarla en otoño, las bolas han disminuido de tamaño o han desaparecido, no dejando restos de líquido en la ropa.</p> <p>a. ¿Qué cambio de estado se ha producido?</p> <p>b. ¿Por qué crees que ocurrió esto?</p> <p>c. ¿Cómo puedes representar este cambio? Dibújalo.</p> <p>d. ¿Dónde estarán las antipolillas?</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Partículas. ✓ Temperatura. ✓ Calor ✓ Estados de agregación. ✓ Sublimación. ✓ Distribución de partículas. ✓ Cambio físico. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ La temperatura es una propiedad de los cuerpos que nos da idea del mayor o menor grado de agitación que poseen las moléculas. ✓ La sublimación implica adicción de calor. Es un equilibrio entre el sólido y su vapor, y este se obtiene cuando el número de moléculas que se evaporan igualan a las que se solidifican a presión y temperatura determinada. | <ol style="list-style-type: none"> 6. Identificar estado de agregación. 7. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio. 8. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura. 9. Deducir la presencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura. 10. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura. |
| <p>S5. Los ambientadores líquidos que deben enchufarse a la red eléctrica para que dispersen el olor se basan en provocar un</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cambio físico ✓ Temperatura ✓ Calor ✓ Estados de agregación(liquid o, gaseoso) ✓ Cambios de estado (evaporación) | <ul style="list-style-type: none"> ✓ En un líquido las moléculas que reciben calor van hacia la superficie con gran energía, vencen las fuerzas atractivas y saltan a la fase gaseosa ✓ El calor fluye de un | <ol style="list-style-type: none"> 6. Identificar estado de agregación. 7. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presentó un cambio. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>cambio de estado en el ambientador</p> <p>a) ¿Cuál cambio de estado se presenta?</p> <p>b) ¿A qué se debe que puedan dispersar el olor por el lugar?</p> <p>c) Realiza un dibujo sobre la forma como se distribuyen las partículas.</p> | <p>✓ Distribución de partículas.</p> | <p>cuerpo que esta a mayor temperatura hacia el que está a menor temperatura.</p> <p>✓ En la evaporación se disminuye la energía del sistema puesto que escapan las moléculas de mayor energía</p> | <p>8. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura.</p> <p>9. Deducir la presencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura.</p> <p>10. Reconocer el tipo de cambio de estado según la temperatura.</p> |
| <p>S6. Un día soleado, Juan al terminar su entrenamiento de fútbol compra una gaseosa fría, al rato observa que el envase de su gaseosa se recubre de agua.</p> <p>a) ¿Cómo explicarías lo que sucede teniendo en cuenta la temperatura?</p> <p>b) Representa mediante una gráfica la interacción entre temperatura</p> | <p>✓ Cambio físico</p> <p>✓ Temperatura</p> <p>✓ Estados de agregación(solid o, liquido)</p> <p>✓ Cambios de estado (condensación).</p> <p>✓ Distribución de partículas.</p> | <p>✓ Si se le disminuye la temperatura a un gas llegara a un punto en el cual pasa a estado líquido, llamado condensación.</p> | <p>6. Identificar estado de agregación.</p> <p>7. Reconocer el estado inicial y final infiriendo que se presento un cambio.</p> <p>8. Determinar que este cambio fue causado por el cambio de temperatura.</p> <p>9. Deducir la presencia o ausencia de calor y su incidencia en el cambio de temperatura.</p> <p>10. Reconocer el tipo de cambio de estado según la</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>y calor con las partículas de los estados presentes.</p> | | | <p>temperatura.</p> |
| <p>1. S7. Si observas el hombre de las imágenes, este desea <i>comprimir</i> los siguientes materiales</p> <p>a) ¿Cuál de ellos le dará mayor dificultad?</p> <p>b) ¿Cuál menor dificultad?</p> <p>c) ¿Qué características poseen estos materiales para que lo permitan o lo dificulten</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estados de agregación (gaseoso, líquido, sólido) ✓ Cambios de estado ✓ Cohesión. ✓ Repulsión. ✓ Vacío. ✓ Presión. | <p>✓ Cuando se igualan las velocidades de dos fenómenos contrarios como la evaporación y la condensación. La presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares.</p> | <p>6. Identificar estado de agregación y sus características .</p> <p>7. Relacionar cada estado con las gráficas correspondientes.</p> <p>8. Analizar la presión ejercida para cada uno de los materiales.</p> |
| <p>S8. El pasado fin de semana el volcán Galeras tuvo una erupción y todas las personas tuvieron que alejarse del lugar. Días después regresaron y encontraron que la montaña estaba cubierta de ceniza y roca volcánica.</p> <p>a) ¿Cuáles son</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cambio físico ✓ Temperatura ✓ Calor ✓ Presión ✓ Estados de agregación. ✓ Cambios de estado: fusión, solidificación, evaporación, Ebullición. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Con el calor las partículas del aire que están dentro del volcán se mueven más de prisa y ocupan más espacio. ✓ Cuando un gas se calienta, a presión y número de moles constantes, su volumen aumenta. ✓ Cuando se igualan las velocidades de dos fenómenos contrarios como la evaporación y la condensación. La | <p>4. Conocer el funcionamiento de un volcán.</p> <p>5. Reconocer los estados de agregación.</p> <p>6. Determinar los cambios de estado que se presentan en el volcán.</p> <p>7. Identificar la relación existente entre temperatura,</p> |

| | | | |
|--|--|---|-------------------------|
| <p>los estados de agregación presentes allí y donde los encontramos?</p> <p>b) Teniendo en cuenta los estados de agregación y los cambios que presentan, explica cómo se dan estos en una erupción volcánica. Y cómo interviene la temperatura y el calor.</p> <p>c) Tomando en cuenta que el foco del volcán es una cámara con agua, gases y roca fundida a altas temperaturas, ¿cómo explicarías el comportamiento de las partículas dentro de dicha cámara?</p> | | <p>presión que se ejerce en ese momento por la fase gaseosa depende de la temperatura y las fuerzas atractivas intermoleculares.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La temperatura de los cuerpos está relacionada con el movimiento de las partículas, a mayor velocidad, mayor la temperatura del cuerpo ✓ El calor fluye de un cuerpo que está a mayor temperatura hacia el que está a menor temperatura. <ul style="list-style-type: none"> • Cuando un sólido se calienta, sus moléculas aumentan de energía cinética y existe una temperatura a la cual el sólido pasa al estado líquido, esta es denominada temperatura de fusión. ✓ Cuando a un líquido se le comunica calor, la energía cinética o de traslación de las moléculas aumenta, hasta que el líquido entra en ebullición pasando al estado de vapor. <ul style="list-style-type: none"> • La ebullición es un proceso que se realiza en el seno del líquido. ✓ • Si un líquido se enfría se alcanza una | <p>calor y presión.</p> |
|--|--|---|-------------------------|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | temperatura a la cual el líquido pasa al estado sólido, denominada temperatura de solidificación. La solidificación implica la extracción de calor a un líquido. | |
|--|--|--|--|



CAPITULO VII

CONSIDERACIONES FINALES

En esta investigación, donde se retomaron aspectos generales de la teoría de los campos conceptuales para examinar sus implicaciones para la enseñanza, en particular de las ciencias, y para la investigación en educación; se señaló la conceptualización que pasa por diversos procesos que se complementan unos a otros y donde los invariantes operatorios implícitos pueden llegar a explicitarse y facilitarse a formulaciones, dirigiendo el reconocimiento de tareas pertinentes en una situación, obteniendo de esta manera la información pertinente, infiriendo la meta que se pretende alcanzar y las reglas de acción apropiadas.

