

**OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EVIDENCIADOS EN EL PROGRESO
DE LAS REPRESENTACIONES MENTALES DE LOS ESTUDIANTES DE
TERCER GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD
GOMEZ PARA LA DIFERENCIACIÓN DE LOS CONCEPTOS SUSTANCIA Y
MATERIAL.**

**MÓNICA CECILIA MUÑOZ ACEVEDO
YESENIA MEJIA MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES**

**MEDELLÍN
2009**

**OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EVIDENCIADOS EN EL PROGRESO
DE LAS REPRESENTACIONES MENTALES DE LOS ESTUDIANTES DE
TERCER GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD
GOMEZ PARA LA DIFERENCIACIÓN DE LOS CONCEPTOS SUSTANCIA Y
MATERIAL.**

**MÓNICA CECILIA MUÑOZ ACEVEDO
YESENIA MEJIA MARTINEZ**

**ASESORA
MAGISTER LUCILA MEDINA DE RIVAS**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES**

**INVESTIGACIÓN MONOGRAFICA
LINEA DE INVESTIGACIÓN: RELACIÓN PEDAGOGIA-CIENCIA: MODELOS
MENTALES, MODELOS CONCEPTUALES Y MODELIZACIÓN**

**MEDELLÍN
2009**

CONTENIDO

	Pág.
1. Marco de antecedentes	10
1.1 Planteamiento del problema y justificación	10
1.2 Objetivos	14
2. Marco referencial	16
3. Marco teórico	27
3.1 Desde la línea de investigación.	28
3.1.1 Noción de obstáculo epistemológico	28
3.1.2 Teoría de los modelos mentales	34
3.1.3 Teoría de aprendizaje significativo	38
3.2 Desde la disciplina o concepto.	41
3.2.1 Concepto de sustancia	41
3.2.3 Concepto de material	46
4. Marco metodológico	50
4.1 Enfoque metodológico	52
4.2 Diseño metodológico	53
4.2.1 Población	55
4.2.2 Muestra	55
4.3 Fases de la investigación	57
4.3.1 Fase de indagación de ideas previas	58
4.3.3.1 Cuest. Indagación ideas previas concepto sustancia.	58
4.3.3.2 Cuest. Indagación ideas previas concepto material	60
4.3.3.3Entrevista (Semi- estructuradas)	61
4.3.2 Fase de intervención de las docentes investigadoras	61
4.3.3 Fase de indagación del progreso conceptual	68
4.3.3.2 Cuestionario imagen en un contexto	68
4.3.3.1 Cuestionario de jerarquización de conceptos.	70

5. Categorización y organización de la información	71
5.1 Categorización información cuant. de indagación de ideas previas	73
5.2 Categorización información cuant. de indagación progreso conceptual	76
6. Análisis y discusión de resultados	81
6.1 Análisis información fase de indagación de ideas previas.	81
6.1.1 Análisis del tipo de aprendizaje adquirido por los estudiantes	81
6.1.2 Análisis de los modelos mentales de los estudiantes.	82
6.1.3 Análisis de los obstáculos epistemológicos	85
6.2 Análisis información fase de intervención del docente-investigador.	89
6.3 Análisis de la información obtenida referente al progreso conceptual	92
6.3.1 Análisis tipos de aprendizaje adquirido por los estudiantes	92
6.3.2 Análisis de los modelos mentales	94
6.3.3 Análisis de los obstáculos epistemológicos	95
7. Conclusiones	97
8. Recomendaciones e implicaciones	98
9. Bibliografía	99
10. Anexos	106

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

	Pág.
Figura No, 1. Proceso cíclico de la investigación cualitativa.	51
Figura No 2: Ubicación de la Institución Educativa Héctor Abad Gómez.	54
Figura No 3: Cuestionario de selección de la muestra	56
Figura No. 4: Cuestionario de indagación de ideas previas para el concepto de sustancia.	59
Figura No. 5: Cuestionario de ideas previas para el concepto de materiales	60
Figura No. 6: Lectura “La gota viajera”	63
Figura No. 7: Lectura “Como puedes obtener los materiales”.	64
Figura No.8: Práctica de laboratorio.	66
Figura No. 9: Proyecto Creativo	67
Figura No.10: Cuestionario # 1 empleado para evidenciar obstáculos epistemológicos luego del progreso conceptual.	69
Figura No 11: Cuestionario #2 empleado para evidenciar obstáculos epistemológicos luego del progreso conceptual	70
Figura No 12: Red sistémica sobre las representaciones de los estudiantes respecto al concepto de sustancia y material.	73
Figura No 13: Matriz sobre Principios de la naturaleza de los modelos mentales según Jhonson Laird (1996)	74
Figura No 14: Matriz sobre Obstáculos epistemológicos de acuerdo a la teoría de Gastón Bachelard (1976).	75
Figura No 15: Red sistémica sobre las justificaciones dadas por	77

los estudiantes respecto a la información obtenida en el cuestionario # 1 de indagación del progreso conceptual.

Figura No 16: Matriz del cuestionario #2 respecto a las representaciones de los materiales y sustancias que se encuentran en una cocina.	78
Figura No 17: Matriz sobre Principios de la naturaleza de los modelos mentales según Jhonson Laird (1996)	79
Figura No 18: Matriz sobre Obstáculos epistemológicos de acuerdo a la teoría de Gastón Bachelard (1976).	80
Figura No 19: respuesta del estudiante A2 de la segunda pregunta del cuestionario # 2 de indagación de ideas previas	85
Grafico -1. Evidencia de obstáculos epistemológicos	88
Figura No 20: Respuesta de estudiante A1 de la tercera pregunta del cuestionario dos de indagación de ideas previas.	88
Fig. 21 b. respuesta del estudiantes A4 cuestionario -2 progreso conceptual	93
Fig. 21 a. respuesta del estudiante A2 cuestionario -2 progreso conceptual	93
Grafico -2. Evidencia del progreso conceptual	94
Grafico -3. Evidencia del progreso del modelo mental	95
Grafico -4. Evidencia de los obstáculos epistemológicos	96

**OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EVIDENCIADOS EN EL PROGRESO
DE LAS REPRESENTACIONES MENTALES DE LOS ESTUDIANTES DE
TERCER GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HÉCTOR ABAD
GÓMEZ PARA LA DIFERENCIACIÓN DE LOS CONCEPTOS SUSTANCIA Y
MATERIAL.**

Resumen: El trabajo presenta una investigación cualitativa, enmarcada dentro de un enfoque metodológico en el cual se ha elegido como estrategia el estudio de caso tipo descriptivo, realizada en la Institución Educativa Héctor Abad Gómez ubicada en la comuna 10 “La Candelaria” zona centro de Medellín, con un grupo de estudiantes de grado tercero de primaria de los cuales fueron seleccionados seis estudiantes para el estudio y contrastación de posibles obstáculos epistemológicos, además del progreso de las representaciones mentales para la diferenciación de los conceptos de sustancia y material. El marco teórico de la investigación se enmarca en la perspectiva de Obstáculos Epistemológicos (Bachelard, 1976) y las Teorías de Modelos Mentales (Jhonson Laird, 1996) y Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2000).

PALABRAS CLAVES: *Modelos mentales, obstáculos epistemológicos, aprendizaje significativo, progreso conceptual, estudio de caso, conceptos de sustancia y material.*

La investigación fue desarrollada en un periodo de tiempo organizado en tres fases:

- a. **Primera fase:** Indagación de ideas previas, para identificar las realidades construidas por los estudiantes y a partir de allí analizar cuáles de estas construcciones y/o representaciones podrían constituirse como posibles obstáculos epistemológicos.