Los invariantes operatorios en la etapa inicial de los seis estudiantes fueron analizados desde los teoremas³ planteados en la teoría cinético molecular y desde las categorías de análisis propuestas a partir de las relaciones conceptuales y la complejidad de los conceptos en la conceptualización de cambio físico. Es así como se pudieron establecer una serie de conclusiones que toman como referente el aprendizaje significativo crítico,

³ Entendidos en este trabajo como proposiciones, postulados que establecen relaciones entre conceptos asociados

la evolución del conocimiento de Toulmin, la propuesta de intervención didáctica y los avances o cambios en los invariantes operatorios de los estudiantes.

- Respecto al aprendizaje de un concepto científico y el interés didáctico de la investigación puede subrayarse la importancia del establecimiento de relaciones conceptuales entre los conceptos de partículas, estados de agregación, cambios de estado y las variables que los determinan como la temperatura, el calor y la presión para conceptualizar cambio de estado.

- Referente a la conceptualización de cambio físico se evidenció un progreso en los conocimientos-en-acción relacionados con partículas, estados de agregación, cambios de estado, calor y movimiento; viéndose reflejados en las respuestas dadas a las situaciones finales donde se emplearon conceptos-en-acción y teoremas-en-acción nuevos más cercanos al conocimiento científico para explicar los fenómenos. De esta manera se puede identificar una variación en los invariantes operatorios pasando de un tipo de función proposicional, donde se escriben conceptos y teoremas que no son ni falsos ni verdaderos pero para los estudiantes les sirven para explicar, a un tipo proposicional o argumentativo en el cual existen relaciones entre conceptos.

- A nivel general se observa en los estudiantes la tendencia a modificar ciertos teoremas y conceptos referidos solo al mundo perceptible. En las tres categorías analizadas se aprecia como los estudiantes establecen redes conceptuales entre partícula, juntas, separadas, aunque E1 y E2, hacen alusión a “fuerza de atracción”, E3 y E4 a “pegadas” y E6 a “unidas”, para explicar la distribución de las partículas en los

estados; además están los conceptos de movimiento, gaseoso, líquido, sólido, para explicar las distintas situaciones. Referente a estas redes conceptuales E2 y E3 adoptaron un nuevo concepto que hace que disten de los teoremas científicos para explicar el movimiento de las partículas en cada estado de agregación y es el de “pesados” y “duras”, empleados en la argumentación para explicar en especial el movimiento de las partículas en el estado sólido

Si bien E1, E2, E3, E4, E5 se asociaron a la noción de temperatura, emplean las variables de calor y frío para sustentar cambios entre los estados, pero aun no se demostró el dominio del concepto de presión para modificar sus invariantes. Así, se develó en tres de los estudiantes, que no consideran que las partículas en el estado sólido presentan movimiento, al mismo tiempo que en el grupo de los participantes se analizó poco avance en el dominio conceptual de las variables de temperatura y presión, y como éstas influyen o determinan un cambio de estado.

- La propuesta didáctica fue apropiada para el progreso en la conceptualización de los estudiantes, relacionada al concepto específicamente de cambio de estado o de fase. Además, la selección de las situaciones y su jerarquización permitió modificar algunos invariantes operatorios iniciales, llevando a la activación diferentes conceptos-en-acción y teoremas-en-acción, al igual que posibilitó a los estudiantes el poder enfrentarse a situaciones cada vez más complejas.

- A este respecto, en el transcurso de la intervención relativamente corta, el progreso fue alentador y sugiere que el manejo del concepto de partícula no está fuera del alcance de los niños en el nivel de la básica primaria como también lo menciona Johnson y Papageorgiou, en prensa; Papageorgiou & Johnson, 2005. Ya que según lo ejecutado, un trabajo jerarquizado y secuencial resulta provechoso en el dominio conceptual de cambio físico, teniendo en cuenta las redes entre conceptos en su totalidad, ya que revisando la pertinencia de las situaciones y actividades propuestas en la intervención no fueron acertadas o suficientes para lograr comprender los conceptos de vacío entre partículas, temperatura y presión, pues no fueron empleados en las situaciones tanto iniciales como finales.

- Las actividades experimentales desarrolladas posibilitaron una mejor comprensión de los fenómenos físicos, como fue el caso de los principios de la teoría cinética molecular, la identificación de los estados de agregación y su representación.

- Es importante tener en cuenta que las ideas y su transformación requieren de un proceso gradual, que no ocurren de forma aislada, siendo un proceso complejo donde intervienen diversos factores como el contexto y el nivel de comprensión de los conceptos

- Con el trabajo realizado se cultivó en los estudiantes valores, que permitirán adaptar conocimientos, tales como la responsabilidad, la creatividad y el reconocimiento de su

esfuerzo en el estudio de las ciencias naturales, en especial en el concepto de cambio físico.

- La teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, sirvió como base en la selección de las actividades de intervención didáctica y contribuyó a obtener resultados significativos en la conceptualización de cada uno de los estudiantes, generando nuevas estrategias metodológicas para el trabajo en el espacio de clase que da cuenta del desarrollo cognitivo generado en el aula.
- El enfoque metodológico utilizado en la investigación de carácter cualitativo, más específicamente el estudio de caso permitió una mejor interpretación individual de los procesos de aprendizaje, reconociendo avances y limitaciones en el progresivo dominio de un concepto científico desde la perspectiva de Campos Conceptuales

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

Para fortalecer los procesos de aprendizaje de un concepto científico, desde la teoría cognitiva de los campos conceptuales, es necesario tomar en cuenta la acción fundamental del educador como sujeto imprescindible en la planificación de situaciones que permitan identificar los invariantes operatorios en los que el estudiante se apoya para aprender y en aquellos que pueden funcionar como obstáculo epistemológico, donde se hace necesario realizar rupturas, para posibilitar la construcción de nuevas redes conceptuales.

Otro aspecto fundamental al momento de desarrollar procesos de enseñanza, es considerar que la construcción del conocimiento por parte del educando, no es un proceso lineal, fácilmente identificable; sino complejo, prolongado, con avances y retrocesos, con filaciones y rupturas, por lo que deben diseñarse estrategias metodológicas que favorezcan la superación de dificultades y el progreso en el dominio de los campos conceptuales que impliquen la conceptualización, la capacidad de resolver situaciones problema y la ampliación de los conocimientos en acción.

Al mismo tiempo, en los procesos de mediación de la enseñanza de las ciencias es primordial abordar actividades experimentales con las cuales se incentiva el interés y se

contribuya al dominio de conceptos, a través del manejo del lenguaje, representado en los términos concernientes a los conceptos, leyes o principios (teoremas) de dicho dominio, en una forma jerárquica e interdependiente, a las técnicas de representación, donde se empleen gráficos, diagramas, formas pictóricas, clasificaciones, etc., para mostrar algún aspecto del mundo o de la imaginación explorando aspectos simbólicos de la explicación científica, además, de contemplar procedimientos de aplicación de la ciencia, para hacer uso explicativo tanto del lenguaje como de las representaciones; en estos aspectos, el docente debe orientar su atención al uso adecuado de la sintaxis, analogías, expresiones gestuales, verbales o escritas que contribuyan a la filiación o ruptura de conceptos.

Dada la ausencia de investigaciones sobre la temática en la básica primaria, del abandono de este concepto en la estructuración de planes de área sustentado desde la Teoría Cinético Molecular, y que ha sido trabajado desde las manifestaciones macroscópicas; se plantea la necesidad de establecer jerarquizaciones de conceptos como partícula, cambio, estados de agregación y cambio de estados, constituyendo relaciones conceptuales involucradas a cambio físico.

Para futuras investigaciones es necesario abordar con más profundidad los conceptos de vacío entre partículas, su movimiento según las características de los estados de agregación y la incidencia de la presión y la temperatura en la manifestación de

cambios de estado, ya que en estos resultados no se evidencio un cambio en los invariantes operatorios y el no uso para resolver las diferentes situaciones.



BIBIOGRAFIA

Activity 1 Chemical and Physical Changes. En línea: www.its-about-time.com/htmls/aps/ch12act1.pdf

Aragón, M. M.; Oliva, J. M. y Navarrete, A. N. (2006). Usando analogías para la enseñanza del cambio químico y los procesos de modelización. Departamento de Didáctica. España. Universidad de Cádiz. 26 pag. En línea: <http://www.modelosymodelajecientifico.com/01-HEMEROTECA/index.html>.

Astolfi, J. P. (2001). "Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas". España: Díada Editores, p: 304

Borsese, A.; Esteban, S.; Trejo, L. M. "Estudio de los cambios químicos a través de fenómenos cotidianos", Ciudad Universitaria, México. En línea: <http://www.scribd.com/doc/7161202/La-Quimica-en-La-Vida-Cotidiana>.

Caballero Sahelices, M. C. (2005). La Investigación en enseñanza desde la perspectiva de los Campos Conceptuales de Gèrard. *Revista de educación y pedagogía*. Vol. 17, Nº. 43, p.43-60

Centeno Rojas, R. Tierra 5. (1997). Santa Fe de Bogotá: Libros & libros, pág. 65, 183

Chamizo Guerrero, J. A. (2005). Aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 25(1) p. 133-146

Documento de la publicación Didáctica de la Química y Vida Cotidiana. 2003. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. pág. 25-31

Espitia de González, D. A.; Tamayo, M.F.; Montemiranda, V. y otras. (1997). Vida y Naturaleza 4. Santa fe de Bogotá: Rei Andes, pág. 15, 52

García, A.; Aubad, A. y Zapata, R. (1976). Química General. Medellín: Universidad de Antioquia. pág. 215-288

Gómez, A. y María José. La investigación educativa: claves teóricas. Capítulo V. 2007.
p. 147.

Los materiales y sus cambios. EJE. Series de cuadernos para el aula.

López González, W. O. y Vivas Calderón. (2009). "Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado".

Venezuela: Universidad de los Andes. En línea

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29281/1/articulo22.pdf>

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. p.19

Moreira, M. A.; Caballero, C. y Vergnaud, G. (2009). La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. España: Universidad de Burgos. 97 págs.

Moreira, M. A. (2002). La Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área, Instituto de Física.

Papageorgiou, G.; Grammaticopoulou, M. y Andjohnson, P. M. (2009) 'Should we Teach Primary Pupils about Chemical Change?', International Journal of Science Education, First published on: 30 September. 2009. En línea: URL: <http://dx.doi.org/10.1080/09500690903173650>

Pardo Miller, L.P.; Gaviria de Gómez, M. y Bonilla Madrigan, M. (1994). ¡Viva la Ciencia! 5. Santa fe de Bogotá: Norma, pág. 92- 123

Pérez, C. A. (2008). El concepto de “empresa racional” como modelo de desarrollo científico en Stephen Toulmin. Revista Principia Iuris N°10.

Pérez, J. M. Didáctica de las Ciencias Naturales. En línea: www.korion.com.ar/.../modelo_%20de_%20particulas.pdf (punto 2)

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. 2006. Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Ediciones Morata. p. 157

Rodríguez Palmero, M. L. La teoría del Aprendizaje Significativo. Centro de Educación a Distancia (c.e.a.d.). c/ Pedro Suárez Hdez, s/n. c.p. nº 38009

Sampieri Hernández, R.; Collado Fernández, C. y Lucio Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. 4 ed. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.

Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. MEN.1998. pág.76

Serway, R. A. (1996). Física. Tomo II. 4 ed. México: McGraw-Hill. pág. 1293, 1424

Stake, R. (2007). Investigación con estudio de caso, 4ª ed. Madrid: Morata, p. 45.

Toulmin, S. (1971) "La comprensión humana. I El uso colectivo y la evolución de los conceptos". España: Alianza Editorial, pág. 52-53

Vergnaud, G. (2007). ¿En qué sentido la Teoría de los Campos Conceptuales puede ayudarnos para facilitar Aprendizaje Significativo? Investigaciones en Ciencias volumen 12(2), p.285-302,

Vergnaud, G. (2006). La Teoría de los Campos Conceptuales, cuadernos de investigación y formación en educación matemática, Número 2

Vergnaud. G. (1983)“Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives” Atelier Internacional d'été: Recherches en Didactique de la Physique. La Londe des Maures, Francia 26 de junio al 13 de julio de 1983 p: 401 Moreira Marco Antonio. En línea: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>

Yin, R. (2003). Case study research. Design and methods. USA: Sage Publications.

Yin R.K. (2007). Estudio de caso. Capitulo cuatro. p. 2

ANEXOS

Anexo A. Entrevistas E1

A continuación se transcribe el diálogo establecido con E1 sobre las respuestas dadas en el cuestionario inicial, con el fin de explicitar y aclarar algunos conceptos y teoremas trabajados en este.