- b. Segundo fase:** Intervención del maestro investigador en donde se busca establecer un mayor acercamiento frente a las explicaciones propiciadas por los estudiantes de situaciones y/o fenómenos particulares donde se involucran los conceptos de sustancia y materiales, de esta forma se logra interactuar con el contexto propio del estudiante.

- c. Tercera fase:** Indagación del progreso conceptual de los estudiantes respecto a la diferenciación entre los conceptos de sustancia y material.

Los resultados del estudio aportan para la:

- a. Primera fase:** Información sobre las ideas previas de los estudiantes, donde se evidenciaron posibles obstáculos epistemológicos, predominando las concepciones espontáneas e inducidas, en un lugar intermedio el tipo pragmático y utilitario, y menos frecuente el conocimiento general y el léxico verbal, obstáculos epistemológicos que al parecer han sido adquiridos a través de las interacciones del estudiante con su contexto socio-cultural, mientras que aparentemente la muestra no presentó obstáculos de tipo animista ni analógico.

Con relación a los principios de la naturaleza del modelo mental de los estudiantes se evidenciaron los principios del finito, constructivismo, economía, no indeterminación, predicabilidad e innatismo e identidad estructural, salvo que no se apreciaron los principios de computabilidad y número finito de primitivos conceptuales, además en consideración a la tipología de los modelos mentales, se encontró gran afinidad respecto al tipo de aprendizaje representacional que presentaron los estudiantes, dado que el modelo mental identificado correspondió a modelos que representan el mundo físico, específicamente el modelo de imágenes debido a que particularizan los conceptos a ejemplos concretos lo que

esta en estrecha relación a la adquisición de ideas que tienen un origen cotidiano.

- b. Segunda fase:** Las estrategias de enseñanza empleadas para la formación y diferenciación de los conceptos sustancia y materiales afines al modelo conceptual de sustancia y material fueron fructíferas ya que se pudo notar un despertar de intereses referente a la temática en casi la totalidad de los estudiantes, esto se pudo apreciar a partir de las preguntas curiosas realizadas, que a su vez propiciaron inquietudes en sus compañeros; durante este proceso posiblemente hubo apropiación de un lenguaje más elaborado y próximo al modelo conceptual de sustancia y material, dado que los estudiantes obtuvieron una mayor comprensión de los conceptos a medida que se avanzaba en los procesos de enseñanza, por lo cual se puede afirmar que se estaban satisfaciendo las condiciones para la adquisición de un aprendizaje significativo.
- c. Tercera fase:** El reconocimiento de la persistencia de posibles obstáculos epistemológicos, donde es importante resaltar que los obstáculos de concepciones espontáneas, conocimiento pragmático y utilitario, además del verbal, en contraposición a las concepciones inducidas y conocimiento general donde se evidencio una superación no significativa. De igual forma no se presentaron nuevos obstáculos diferentes a los ya descritos en las fases de indagación de ideas previas e intervención de aula.

Una contrastación teórica entre los conocimientos previos de los estudiantes y la nueva información ya que se adquirió nuevos significados teniendo un acercamiento al tipo de aprendizaje de conceptos dado que en sus representaciones mentales se evidenció la asimilación de un cierto rango de abstracciones y atributos particulares

de los conceptos sustancia y material de esta forma se aprecia el establecimiento de una diferenciación progresiva de dichos conceptos.

En correspondencia a la adquisición de un aprendizaje tipo conceptual fue notorio la ampliación de los principios de la naturaleza que definen el modelo mental de los estudiantes, manifestando en sus representaciones mentales la apropiación del principio de computabilidad, en cuanto al principio de número finito de primitivos conceptuales, único principio de la naturaleza de los modelos mentales no hallado dado que se considera guarda estrecha relación con el tipo de aprendizaje proposicional que no fue evidenciado en la investigación.

Con respecto a lo anterior, en cuanto a la tipología de los modelos mentales se encontraron los modelos relacional, temporal, y de imagen, evidenciándose de esta manera el progreso conceptual de los estudiantes al observar una diferenciación progresiva de su pensamiento intuitivo, pasando de una visión del concepto de sustancia y material basada en el realismo ingenuo a una mas amplia y contextualizada.

En conclusión la investigación aporta fundamentos teóricos trascendentes para el estudio y análisis de los posibles obstáculos epistemológicos evidenciados para la diferenciación de los conceptos de sustancia y material en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la escuela, dado que estos influyen de forma determinante en el proceso de construcción y comprensión de los conceptos, donde es importante considerar la influencia del contexto sociocultural en las representaciones mentales de los estudiantes, y por ende en la ampliación del modelo mental y los tipos de aprendizaje que afianzan la superación de obstáculos epistemológicos y el progreso conceptual.

La principal implicación didáctica de la ausencia de estas conceptualizaciones de los contenidos de la Química es la necesidad del uso temprano de los conceptos de sustancia y material en los procesos de enseñanza para facilitar

la profundización de su significado en niveles superiores, además de plantear las concepciones de los estudiantes en términos de obstáculos para identificar aquellas pertenecientes a un realismo ingenuo y lograr superarlas a partir de la construcción de nuevas explicaciones próximas al modelo conceptual de sustancia y material, eje central de la presente investigación.

Desde esta perspectiva, esta investigación deja puertas abiertas, a estudiar si los obstáculos epistemológicos para un concepto específico puede superarse de forma definitiva, o si por el contrario puede reaparecer en la estructura cognitiva de los estudiantes.

CAPITULO 1

MARCO DE ANTECEDENTES

“El hombre animado por el espíritu científico, sin duda desea saber, pero es por lo pronto para interrogar mejor”

Gastón Bachelard

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En el contexto sociocultural actual de nuestro país resulta de vital importancia indagar diversos obstáculos de índole epistemológicos que podrían retrasar el progreso y/o evolución de las representaciones mentales de los estudiantes, lo cual exige reconocer que no es posible enseñar cuando no se comprende por qué no aprenden los estudiantes. En pro de facilitar la construcción de nuevos significados afines a un modelo conceptual es pertinente considerar las concepciones de los estudiantes en términos de obstáculos.

Son pocas las investigaciones encontradas donde se hace referencia a los obstáculos epistemológicos presentes en las representaciones de los estudiantes respecto a los conceptos sustancia y material. Para efecto, la mayoría de estas se fundamentan en las ideas previas de los estudiantes como se apreciará más adelante, por tal razón es pertinente reconocerlos puesto afectan la disponibilidad de los individuos para construir el concepto empírico de sustancia y material.

El estudio de Arboleda Zamora referente a obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños en edad escolar expone que en los procesos de enseñanza-aprendizaje no solo ciertas palabras técnicas pueden inducir a dificultades de comunicación

sino también ciertos términos de uso común¹. Entre diversos aspectos, cabe resaltar que la noción de nube es definida como "aire", "gas" sin hacerse referencia a una masa de vapor de agua suspendida en la atmósfera y el vapor de agua como "gas" "humo transparente". De igual forma el estado líquido, es considerado como todo lo que se puede tomar y cuando se pone en un trasto se mueve y se puede regar. También, se considera al aire como el viento que sopla.