Entrevista con E1:

1. D: Cuando mencionas olor y aroma, como los defines
2. E1: Aroma es una fragancia, el olor es lo que uno huele, es algo perfumado
3. D: ¿Qué es entonces un olor fuerte?
4. E1: Que a pesar de que este la puerta cerrada se puede oler en otra parte
5. D: Cuando dibujas el globo y lo coloreas con el lápiz es que el aire
6. E1: No, Para representar el aire, lo hice así porque quise
7. D: Entonces, ¿cómo es el aire?
8. E1: Es blanco, transparente
9. D: ¿Qué es derretirse?
10. E1: Cuando saca una paleta del congelador al rato la mira y se está derritiendo por el calor
11. D: ¿Que será el calor? ¿Cómo podrías definirlo?
12. E1: Algo caliente por el sol
13. D: ¿Cómo explicarías el proceso de congelación de una paleta?
14. E1: Por tanto frio en la nevera, cambia de estado de líquido a sólido

- 15. D:** Si pones en el fogón un poco de agua al rato comienzan a salir varias burbujas ¿a qué se debe que haya producción de burbujas?
- 16. E1:** Por el calor sacando el frío



Anexo B Entrevista con E2:

A continuación se transcribe el diálogo establecido con E2 sobre las respuestas dadas en el cuestionario inicial, con el fin de explicitar y aclarar algunos conceptos y teoremas trabajados en este.

1. **D:** ¿Cuando dices olor fuerte a que te refieres?
2. **E2:** Tiene mucha sustancia del olor
3. **D:** ¿Cuándo escribiste extravagante que significa?
4. **E2:** Que es muy oloroso, que huele mucho
5. **D:** Cuando haces el dibujo y lo pintas azul, ¿significa que el aire es de dicho color?
6. **E2:** Quise pintarlo, el gas es.... Fue para darle algo de colorcito
7. **D:** ¿Para ti que es derretirse?
8. **E2:** Por ejemplo derretir es cambiar la paleta estaba dura, entonces cambia de estado sólido, a liquido por el calor, se derriten por el aire gaseoso y por el sol
9. **D:** Al escribir que las cremas se derriten por el sol, entonces ¿como en un día que no hay mucho sol se derretirían las cremas?
10. **E2:** Si. Se derriten, por el aire gaseoso
11. **D:** ¿Si tu mama saca un hielo de la nevera y lo colocamos sobre esta mesa que le sucede?
12. **E2:** Se derrite
13. **D:** ¿Por qué?
14. **E2:** Por el sol
15. **D:** ¿Por qué se congela el agua?
16. **E2:** Por el frio. Se mete en el congelador y cambio de líquido ha solido

17.D: ¿A qué se debe este hecho?

18.E2: Al frío

19.D: ¿A qué se debe el fenómeno de la ebullición?

20.E2: Cuando el agua o cualquier sustancia está muy caliente por esas bombitas, lo que dice en la pregunta se llama ebullición

21.D: ¿Qué me indican las burbujas en dicha situación?

22.E2: Que ya hirvió, que ya ebulló

23.D: Como explicarías que cuando guardas una chocolatina en el bolsillo se “derrita”

24.E2: La chocolatina se derrite por el sol. El bolsillo te abriga, o sea que guarda un calor entonces se derrite

25.D: ¿Qué será entonces el calor?

26.E2: El sol tiene una luz que calienta mucho. Que da calor. Es la luz que da el sol

27.D: ¿Cómo definirías un olor?

28.E2: Está en estado gaseoso, tiene olor, puede ser extravagante y llegar a varias distancias

29.D: ¿Qué entiendes por temperatura?

30.E2: Es poner calor

31.D: ¿Cómo explicarías el funcionamiento de una olla a presión?

32.E2: Esa olla en la cosita que tiene arriba, uno la destapa y sale puro humo, y pita

33.D: ¿Tú mama por que utilizará esa olla?

34.E2: Por esa olla es especial para los frijoles

35.D: ¿Qué ocurrirá dentro de la olla?

36.E2: Se cocinan los frijoles s por el calor

37.D: ¿Que hay dentro de la olla?

38.E2: Calor, vapor, los frijoles se cocinan le echa uno el agua y por eso hierven las cosas



Anexo C. Diario de campo

| | INSTITUCIÓN EDUCATIVA FELIX MARÍA RESTREPO | | CODIGO:P-1 |
|--|---|---|--|
| | SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES 2011 | | ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL |
| | | DOCENTE: Darlin Andrea Palacio G | |
| | | PERÍODO: Uno | |
| | | EJES GENERADORES: | |
| DESCRIPCION DE LA SESION | | ACTIVIDADES | REFLEXION PEDAGÓGICA |
| <p><i>ENERO</i> SEMANA(1) LUNES 17</p> | <p>Saludo Escritura y explicación de los temas de la unidad n°1, escritura del logro de esta unidad</p> | <p>Lectura Escritura de la unidad Dibujo del tema</p> | <p>Los alumnos al principio se mostraron receptivos, según sus comentarios mencionan el conocimiento del tema sobre los estados de los materiales</p> |
| <p>SEMANA (1) JUEVES 20</p> | <p>Saludo Presentación y explicación del por qué de la aplicación del cuestionario inicial</p> | <p>Aplicación del cuestionario inicial</p> | <p>Los estudiantes se percibían asombrados con el cuestionario en su mayoría manifestaban no saber cómo contestar las situaciones, igualmente pretendían preguntar constantemente sobre lo planteado a lo cual se les explico el hecho de evitar mencionarles conceptos sobre el cuestionario. Se puede resaltar según lo visto que los alumnos explican o justifican las situaciones sobre hechos macroscópicos y que además reconocen los tres estados pero no desde lo microscópico CONCEPTOS TRABAJADOS: Conocimiento De invariantes operatorios sobre partículas estados de</p> |

| | | | |
|--|--|--|--------------------------------|
| | | | agregación y cambios de estado |
|--|--|--|--------------------------------|



Anexo D

UNIDAD DIDÁCTICA PENSEMOS SOBRE LOS MATERIALES DEL ENTORNO Y SUS CAMBIOS

En la siguiente unidad encontrarás diversas situaciones para trabajar el concepto de cambio físico, específicamente cambio de estado; teniendo en cuenta que para ello es pertinente adelantar la conceptualización de partícula, estados de agregación de los materiales, presión, temperatura y calor como conceptos asociados.

| ESTANDAR | ACCIONES DE PENSAMIENTO | LOGROS | INDICADORES DE LOGROS |
|--|--|--|--|
| •Me ubico en el universo y en la Tierra e identifico características de los materiales, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía en el entorno. | Entorno físico •Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias. | Reconocer las características de la materia y los estados en que se presenta. Experimentar con los cambios de estado. | Reconoce los estados de agregación de los materiales. Identifica los cambios que se presentan en los materiales y las características de estos. |

OBJETIVOS:

Aprendizajes posibles

- Reconocer los diferentes estados físicos de los materiales y sus características.
- Describir materiales sólidos, líquidos y gaseosos y los cambios de estado desde la perspectiva cinético molecular.