Desde la disciplina, tanto en la educación primaria como en secundaria, es de especial interés enseñar los diferentes conceptos básicos relacionados con la química, entre los que algunos investigadores citan como los más importantes y fundamentales "átomos, moléculas e iones, sustancia, enlace químico, forma y geometría moleculares, teoría cinética, reacción química & energía" Gillespie (1997) cabe anotar de que a pesar de la transcendencia que toma el significado del concepto de sustancia y de que se incluya en diversos procesos químicos, no es clara y específica su definición y relevancia, lo que crea la necesidad de indagar el por qué se presenta esta situación y cómo influye esta en el ámbito escolar. En el caso de que la enseñanza no introduzca antiguas definiciones empíricas de sustancias se pueden inducir problemas de aprendizaje. Uno de ellos será la dificultad de los estudiantes en diferenciar mezcla y compuesto (Sanmartí 1989), y otro consistirá en no saber distinguir el cambio físico del químico, ya que no dispondrán de criterios empíricos para saber si se conservan o no las sustancias cuando interaccionan (Johnson 1996).

A pesar de la importancia de dicho concepto, en recientes estudios se ha evidenciado que este "se utiliza sin una clara distinción en la vida cotidiana y escolar como sinónimo de otros conceptos como materia, producto, materiales, objetos, etc". Kind (2004); Krnel (1998, 2003, 2005) lo que a llevado a realizar una inadecuada interpretación por parte de los estudiantes lo que podría significar un posible obstáculo de aprendizaje a la hora de abordar otros

¹ Mora Zamora. obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar.

conceptos estrechamente relacionados, por lo que ha sido complicado observar buenos resultados en el nivel de aprendizaje de los estudiantes (cuando no se sabe de donde proceden) a los cuales se les ha impartido dicha asignatura, Johnstone (2000).

Por lo anterior, consideramos que en la escuela es de vital importancia abordar el concepto de sustancia ya que a partir de su significación y si es necesario de su resignificación se pueden sentar unas buenas bases teóricas, conceptuales y procedimentales que ayuden a tomar una posición clara al respecto cuando se tenga que disponer de este concepto para la construcción de otros conceptos relacionados, como lo afirman algunos investigadores, *“el concepto de sustancia es la base para aprender otros conceptos más abstractos como materia, estados de la materia, cambio físico y cambio químico, elemento, compuesto, mezcla, combinación, etc.”*, Sosa (1999, 2004); Spencer (2000).

Igualmente en la vida cotidiana, este concepto tiene un valor agregado ya que a partir de él se desprende todo un legado cultural (conocimiento común) creado de las experiencias de las personas en relación a sus beneficios, perjuicios y peligrosidad, de donde cobra sentido y el cual se trasmite de generación en generación siempre teniendo el mismo valor o mucho más, Solomonidou (2000)².

La enseñanza de las ciencias es difícil, debido a que las propuestas de aprendizaje de conceptos, prácticas de laboratorio, resolución de problemas, evaluación, entre otros, no han sido coherentes con los desarrollos científicos y principalmente con el avance de las investigaciones acerca de la naturaleza de las ciencias; Estas situaciones según Mosquera (2000) generan falencias en los docentes a la hora de diseñar las estrategias de aprendizaje, ya que no

² Enseñanza de las ciencias, 2005. Numero extra. VII congreso. Sosa Fernández, Plinio, Buscando coherencia en la estructura básica de la química. Una propuesta pedagógica.

cuentan con unos marcos conceptuales sólidos que permitan adecuar el conocimiento científico al aula y por tanto se ven abogados a recurrir a practicas tradicionalistas siendo su única herramienta didáctica, a utilizar, en la enseñanza de las ciencias, el libro de texto escolar, lo cual genera unos problemas que son considerados por investigadores como Simpson (1994) muy preocupantes.

Estos problemas son los siguientes:

1. Llevan a crear en el estudiante rechazo hacia el estudio de las ciencias no solamente en su formación básica si no también profesional.
2. Contribuyen a seguir reforzando los conceptos espontáneos del sentido común soportados en modelos compatibles con posturas epistemológicas inductivistas y realistas ingenuas.

Estudios realizados recientemente en educación, evidencian una creciente preocupación en torno a la enseñanza y aprendizaje del concepto de sustancia; Ahtee (1998); Azcona (2004); Driver (1999); Furio (2000); Johnson (1996, 2000, 2002); Mammino (2001,2002); Sánchez Blanco (2003); Solomonidou (2000); Sosa (1999, 2004) Por lo cual es de interés analizar dicha problemática a nivel local, con el fin de comparar con otras investigaciones cuáles pueden ser las influencias y/o obstáculos más comunes para que se de esta situación a nivel escolar.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

Los estudiantes entre siete y doce años de edad de la Institución Educativa Héctor Abad Gómez (H.A.G.) disponen en el léxico del área de ciencias naturales de ciertos obstáculos epistemológicos que no le permiten construir representaciones adecuadas para la diferenciación de los conceptos sustancia y material, que los conllevan a confusiones sobre un fenómeno o hecho, de tal manera, cuando tratan de comprender y explicar tales conceptos, elaboran

construcciones personales con base a lo que hay en su entorno inmediato, también a partir de su interacción cotidiana con las personas que lo rodean y con los medios masivos de comunicación. De esta forma, realizan descripciones de los conceptos sustancia y material a partir de sus sensaciones.

En consideración de lo anterior, nuestra investigación busca dar posibles respuestas a las siguientes preguntas:

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

¿Cuáles son los obstáculos epistemológicos que persisten en el progreso conceptual para la diferenciación de los conceptos sustancia y material en los estudiantes de 3° de la I.E.H.A.G?

PREGUNTAS AUXILIARES:

¿Cuáles son las representaciones de los estudiantes sobre los conceptos sustancia y material antes y después de la intervención del docente-investigador?

¿Cómo progresan las representaciones de los conceptos sustancia y material en los estudiantes de 3° de la I.E.H.A.G, después de la intervención del docente-investigador?

1.2 OBJETIVOS

GENERAL.

Determinar la persistencia de obstáculos epistemológicos en el progreso conceptual de los estudiantes para la diferenciación de los conceptos sustancia y material.

ESPECIFICOS.

- Reconocer las representaciones mentales de los estudiantes para la diferenciación de los conceptos sustancia y material.
- Determinar el progreso conceptual de los estudiantes para la diferenciación de los conceptos sustancia y material.

CAPITULO 2

MARCO REFERENCIAL

Dentro de los estudios consultados respecto a la problemática objeto de estudio de esta investigación, a continuación se resaltan los aspectos más importantes que fortalecerán y servirán de base para la fundamentación teórica y argumentativa del presente estudio.

A pesar del esfuerzo realizado en el ámbito educativo, según Gallego Torres y otros (2008)³ por introducir la enseñanza de las ciencias en la educación infantil, la experiencia y la noción de ciencia que tienen la mayoría de los niños al terminar la primaria es mínima, por no decir nula. Al respecto, los maestros suelen argumentar que pese al gran interés de los niños por la ciencia en sus primeros años de escolaridad, éstos se enfrentan a obstáculos como: el entorno familiar, la excesiva carga académica por parte de las instituciones escolares, la falta de preparación docente y muchas veces a la falta de aptitudes por parte de los estudiantes.

En el caso de los niños y niñas, se asume que antes de la escolaridad, construyen conceptos de carácter espontáneo y durante la misma, conceptos de carácter científico o no espontáneos. Ya sea conceptos espontáneos o científicos implican de un proceso de consolidación o elaboración, es decir, de un desarrollo y de un proceso de orientación, ya que estos no se asimilan, aprenden o adquieren a través de la memoria, sino que se requiere una gran actividad de su propio pensamiento.

³Gallego Torres, Adriana; Castro Montaña, John y Rey Herrera, Johanna (2008). El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Volumen 2, no.322- 29

Desde esta perspectiva, la formación y el pensamiento científico en los niños es un problema que llama la atención de los investigadores desde hace varias décadas. A este respecto Driver, Guesne y Tiberhien (1989)⁴, expresan que transformar la naturaleza de la ciencia en un objeto de enseñanza para los niños y las niñas requiere de especial atención, dado que los modelos científicos que los niños elaboran del mundo que los rodea, son pensamientos y concepciones dirigidas por la percepción, ya que los niños tienden a basar inicialmente sus razonamientos en las características observables de una situación problemática.

En este sentido, Gómez Crespo y otros⁵, retoman a Schollum y Happs (1983) en su libro, quienes en sus investigaciones han revelado algunas de las barreras para el entendimiento y la comprensión a las que se ven enfrentados tanto estudiantes como profesores, siendo precisamente la más importante el problema de lo inobservable, es decir, lo que no se puede percibir por medio de los sentidos y que por este motivo necesita de un alto nivel de abstracción para ser comprendido, que en la mayoría de los casos los estudiantes no lo tienen, debido al parecer, que en el proceso de enseñanza y aprendizaje en numerosas ocasiones no se educa para analizar e interpretar sino para memorizar.

A este respecto, Mora Zamora (2003)⁶ analiza en su estudio “Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar” que los estudiantes presentan una serie de obstáculos epistemológicos en el proceso de construcción de los conceptos científicos que se estudian a nivel de enseñanza primaria. En este estudio se

⁴Driver, R., Guesne, E. y Tiberhien, A. (1989). Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. Ideas en la infancia y en la adolescencia. Madrid, Editorial Morata.

⁵Gómez Crespo, Miguel Ángel; Pozo Juan Ignacio; Gutiérrez Julián, María Sagrario. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. Educación Química., 15(3), 198-209.

⁶Mora Zamora, Arabela (2003). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. Revista de las sedes regionales. Universidad de Costa Rica. Volumen III, Número 5.

estableció la extensión, composición, conocimiento y uso del léxico científico que manejan cotidianamente los niños de enseñanza primaria, además se describen las limitaciones que tienen para elaborar concepciones o representaciones conceptuales del mundo que los rodea.

Con base en lo anterior otros autores, Pozo (1989)⁷, coinciden que en enseñanza de las ciencias, la experiencia básica se torna en un obstáculo para el aprendizaje de conceptos por parte de los estudiantes, dado que son bastante estables y resistentes al cambio y por lo general son compartidos por muchas personas de diferentes edades, contextos culturales y formación, de ahí que para facilitar el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales, el docente deba conocer inicialmente los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre algún tema o concepto, para luego hacer que estos tomen conciencia acerca de sus propias ideas, ya que sólo haciéndolas explícitas y siendo conscientes de ellas, lograrán modificarlas.

Siguiendo en la misma línea, según Astolfi citado por Palacios (1993)⁸, afirma que otros obstáculos epistemológicos diferentes a la experiencia básica deben tratarse globalmente, dado que si se tratan estos obstáculos puntualmente se corre el riesgo de ocuparse más de manifestaciones contingentes que de su raíz, pero si se tratan globalmente, puede producirse una transferencia efectiva del aprendizaje mediante el uso de un modelo explicativo alternativo, que le permita al estudiante darse cuenta del carácter limitado de su concepción, para que así pueda ir construyendo otra gradualmente.

De igual forma, según Pozo citado por Mora Penagos (2003)⁹ en su libro, a manifestado que el estudiantado, de educación básica y media, asume reglas de razonamiento espontáneo al intentar explicar fenómenos científicos, estas

⁷ Pozo, J. 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.

⁸Palacios, Carlos. 1993. Diez años de Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Educación y Ciencia.

⁹ Mora Penagos, William Manuel, García Martínez Álvaro. (2003). Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado. Colección investigaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

reglas se convierten en posibles obstáculos de aprendizaje dado que a través de ellas no se da una explicación clara y coherente a dichos fenómenos, sino que por medio de éstas se tienden a explicar los cambios y no los estados, se suelen recurrir a explicaciones de correspondencia entre causa-efecto y semejanzas entre los hechos y los modelos que los explican, además de buscar las causas de los hechos en fenómenos inmediatos, es decir, hay un pensamiento dominado por lo perceptible.

Recientes investigaciones como la realizada por Gallego-Cázares y Garriz-Ruiz (2001)¹⁰, en un sentido más amplio señalan que desde los primeros estudios sobre ideas previas se ha considerado que estas tienen un cierto nivel de organización en la mente de los sujetos. Estas formas de organización se presentan según estos autores en dos grandes extremos, por un lado se consideran que las ideas de los estudiantes son elementos fragmentados de pensamiento cuya organización obedece a ciertos mecanismos mentales que permite darles una estructura, mientras que desde otro punto se considera que las ideas reflejan apenas una pequeña parte de lo que constituye una teoría del sujeto que en la mayoría de los casos permanece implícita.

Con respecto a lo anterior, los autores del estudio plantean que para comprender los conceptos y leyes de una teoría científica, como la estructura de la materia y los fenómenos que ésta describe y explica, los estudiantes deberían construir modelos mentales capaces de propiciar explicaciones y predicciones coincidentes con los científicamente aceptados. Sin embargo, este proceso no parece tener éxito para la mayoría de los estudiantes que aun presentando modelos que brindan explicaciones y predicciones sobre los fenómenos físicos, éstos no coinciden con los científicos, porque su base teórica no se argumenta desde las teorías científicas sino desde la cotidianidad.

¹⁰ Estudio sobre la representación continua y discreta de la materia en estudiantes de química. (2004). Estudio incluido en la revista Educación química, 15(3), 60-68.

Igualmente Pozo, J y otros (2000)¹¹, en el apartado de su libro llamado “Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al científico” intentan dar respuesta a la pregunta ¿Por qué es difícil aprender química? en relación a la interacción entre las características específicas de la disciplina y la forma en que los alumnos aprenden. En el texto se muestra, como a través de la química en la educación secundaria, se intenta que los estudiantes comprendan y analicen las propiedades y transformaciones de la materia; pero para conseguirlo tienen que enfrentarse a un gran número de leyes y conceptos, algunos con un alto nivel de abstracción, por tal motivo, necesitan establecer conexiones entre ellos y los fenómenos estudiados y como si fuera poco se enfrentan a la necesidad de utilizar un lenguaje altamente simbólico y formalizado junto a modelos de representación analógicos que ayudan a la representación de lo no observable.

Por lo anterior, de acuerdo con Pozo, el estudio de la química requiere una comprensión más allá de las apariencias y de lo observable, ya que estas solo cobran sentido cuando se establece algún tipo de relación entre los conceptos dentro del modelo marco teórico en el que se enmarcan en una disciplina en específico, donde se requieren la utilización de esquemas de interacción y equilibrio (principios epistemológicos, ontológicos, conceptuales) para poder dar un sentido lógico y coherente a dicha formación de conceptos en química.

En consideración a lo anteriormente expuesto, Nappa, Insausti y otros (2000)¹² en su estudio sobre “Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución” realizan un análisis de las dificultades que intervienen en la construcción de representaciones mentales en algunos conceptos de la química, relacionados en especial con la diversidad de la materia (estados de agregación, sistemas homogéneos y heterogéneos, mezclas, sustancias puras) y los materiales, teniendo como resultado que los

¹¹Pozo Muncio, Juan Ignacio; Gómez Crespo, Miguel Ángel. (1998) Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al científico. Ediciones Morata, España.