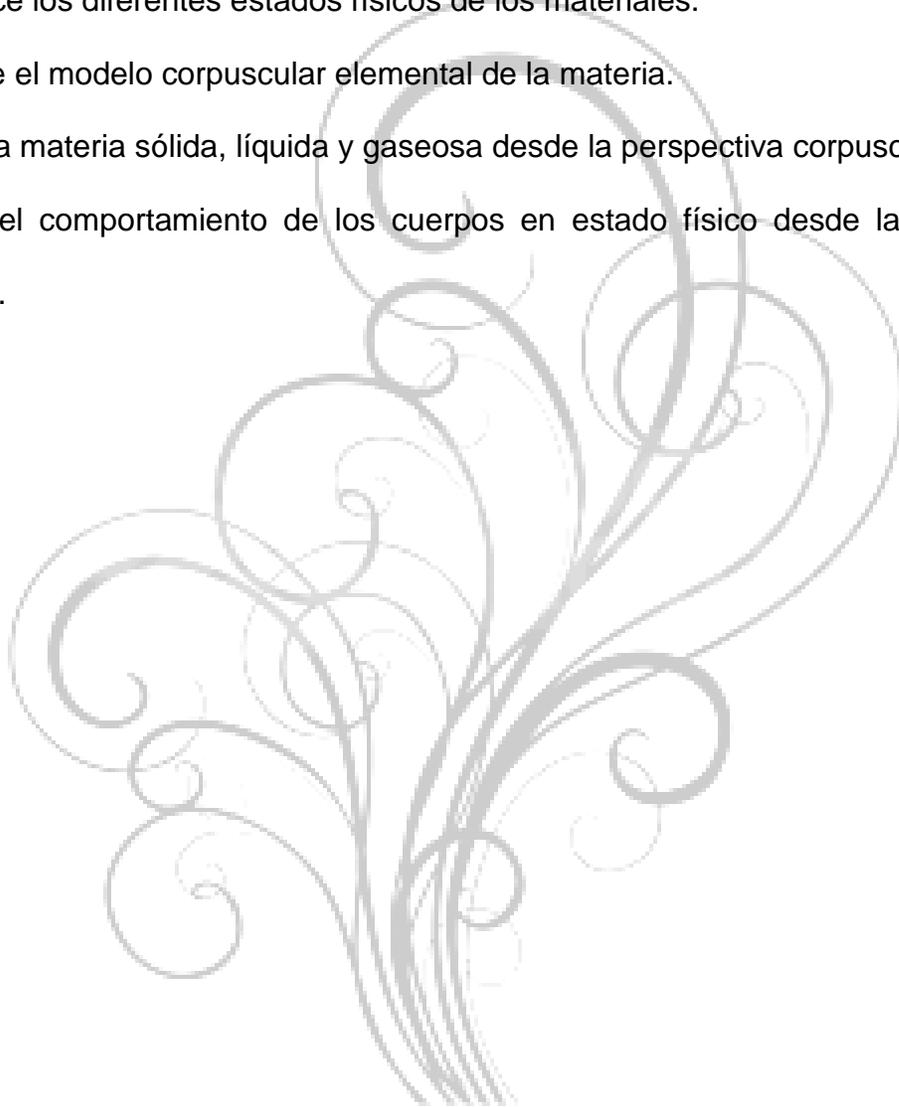
Otras oportunidades de aprendizaje

- Desarrollar la habilidad de observar y describir fenómenos.
- Extraer conclusiones a partir de resultados experimentales.
- Buscar, sintetizar y comunicar ideas e información.
- Comunicar verbalmente ideas y saberes.
- Desarrollar procedimientos experimentales sencillos, siguiendo el orden establecido.

- Trabajar en equipo y organizar y distribuir tareas.

Criterios de evaluación

- Reconoce los diferentes estados físicos de los materiales.
- Describe el modelo corpuscular elemental de la materia.
- Compara materia sólida, líquida y gaseosa desde la perspectiva corpuscular.
- Explica el comportamiento de los cuerpos en estado físico desde la perspectiva corpuscular.



1. SITUACIONES INICIALES

(valoración de estado inicial de los conocimientos en acción)

1. La tía Rosa entró a su habitación y se frotó un poco de un agradable perfume; luego al salir de la habitación, su hermano Pepe percibió su olor desde la cocina.

a. ¿A qué se debe que Pepe hubiese sentido el olor desde lejos?

b. ¿Por qué crees que puedes oler un perfume?

2. María está inflando un globo para una piñata. A medida que sopla, una y otra vez, se infla y se va poniendo cada vez más duro.

¿Por qué crees que al soplar se infla el globo?

Haz un dibujo de lo que ocurre en el interior del globo

3. Al llegar a casa María saca de la nevera cuatro cremas para sus amigos, en ese instante la llaman para seguir jugando y olvida los helados en la cocina, al regresar encuentra los helados derretidos.



a. Cuando decimos y observamos que las cremas se *derritieron*, ¿qué les sucede y por qué?

b. ¿A los materiales con los que están hechos los helados que les ocurre?

4. Susana todos los fines de semana va a la peluquería donde le lavan su cabello, después de un rato su cabello mojado empieza a secarse.



a. ¿A qué hace alusión la palabra *secarse*?

b. ¿Por qué si se utiliza un secador, el cabello demora menos en secar que estando al aire libre?

c. ¿Qué le ocurre al agua que estaba en el cabello?

5. Juliana pone en el fogón una olla con agua a fuego bajo, pero esta se demora en calentarse. Así que decide ponerla a fuego alto y observa a los pocos minutos que en el fondo empiezan a formarse pequeñas burbujas.

a. ¿a qué se debe este fenómeno?

b. ¿Qué ocurre allí?

c. ¿Que indican las burbujas?

6. Lucas metió a la nevera un vaso de leche y se le olvido. Al día siguiente fue a buscarlo y encontró que se había congelado.

a. ¿A qué se debe?

b. ¿Qué ocurrió con la leche?

7. El martes Melisa estaba jugando en el parque y observó que el cielo estaba lleno de nubes. Más tarde empezó a caer unas gotas de agua.

a. ¿Qué ocurrió con las nubes?

b. ¿Por qué se dio este hecho?

8. Preparamos unos deliciosos frijoles en la olla a presión tapada y observamos que se cocinan más rápido que en una olla normal y sin tapa, ¿qué es lo que ocurre dentro de la olla?



2. ACTIVIDADES DE PROGRESO EN EL DOMINIO CONCEPTUAL

(Eventos de intervención didáctica)

2.1 Realizar las siguientes prácticas:

2.1.1 Trabajar sobre la idea de que la materia es divisible.

Coge un trozo de papel y unas tijeras, córtalos en trozos pequeños, luego trata de cortar esos trozos en pequeños pedazos cada vez más pequeños. Repite la experiencia con un trozo de tiza y de tostada. Observa y responde.