¹² Nappa, Insausti y otros (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. Vol. 2(3), 344-363.

estudiantes operan con diferentes ideas previas con relación a la estructura de la materia, y por ende los modelos mentales que producen estarán influenciados por esas concepciones, lo que se vera reflejado al momento de dar explicaciones con relación al tema propuesto. Esta situación evidencia lo importante y pertinente que es indagar las ideas previas de los estudiantes con el fin de determinar cual es la posición que se tiene a partir de ellas como subsumidores para relacionar adecuadamente otras concepciones con un mayor nivel de complejidad y la influencia de estas en la formación de conceptos científicos.

En igual perspectiva, Anderson (1990)¹³ en su estudio “Pupils’ Conceptions of Matter and its transformation”, “Las Concepciones de alumnos de Materia y su transformación” describe como los estudiantes de distintas edades, muestran una concepción continua de la materia, es decir, mantienen una representación macroscópica basada en la apariencia directa de la realidad, que concibe la materia como continua, estática y sin espacios vacíos entre sus partes, pensamiento determinado por lo observable en la vida diaria (realismo ingenuo) con la cual se encuentran más familiarizados; mientras que otros estudios como el realizado por Trinidad y Garritz, (2003)¹⁴ “Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia” muestran que de manera simultánea y ante la presión del investigador algunos estudiantes expresan la existencia de una representación de partículas, la que aumenta en proporción de sus adeptos cuando los estudiantes avanzan en edad e instrucción, a la que se refieren como concepción discreta.

Estas investigaciones sugieren que los estudiantes utilizan dos formas de representación: una continua y otra discreta lo que se refleja en la dificultad que

¹³ Andersson, B. (1990). Pupils’ Conceptions of Matter and its transformation, (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.

¹⁴ Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, *Educación Química*, 14(2), 72-85.

existe para que los estudiantes establezcan la conexión entre su visión microscópica y el mundo macroscópico, o bien se refleja en el traslado de las propiedades macroscópicas a las partículas microscópicas.

En este sentido, Furio Carles y Domínguez (2005)¹⁵ en “Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico” abordan las dificultades que presentan los estudiantes con relación a las diferentes ideas previas que estos exteriorizan con respecto al concepto de sustancia más específicamente a la representación que tienen desde el punto de vista microscópico o macroscópico siendo esta última la que más se presenta en la educación y cotidianidad, siendo por tal motivo funcional cuando se enfrenta a la resolución de algún tipo de problemas en particular.

De igual modo, Roletto y Piacenza (1993) presentan otro estudio en educación llamado “¿Es necesario construir el concepto de sustancia? en el que se aborda el concepto de sustancia pura el cual ocupa una posición importante en la enseñanza y aprendizaje de la química, al tiempo que hace parte del lenguaje escolar de los estudiantes. Esta investigación muestra una posible clasificación para concepciones presentes en los estudiantes de básica o de niveles más avanzados en educación para el concepto de sustancia: “No mezcla, producto natural, producto no pulido, elemento, partícula del mismo tipo”¹⁶; de lo cual se puede concluir que el modelo microscópico del concepto es el menos evocado espontáneamente.

Los resultados de este estudio muestran que los docentes deben trabajar con los estudiantes para la formación del concepto de sustancia pura, a escala microscópica, dado que es donde se presenta la mayor dificultad debido al

¹⁵ Furio, Carles-Màs y Domínguez-Sales, Consuelo. (2007) Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. Enseñanza de las ciencias, 25(2), 241-258.

¹⁶ Roletto, Ezio y Piacenza, Bruno, (1994). ¿Es necesario construir el concepto de sustancia?. Aster 18, Paris.

nivel de abstracción que se debe manejar y en el cual no se ha “entrenado” a los estudiantes.

Azcona, Furió y otros (2003)¹⁷ describen en su estudio sobre “¿Cómo se puede favorecer una buena comprensión de la cantidad de sustancia y el mol en una clase de bachillerato?”, el análisis del significado de una buena comprensión de los conceptos de la química, así como lo que representan al resolver el problema macroscópico de las sustancias, ya que a partir de allí se puede realizar una buena interacción y asociación con otros conceptos de mayor complejidad y de alguna manera formar una red conceptual sólida que contribuya a un aprendizaje de conceptos duradero y a largo plazo.

Igualmente Domínguez-Sales, M.C. y Furió-Mas, C, (2005)¹⁸ en “Aprendiendo de la historia y la filosofía de las ciencias: Deficiencias en la enseñanza de los conceptos macroscópicos de sustancia y de cambio químico” muestran la existencia de numerosas dificultades en el aprendizaje de la química con relación a la definición operacional (empírica) del concepto de sustancia requisito fundamental en la comprensión de otros conceptos relacionados, como los de compuesto y proceso químico como cambio sustancial.

En este sentido, el caso de que la enseñanza no introduzca estas antiguas definiciones empíricas de sustancia y reacción química se pueden inducir a problemas de aprendizaje, entre los que se pueden mencionar la dificultad de los estudiantes en diferenciar mezcla y compuesto y el no saber distinguir el cambio físico del químico, ya que no dispondrán de criterios empíricos para saber si se conservan o no las sustancias cuando interaccionan, de la misma manera hace énfasis en el conocimiento y manejo que debe tener el docente acerca de los problemas y soluciones dadas por los dos principales modelos

¹⁷ Azcona, R., Furió, C., Intxausti, S e Irizar, M. (2005). ¿Cómo se puede favorecer una buena comprensión de la cantidad de sustancia y el mol en una clase de bachillerato?. Enseñanza de las ciencias, Numero extra, VII congreso.

¹⁸ Domínguez-Sales, M.C. y Furió-Mas, C, (2005). Aprendiendo de la historia y la filosofía de las ciencias: diferencias en la enseñanza de los conceptos de sustancia y de cambio químico. Enseñanza de las ciencias, Numero extra, VII congreso.

históricos utilizados en la enseñanza de la química (el macroscópico empirista y el microscópico atomista) a la historia de las ciencias, los cuales pueden servir al docente para organizar los contenidos que van a enseñar de manera que se puedan establecer oportunas relaciones macro-micro cuando se presentan aquellos conceptos en el marco del modelo atómico-molecular de la materia.

Esta investigación es de vital importancia ya que a través de ella se muestra un análisis histórico de los avances cualitativos que dieron lugar a la definición de sustancia en el ámbito macroscópico argumentó base de nuestro estudio, ya que a partir de este se logrará otorgar una diferenciación con el concepto de material en la enseñanza de la química..

Asimismo, Bouma, Brandt, y Sutton (1990)¹⁹ muestran en su estudio, “Words as Tools in Science Lessons”, “Las palabras como las Herramientas en las Lecciones de la Ciencia” que la mayoría de los estudiantes entienden el término “sustancia pura” como “no mezcla” y “sin contenido dañino”, aclarando que cuando se investigó el significado de la palabra “puro” en si misma, tenían la idea de “transparente o sin mezcla”, incluso ideas que hacían referencia a “limpio, brillante, bonito, como debe ser y correcto”, además de indicar que aunque la palabra “material” se utiliza para designar cualquier tipo de materia o “cosa” que se pueda observar o detectar en el mundo que nos rodea, los niños inicialmente pueden utilizar la palabra o término para representar las cosas que se necesitan para hacer objetos, por ejemplo, ladrillos para construir los edificios, entre otros.

Igualmente Briggs y Holding (1986)²⁰, en su investigación “Aspects of secondary student’s understanding of elementary ideas in chemistry”, “Los aspectos de estudiantes de secundaria que están entendiendo de ideas

¹⁹ Bouma, H; Brandt, I y Sutton, C. (1990). “Words as Tools in Science Lessons”, Chemiedidactiek, University of Amsterdam.

²⁰ Briggs, H y Holding, B. (1986). Aspects of secondary student’s understanding of elementary ideas in chemistry Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.

elementales en la química” muestran que en ciencias la palabra “material” da una visión más amplia, que la palabra “sustancia (química)” la cual tiene el significado específico de una clase de materia homogénea de composición definida. Además de señalar que la mayoría de los materiales encontrados por los niños en la vida cotidiana son mezclas y por tanto, desde el punto de vista científico, no se pueden considerar como “puros”. Sin embargo, algunos materiales (como el aire, el agua, la miel, el yogurt y otros alimentos) se etiquetan frecuentemente como puros, es decir, sin agentes contaminantes, aunque realmente son mezclas de sustancias, siendo por tal motivo los niños incapaces de dar ejemplos de mezclas o de explicarlos.

Siguiendo en la misma línea de argumentación en relación con el concepto de material, los niños confunden en ciertas ocasiones el nombre de un objeto determinado con el nombre del material del cual está hecho, como lo distingue, Smith, C., Carey, S. y Wisner, M. (1984)²¹ en su investigación "Un estudio del caso del desarrollo de tamaño, peso, y densidad". De la misma manera Jones y Lynch (1989)²² encontraron en su estudio “Los niños están entendiendo respecto a las nociones de sólido y líquido alguna sustancia común” que los estudiantes perciben a menudo las muestras de materiales (como madera, cera o vidrio) como objetos y Vogelezang (1987)²³ ha sugerido que se debe ayudar a los niños a discriminar entre el objeto y los materiales de los que está hecho, como se evidencia en su trabajo “El desarrollo del concepto de "sustancia química" algunos pensamientos y argumentos”.

En conclusión, las investigaciones de las cuales se ha hecho referencia anteriormente serán la base teórica y argumentativa de la presente investigación, el sustento a través del cual se podrán realizar el análisis de la

²¹ Smith, C, Carey, S. y Wisner, M. (1984). “A case study of the development of size, weight, and density”, *Cognition*, 21 (3): 177-237.

²² Jones y Lynch (1989). Children’s understanding of the notions of solid and liquid in relation to some common substance, *International Journal of Sciences Education*, 11 (4).

²³ Vogelezang, M.J. (1987). Development of the concept of “chemical substance”-some thoughts and arguments, *International Journal of Science Education*, 9 (5).

problemática con relación a los posibles obstáculos epistemológicos que se puedan presentar, sobre la base de los cuales se mostrara la importancia de indagar el aprendizaje de la química y en particular la diferenciación entre los conceptos de sustancia y material, dado que pocas veces se habla sobre la dimensión epistemológica que influye en el proceso de aprendizaje de las ciencias en el aula, y que es lo que podría explicar las dificultades que se presentan a la hora de estudiar temas relacionados con las Ciencias Naturales, y que es lo que hace que los estudiantes recurran a un sistema de explicaciones para construir conceptos diferentes a los que brindan los docentes en la clase y a aquellos que ellos memorizan para responder un examen, pero que en realidad no son los que utilizan cotidianamente.

Estas investigaciones son de vital importancia ya que teniendo varias posturas u orientaciones que giran alrededor del mismo eje conceptual, se pueden no solo analizar las dificultades que influyen en el aprendizaje, si no tener varios contextos donde se puedan hacer comparaciones y establecer posibles criterios de categorización esenciales para los resultados de la presente investigación.

CAPITULO 3

MARCO TEÓRICO

Según algunos autores, las teorías científicas en la medida que son estructuras representacionales que describen determinados estados de cosas en un mundo “ideal” (en el sentido en que no se refiere a una realidad concreta, aunque pueda aplicarse a ella), serán representadas y recreadas internamente por quien las comprende de una forma que no es necesariamente copia ni de las expresiones lingüísticas de sus principios, leyes y definiciones, ni de las formulaciones matemáticas con las cuales las teorías se representan externamente. Desde esta perspectiva, los estudiantes no son pasivos recipientes de información sino activos constructores de su conocimiento, de tal manera que aprender ciencias significativamente implica que sean capaces de recrear esas teorías en sistemas de representación internos de conceptos relacionados.

Desafortunadamente, en la práctica, la relación entre modelos conceptuales y modelos mentales no es simple y directa, como se podría pensarse, y eso tiene relevantes implicaciones para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Por ello, es conveniente en primer lugar reconocer la dinámica de las representaciones mentales de acuerdo con los planteamientos de Johnson Laird, a fin de establecer a partir de ellas las ideas previas que presentan los estudiantes y por tanto analizar si existe algún tipo de razonamiento en común cuando se enfrentan a una situación concreta relacionada con los conceptos de sustancia y material, con relación al tema de la presente investigación.

En segundo lugar se muestra la noción de obstáculo epistemológico de acuerdo con la perspectiva de Gaston Bachelard, en la que se basara en gran medida el análisis de la investigación en el aula, ya que a partir de las ideas previas expresadas por los estudiantes se identificaran posibles obstáculos de aprendizaje y en tercer lugar se presenta la teoría de aprendizaje significativo

de David Ausubel por medio de la cual se tratará de buscar explicaciones precisas en cuanto a la manera en que estas ideas previas se “anclan” en la estructura cognitiva convirtiéndose en posibles obstáculos y como con base a esta teoría se puede evidenciar el progreso conceptual de los estudiantes.

3.1 DESDE LA LINEA DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 TEORIA DE LOS MODELOS MENTALES DE JOHNSON LAIRD

Los modelos mentales propuestos por Johnson Laird (1983), son representaciones analógicas abstraídas, de conceptos, objetos o eventos que son análogos a impresiones sensoriales, pero que pueden ser vistas desde cualquier ángulo y que, en general, no retienen aspectos distintivos de una instancia dada de un objeto o de un evento.

Proposiciones, modelos mentales e imágenes.

Se entiende por representaciones mentales aquellas maneras de representar en nuestras mentes (internamente), el mundo que nos rodea. Estas representaciones pueden ser de tres tipos: proposicionales que hacen referencia a representaciones de significados que son verbalmente expresables en el lenguaje natural; los modelos mentales que son análogos estructurales del mundo construidos como producto de la percepción, del discurso, de la interacción social y de la experiencia interna manifestada en la habilidad del sujeto para construir modelos a partir de sus componentes primitivos o de modelos análogos que ya poseía que pueden ser combinados y re combinados conforme sea necesario, y las imágenes que son perspectivas de un modelo mental, producto tanto de la percepción como de la imaginación, los cuales representan aspectos perceptibles de objetos correspondientes al mundo real.

Por lo tanto, en la perspectiva de Johnson Laird (1983), “Los modelos mentales son una forma de representación analógica del conocimiento: existe una

correspondencia directa entre entidades y relaciones presentes en la estructura de esa representación y las entidades y relaciones que se quieren representar”²⁴.

En este sentido, las restricciones para la construcción de los modelos se derivan de como concebimos la estructura del mundo, de las relaciones conceptuales que gobiernan la ontología de lo real y de la necesidad de mantener el sistema libre de contradicciones, todas ellas necesarias para poder explicar las maneras en las que las personas razonan, hacen inferencias, comprenden lo que los otros hablan y entienden el mundo.

Por tal razón, es conveniente señalar que las personas usan modelos mentales para razonar, el razonamiento (facultad por medio de la cual puede el hombre discurrir y juzgar), consiste no sólo en la construcción y manipulación de modelos adecuados para captar distintos estados de cosas, sino también en la habilidad de verificar cualquier conclusión a la que se llegue usando tales modelos, por lo anterior están en la base de nuestras inferencias, permitiéndonos interpretar y evaluar nuestro propio discurso y el de los otros como verdadero o falso.