- ¿Hasta dónde crees que se podrá continuar dividiendo los trozos de papel, tiza y tostada?
- ¿Cuál será la parte más pequeña en que puedan convertirse estos objetos?

2.1.2 Trabajar sobre la idea que las partículas tienen movimiento).

➤ Llevar al salón un gotero, tinta, un vaso con agua

Intenten representar con un dibujo qué va a pasar con las partículas del agua y de la tinta en el instante en que la gota cae en el agua. Llenar el gotero con la tinta y dejar caer en el agua unas cuantas gotas. Observa lo que ocurre y describirlo.

- ¿Qué hizo la tinta para colorear toda el agua del recipiente?

- ¿Qué ocurrió?

Describan lo que observan en el momento de echar la tinta en el agua.

- ¿Cómo explicarían este fenómeno?
- ¿Cómo es que esto ocurre?

Comparen estas explicaciones con lo que dibujaron al comienzo de la actividad.

- ¿En qué se parecen?
- ¿Modificarían el dibujo original?

➤ **¿Cómo es que un globo se desinfla aunque esté bien cerrado?**

¿Qué fenómeno nos permitiría explicar esto?

Relacionen las respuestas y resultados obtenidos de las actividades anteriores, y realicen en grupos de laboratorio, una síntesis.

➤ **Esparcimiento de las partículas.**

Lleva un frasco grande con tapa, un perfume y una bolsa plástica pequeña. Revisa que el frasco se encuentre completamente limpio, seco y vacío. Luego huele el aire que hay dentro de él. Coloca unas gotas de perfume en la bolsa plástica y amárrala bien. Colócala dentro del frasco y tápalo. Espera media hora. Saca la bolsa plástica del frasco y a continuación huele el frasco. Responde:

¿Huele igual el aire del frasco antes de la actividad y después de ella?

¿Qué crees que sucede con el perfume? Formula una explicación de lo sucedido

2.1.3 Trabajar sobre la idea de que las partículas presentan fuerzas de atracción y repulsión:

Se les presenta a los alumnos los materiales que serán utilizados durante la experimentación. Se les explica el procedimiento que realizarán.

Se les pide que antes de hacer el experimento, intenten contestar las siguientes cuestiones:

- a) ¿Qué crees que sucederá cuando eches agua sobre cada una de las mitades del portaobjeto?
- b) Teniendo en cuenta las respuestas del punto a), trata de dar una explicación acerca de la interrelación que podría existir entre las partículas del agua con las de las diferentes superficies (Vidrio y parafina).

Después de trabajar con estas cuestiones, realicen los siguientes experimentos:

- Portaobjetos (la mitad de su superficie limpia y la otra frotada con parafina o grasa)
- Parafina o grasa

- Goteros
- Frascos con agua

Colocar una gota de agua sobre cada una de las mitades de un portaobjeto que tiene la mitad de su superficie cubierta de parafina o grasa.

Observar las gotas y describanlas.

Vuelvan sobre lo que trabajaron al inicio de la actividad y comparen con los resultados de la experimentación.

Repetir usando aceite en vez de agua.

Algunas preguntas para redondear y discutir en grupos:

- ¿En cuál de los casos que analizamos la gota de agua es más esférica? ¿Por qué?
- ¿Cómo explicamos el comportamiento del agua en cada una de las mitades del portaobjetos?
- ¿Por qué el mercurio tiende a tener esa forma tan definida?
- ¿Por qué el mercurio y el agua se comportan de manera diferente en contacto con el vidrio?

Y ahora, de nuestra vida cotidiana:

¿Cómo me doy cuenta cuando lavo un plato, si quedó sin grasa?

2.1 Identifiquemos los diferentes estados de los materiales.

2.1.4 Clasifica las siguientes imágenes según el estado en que se encuentren los materiales.



Aserrín



Humo cigarrillo



Cerveza



Arena



Fabuloso



Nubes



Piedras



Aceite

| SOLIDO | LÍQUIDO | GASEOSO |
|--------|---------|---------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

2.1.5 Une con una línea las imágenes de la parte superior con las imágenes de la parte inferior, según creas o sepas de que están hechos de forma microscópica, que no vemos a simple vista



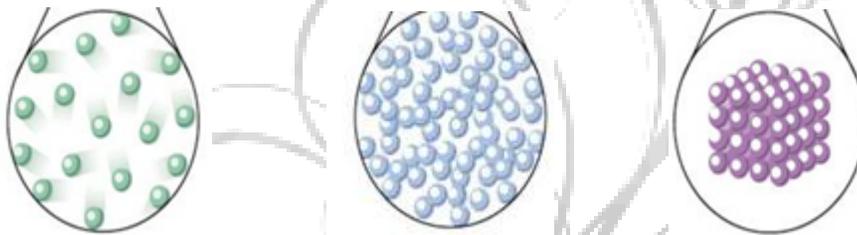
Hielo



Agua hirviendo



vaso de agua



2.3 Ahora se observara el siguiente video:

- Teoría cinética molecular:

<http://www.youtube.com/watch?v=dX18Smkx4U>

- Realiza un dibujo de las partículas según cada estado de la materia.
- Si tenemos el estado sólido y aplicamos calor hasta que empiece la evaporación ¿qué sucede con las partículas? Representa un dibujo del proceso y consulta qué nombre recibe este cambio de estado.

- Teniendo en cuenta que la velocidad de las partículas depende de la temperatura, cuando llevamos el agua al congelador ¿qué ocurre? ¿cómo se llama este cambio?

Realiza el diagrama del cambio.

2.4 actividades practicas.

- Vamos y nos mojamos las manos el grifo más cercano. Luego las frotamos suavemente y las colocamos al sol. ¿Qué ocurrió con el agua?

- Buscamos una tela delgada. La mojamos, la escurrimos bien y la ponemos al sol por 2 horas. Luego regresamos y dialogamos:

a. ¿Cómo está la tela ahora?

b. ¿Qué pasaría con el agua?

2.5 Trabajemos el ciclo del agua.



Ahora responde las siguientes preguntas:

a. Describe lo que puedes observar.

b. ¿En qué formas podemos encontrar el agua según el dibujo?

c. ¿Qué importancia tendrá el sol en el ciclo del agua?.

d. ¿De qué estarán formadas las nubes?

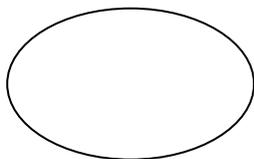
e. Cuando llueve, algunas veces cae granizo, ¿en qué estado se encuentra?

2.6 Los estados de la materia:

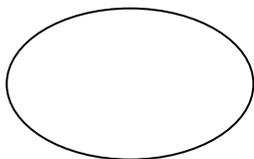
Observa el siguiente video: **ESTADOS DE LA MATERIA**

<http://www.youtube.com/watch?v=Qb75G--wTNc&NR=1>

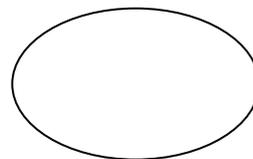
a) Realiza el dibujo de 3 sustancias en los estados indicados.