Desde esta perspectiva, las representaciones mentales suelen considerarse como un prototipo de teoría no racionalista, en el sentido de que establece una ruptura entre los sistemas de la lógica formal y los de razonamiento. Una contribución fundamental a la investigación en Enseñanza de las Ciencias es precisamente que el razonamiento supone más que la lógica formal, ya que la lógica del pensamiento, no es sino una forma aprendida, exterior a nuestro sistema innato de procesamiento, por tanto no existiría tal estructuración lógica en el sujeto tal y como lo plantean algunos autores, Laird, (1996)²⁵.

²⁴ Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513 p.

²⁵ Johnson-Laird, P. (1996). Images, models, and propositional representations. In: De Vega et al. *Models of visiospatial cognition*. New York: Oxford University Press. p. 90-127.

Naturaleza de los modelos mentales.

Johnson-Laird reconoce una serie de principios que imponen vínculos a la naturaleza de los modelos mentales y limitan tales modelos, como se explica a continuación²⁶:

- 1. Principio de la computabilidad:** Los modelos mentales son computables, deben poder describirse en la forma de procedimientos efectivos, es decir, que puede llevarse a cabo sin implicar ninguna decisión basada en la intuición o cualquier otro aspecto “misterioso” o “mágico” (Ibíd.).
- 2. Principio de lo finito:** Los modelos mentales son finitos en tamaño y no pueden representar directamente un dominio infinito (Ibíd.).
- 3. Principio del constructivismo:** Los modelos mentales se construyen a partir de elementos básicos organizados en una cierta estructura para representar un determinado estado de cosas (Ibíd.).
- 4. Principio de la economía:** Una descripción de un único estado de cosas es representada por un único modelo mental, incluso si la descripción es incompleta o indeterminada. Pero un único modelo mental puede representar un número infinito de posibles estados de cosas porque ese modelo puede revisarse recursivamente (Ibíd.).
- 5. Principio de la no-indeterminación:** Los modelos mentales pueden representar indeterminaciones directamente, si no existiera un crecimiento exponencial en complejidad; si se tratara de acomodar cada vez más indeterminaciones en un modelo mental, eso llevaría rápidamente a un

²⁶ Moreira, Marco Antonio (2005). Modelos mentales. Instituto de Física, UFRGS. Caixa Postal 15051, Campus. Porto Alegre, RS, Brasil

crecimiento intratable en el número de posibles interpretaciones del modelo, que en la práctica dejará de ser un modelo mental (Ibíd.).

6. **Principio de la predicabilidad:** Un predicado puede ser aplicable a todos los términos a los que otro predicado es aplicable, pero no pueden tener ámbitos de aplicación que no se intercepten (Ibíd.).

7. **Principio del innatismo:** Todos los primitivos conceptuales son innatos. Los primitivos conceptuales subyacen a nuestras experiencias perceptivas a nuestra capacidad de representar el mundo, además el aprendizaje de conceptos a partir de primitivos conceptuales innatos o de conceptos previamente adquiridos es fundamental para el progreso conceptual (Ibíd.).

8. **Principio del número finito de primitivos conceptuales:** Existe un conjunto finito de primitivos conceptuales que origina un conjunto correspondiente de campos semánticos y otro conjunto finito de conceptos, u “operadores semánticos”, que sirven para construir conceptos más complejos a partir de los primitivos subyacentes. Los campos semánticos proveen nuestra concepción sobre lo que existe en el mundo, mientras que los operadores semánticos proveen nuestros conceptos sobre las posibles relaciones que pueden ser inherentes a esos objetos (Ibíd.).

9. **Principio de la identidad estructural:** Las estructuras de los modelos mentales son idénticas a las estructuras de los estados de cosas, percibidos o concebidos, que los modelos representan. Este vínculo deriva, en parte, de la idea de que las representaciones mentales deben ser económicas y, por lo tanto, cada elemento de un modelo mental, incluyendo sus relaciones estructurales, debe tener un papel simbólico. No debe haber en la estructura del modelo ningún aspecto sin función o significado (Ibíd.).

La tipología de los modelos mentales de Johnson-Laird.

Teniendo en cuenta todos los principios (vínculos), referidos anteriormente, que limitan la naturaleza de los modelos mentales, Johnson-Laird propone una tipología informal para estos, entre los que distingue los modelos físicos, los cuales pueden representar el mundo físico, situaciones perceptibles, además de las descripciones de situaciones físicas determinadas, donde identifica seis tipos principales²⁷:

- 1. Modelo relacional:** Es un modelo estático que consta de un número finito de elementos, que representan un conjunto finito de entidades físicas, de un conjunto finito de propiedades de los elementos que representan propiedades físicas de las entidades, y de un conjunto finito de relaciones entre los elementos que representan relaciones físicas entre las entidades. (Ibíd.).
- 2. Modelo espacial:** Es un modelo relacional en el que las únicas relaciones que existen entre las entidades físicas representadas son espaciales y el modelo representa estas relaciones localizando los elementos en un espacio dimensional. (Ibíd.).
- 3. Modelo temporal:** Es el que consta de una secuencia de características espaciales que se produce en un orden temporal que corresponde al orden de los eventos, aunque no necesariamente en tiempo real (Ibíd.).
- 4. Modelo cinemático:** Es un modelo temporal que es psicológicamente continuo; es un modelo que representa cambios y movimientos de las entidades representadas sin discontinuidades temporales. Naturalmente, este modelo puede funcionar en tiempo real y ciertamente lo hará si fuera construido por la percepción (Ibid).

²⁷ Moreira, Marco Antonio (2005). Modelos mentales. Instituto de Física, UFRGS. Caixa Postal 15051, Campus. Porto Alegre, RS, Brasil

5. **Modelo dinámico:** Es un modelo cinemático en el que existen también relaciones entre ciertas características que representan relaciones causales entre los eventos representados (Ibíd.).

6. **Imagen:** Es una representación centrada en el observador y en las características visibles de un modelo espacial tridimensional o cinemático subyacente. Corresponde, por lo tanto, a una visión o proyección del objeto o evento representado en el modelo subyacente (Ibíd.).

Con respecto a todo lo anterior, y resaltando la teoría de los modelos mentales para la presente investigación, se puede afirmar que por medio de ellas se podrá analizar la relación que se establece entre las ideas previas de los estudiantes y la representación que hacen sobre su base cuando tratan de dar explicaciones validas de algún fenómeno o situación en particular de la cual hagan parte, en este caso la diferenciación de los conceptos sustancia y material.

En el ámbito educativo, tener en cuenta esta teoría para la enseñanza de las ciencias es muy importante, ya que se debe conocer cuales son las representaciones mentales que los estudiantes hacen del mundo y como se relacionan estas con los modelos conceptuales que les presentamos en el aula, cuáles de esas representaciones son indispensables en un dominio determinado y cuánto depende del sujeto y cuánto puede hacerse desde afuera para contribuir a la formación de conceptos y representaciones más acordes con el conocimiento científico. Por tal motivo el estudio de las representaciones nos permite entender mejor los procesos de construcción y progreso de esas representaciones, y encarar entonces, desde el punto de vista educacional, la tarea de la facilitación del aprendizaje significativo en Ciencias.

3.1.2 NOCIÓN DE OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO DE GASTON BACHELARD.

Las limitaciones y/o obstáculos que presentan los niños y las niñas en el proceso de construcción de los conceptos científicos en el aula de clase (objetivo de la presente investigación), se puede explicar con base en la propuesta del epistemólogo Gastón Bachelard en relación con los obstáculos epistemológicos que la Historia de las Ciencias ha debido superar a lo largo de muchos siglos y que todavía hoy permanecen vigentes a nivel del proceso de enseñanza de las ciencias en niños de edad escolar y adolescentes. Al respecto, Bachelard afirma " La noción del obstáculo epistemológico puede ser estudiada en el desarrollo histórico del pensamiento científico y en la práctica de la educación" Bachelard, (1981)²⁸.