Sólido



Líquido



Gaseoso

b) Completa el siguiente cuadro:

| Material | Estado | Dibujo las partículas | Temperatura |
|--------------------|--------|-----------------------|-------------|
| Piedra | | | |
| Agua | | | |
| Hielo | | | |
| Nubes | | | |
| Magma volcánico | | | |

Temperatura: baja, ambiente o alta.

2.7 Escribe los estados de agregación de los siguientes materiales y luego anota a qué se debe o qué ocurre para que observemos sus cambios:

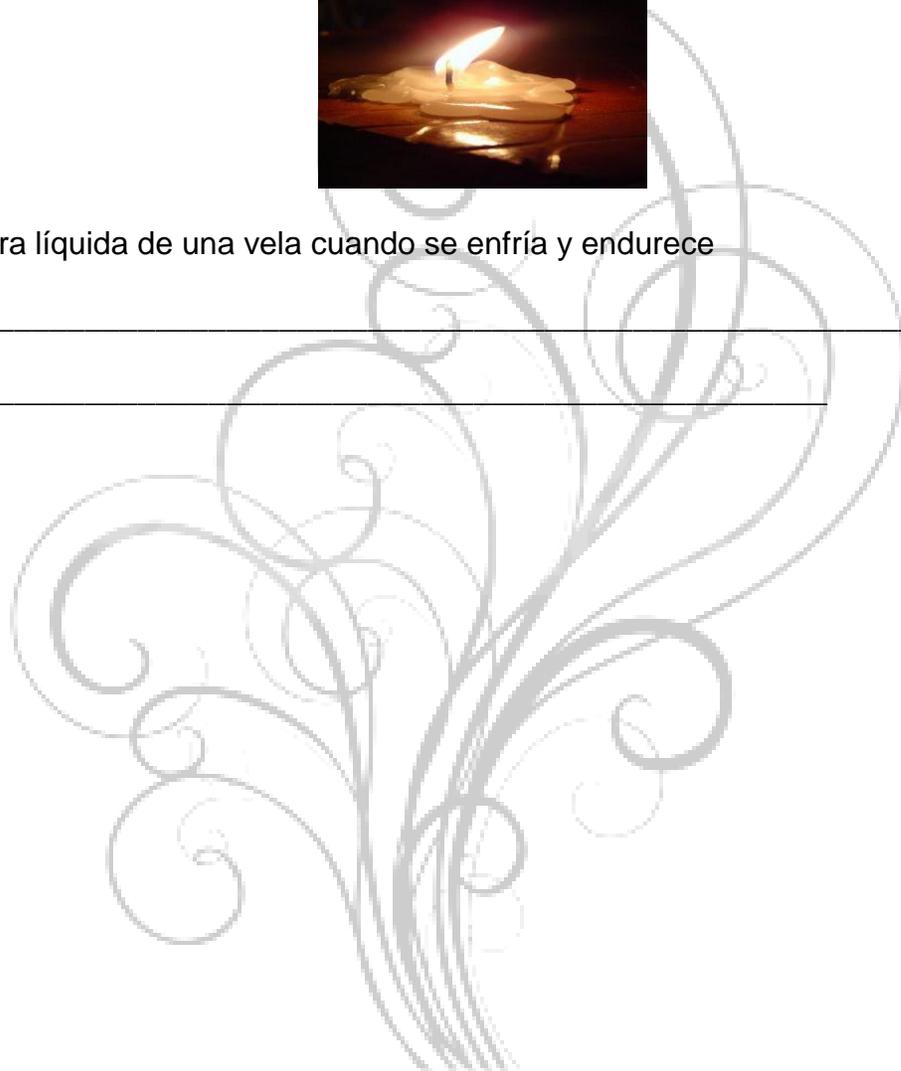
- a. Las nubecillas que salen de nuestra boca cuando exhalamos nuestro aliento en una fría mañana de invierno



b. La cera de la vela cuando se derrite



c. La cera líquida de una vela cuando se enfría y endurece

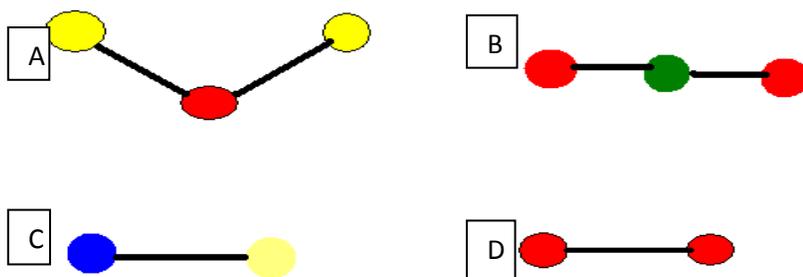


3. ACTIVIDADES FINALES DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

3.1 Actividad hagamos modelos:

Necesitamos plastilina amarilla, azul, roja, verde y blanca, además palillos de dientes.

Observar las siguientes ilustraciones:



Con plastilina y palillos de dientes construyen los modelos de cada molécula

Respondan:

- ¿Son iguales las partículas en los diferentes modelos de moléculas?
- ¿Cuántas partículas forman cada modelo de molécula?
- ¿Qué crees que representan las diferentes bolitas de colores?
- ¿Qué crees que representan los palillos?

3.2 Visita a las siguientes páginas de internet, de las cuales se leerá su contenido y se observará las animaciones presentes en ellas:

- <http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/mat/mat1.htm>

- http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/index.html
- http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema2/index2.htm



4. SITUACIONES FINALES

(Valoración de modificaciones en los conceptos en acción)

1. Cuando caminamos en la calle podemos mover los pies con facilidad, cuando hemos estado en una piscina se nos dificulta un poco más mover los pies y si metiéramos nuestros pies en un pozo de arena, nos cuesta mayor dificultad mover las piernas.

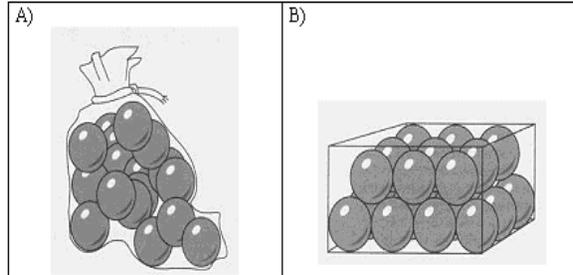


a. ¿Por qué hay estas diferencias?

b. Representa mediante un dibujo las partículas del aire, arena y del agua.

2. Colocamos una bolsa de plástico transparente y dentro de él un montón de canicas.

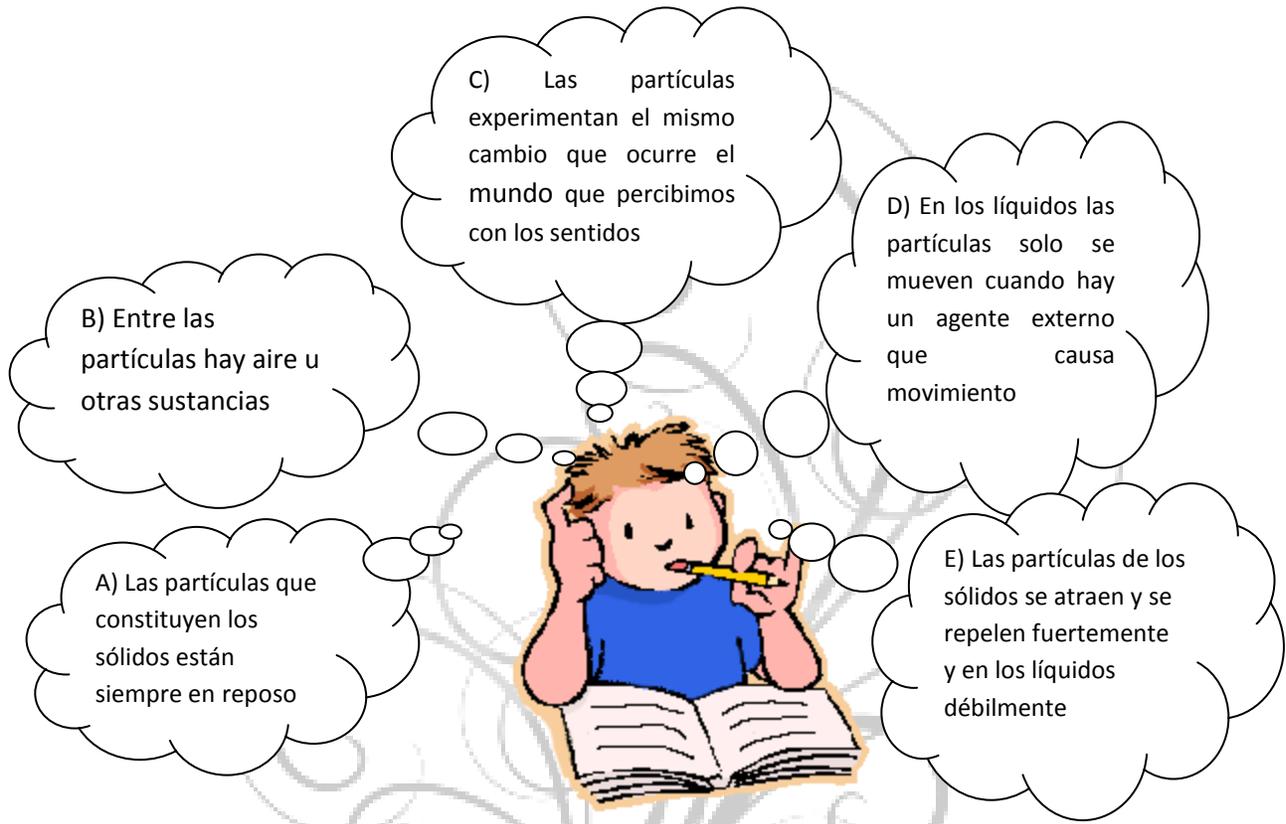
Las mismas canicas se acomodan en el interior de una caja.



a. ¿Qué estado de agregación representa cada símil y por qué?

b. ¿Qué propiedades son propias de ese estado?

3. José realiza un cuestionario sobre la teoría de partículas y debe analizar algunas situaciones. Analiza las ideas que tiene José para responder y según lo que tú sabes selecciona las ideas incorrectas y explica el por qué?



A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

4. Cuando llega el verano en Argentina, las personas guardan la ropa de invierno con un antipolillas (unas esferas pequeñas de alcanfor, naftalina,...). Al sacarla en otoño, las bolas han disminuido de tamaño o han desaparecido, no dejando restos de líquido en la ropa.



a. ¿Qué cambio de estado se ha producido?

b. ¿Por qué crees que ocurrió esto?

c. ¿Cómo puedes representar este cambio? Dibújalo.

d. ¿Dónde estarán las antipolillas?

5. Los ambientadores líquidos que deben enchufarse a la red eléctrica para que dispersen el olor se basan en provocar un cambio de estado en el ambientador.



a. ¿Cuál cambio de estado se presentó?

b. ¿A qué se debe que puedan dispersar el olor por el lugar?

c. Realiza un dibujo sobre la forma como se distribuyen las partículas.

6. Un día soleado, Juan al terminar su entrenamiento de futbol compra una gaseosa fría, al rato observa que el envase de su gaseosa se recubre de agua.



a. ¿Cómo explicarías lo que sucede?

b. ¿Será posible que allí se halla presentado algún cambio?

7. Si observas el hombre de las imágenes, este desea comprimir los siguientes materiales



Aire

agua

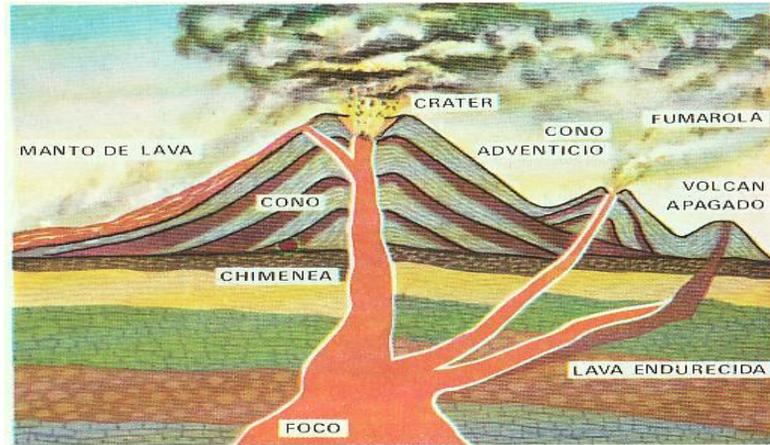
adobe

a. ¿Cuál de ellos le dará mayor dificultad?

b. ¿Cuál menor dificultad?

c. ¿Qué características poseen estos materiales para que lo permitan o lo dificulten?

8. El pasado fin de semana el volcán Galeras tuvo una erupción y todas las personas tuvieron que alejarse del lugar. Días después regresaron y encontraron que la montaña estaba cubierta de ceniza y roca volcánica.



a. ¿Cuáles son los estados de agregación presentes allí y donde los encontramos?

b. Teniendo en cuenta los estados de agregación y los cambios que presentan, explica cómo se dan estos en una erupción volcánica. Y cómo interviene la temperatura y el calor.

c. Tomando en cuenta que el foco del volcán es una cámara con agua, gases y roca fundida a altas temperaturas, ¿cómo explicarías el comportamiento de las partículas dentro de dicha cámara?