Sobre la base de lo anterior, se entiende entonces por obstáculo epistemológico las limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico. El individuo entonces se confunde por el efecto que ejercen sobre él algunos factores, lo que hace que el conocimiento científico no se adquiera de una manera correcta, lo que obviamente afecta su aprendizaje. Esto lo confirma Bachelard al expresar "Frecuentemente me ha chocado el hecho de que los profesores de ciencias aún más que los otros si cabe, no comprendan que no se comprenda".

De acuerdo con Bachelard, en la construcción de conceptos científicos el primer obstáculo que se puede generar, es la experiencia básica o los conocimientos previos, es decir que los individuos antes de iniciar cualquier estudio, tienen ya un conjunto de ideas muy propias acerca del cómo y el por qué de las cosas son como son. Estas ideas o conocimientos previos pueden ejercer una potente influencia que puede limitar el proceso de aprendizaje, lo cual carga de subjetividad las observaciones y se pueden tener concepciones

²⁸ Bachelard, Gastón. (1981). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo Veintiuno, editores, S.A.

equivocadas, ya que las cosas se ven tal como nosotros queremos verlas y no como realmente son.

Al analizar la situación de los niños en la escuela, en relación con el proceso de aprendizaje de conceptos del área de ciencias, se observa que el niño al tratar de comprender un concepto y explicarlo, elabora construcciones personales con base en lo que ha observado a su alrededor, en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas, formándose así conocimientos o ideas previas que aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, le sirven al estudiante para comprender los conceptos estudiados.

Al consultar otros autores, Ausubel, (1986)²⁹ y Pozo, (1989)³⁰, estos coinciden en que el principal obstáculo son los conocimientos previos, dado que se tornan bastante estables y resistentes al cambio, siendo generalmente compartidos por muchas personas de diferentes edades, contextos culturales, y formación. Estos conocimientos previos muestran una serie de características relacionadas con el origen que tengan, de acuerdo con esto, Pozo y otros (1989) (Ibíd.), los clasifican en tres grupos:

Concepciones espontáneas: Se forman por las percepciones sensoriales que tienen los niños acerca del mundo que los rodea y de hechos de la vida cotidiana, en donde dejan de lado la definición científica y el lenguaje empleado por el maestro en la escuela.

Concepciones inducidas: Son creencias inducidas debido a procesos de socialización. Estas concepciones se originan en el entorno familiar, social y por la influencia de los medios de comunicación. En términos generales, se

²⁹ Ausubel, David y otros. 1986. Psicología educativa. 3 ed. México: Editorial Trillas.

³⁰ Pozo, J. 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.

puede observar como los niños emplean un significado diferente de las palabras al que utiliza el docente donde se hace evidente la influencia de los conocimientos previos en las concepciones inducidas.

Concepciones analógicas: Se derivan de las comparaciones que se realizan con hechos de la vida cotidiana, así la comprensión de un concepto se basa en la formación de analogías generadas por los propios estudiantes en su entorno familiar o en la escuela. En este sentido, los niños no logran dar una definición científica del término, sino que lo que hacen es hacer comparaciones para poder explicarlos. Estas ideas previas que tienen los niños, influyen en su pensamiento sobre algunos temas que están muy arraigados en ellos e intervienen en su proceso de aprendizaje.

En segundo lugar, menciona el conocimiento general como otro obstáculo para el aprendizaje; para Bachelard: "Nada ha retardado más el progreso del conocimiento científico que la falsa doctrina de lo general que ha reinado desde Aristóteles a Bacon inclusive, y que aún permanece, para tantos espíritus como una doctrina fundamental del saber" Bachelard, (1976)³¹.

Al respecto, al explicar mediante el uso de generalizaciones un concepto, se cae, en la mayoría de las veces, en equivocaciones, porque los conceptos se vuelven vagos, e indefinidos, ya que se dan definiciones demasiado amplias para describir un hecho o fenómeno y se deja de lado aspectos esenciales, los detalles que son los que realmente permiten exponer con claridad y exactitud los caracteres que permiten distinguirlos y conceptuarlos correctamente. Muchas veces se dan falsas definiciones, que lejos de construir un concepto científico, se vuelven como hipótesis erróneas, que se construyen con base en las observaciones directas realizadas mediante los sentidos.

³¹ Bachelard, Gastón. 1976. La formación del espíritu científico. 5 ed. México: Siglo. Veintiuno, editores, S.A.

Por consiguiente, al generalizar el niño sale del paso con una explicación sencilla que la aplica a toda una definición, de una forma resumida y concreta. Se dejan detalles de lado que son los que realmente le dan sentido a la definición y sobre todo, le dan validez científica.

Luego de esto, se considera también como un obstáculo, el peligro de la explicación por la utilidad, ya que desde esta perspectiva se plantean una serie de problemas a la hora de definir un término, pues existe la tendencia de reducirlo y sintetizarlo de tal manera que se pretende explicar o definir un concepto solamente mediante la idea de utilidad o beneficio. Para Bachelard Bachelard, (1981) (Ibíd.), "En todos los fenómenos se busca la utilidad humana, no sólo por la ventaja positiva que pueda procurar sino como principio de explicación". Desde este punto de vista, los niños tienden a darle unidad a los conceptos, y reducen su significado tomando en cuenta sólo un aspecto de la realidad: la relación con los beneficios que generan al medio o a las personas.

Seguidamente, se enuncia el obstáculo animista, sobre la base de la cual se evidencia que los niños tienen la tendencia de explicar ciertos fenómenos o definir ciertos conceptos haciendo analogías con la naturaleza animada. Según Bachelard: "Los fenómenos biológicos son los que sirven de medios de explicación de los fenómenos físicos. Esta característica de valorizar el carácter biológico en la descripción de hechos, fenómenos u objetos, representan claramente el carácter del obstáculo animista" Bachelard, (1981) (Ibíd.).

En términos generales los niños muestran dificultad en definir lo relacionado con conceptos físicos, y es aquí en donde se nota la influencia del animismo. Muchos niños y niñas responden de acuerdo con lo que conocen en su medio más cercano y lo relacionan con características propias de los seres vivos, de ahí que las definiciones que dan acerca de los distintos conceptos estén cargados de características vitales, estados anímicos y/o sensaciones.

Por último, otro de los obstáculos epistemológicos del léxico considerado por Bachelard es el obstáculo verbal, el cual se presenta cuando mediante una sola palabra o una sola imagen se quiere explicar un concepto. Así es como hábitos puramente verbales, se convierten en obstáculos del pensamiento científico, sustituyéndose los conceptos por una palabra que designa una de las utilidades o empleo de esos vocablos, o se presenta cuando se hace la definición con una sola palabra que involucra una parte del concepto; no el todo. Según Bachelard, este obstáculo es la falsa explicación lograda mediante una palabra explicativa.

En suma, esta visión epistemológica se relaciona con la investigación ya que es desde aquí que se analizara como los obstáculos epistemológicos influyen en la forma en que los estudiantes hacen sus representaciones mentales del mundo y como es el nivel de comparación que se pueden establecer entre estos y los modelos conceptuales que se manejan en el aula escolar, ya que el docente debe conocer las concepciones que tienen los estudiantes sobre algún tema o concepto, para hacer que ellos tomen conciencia acerca de sus propias ideas, ya que sólo haciéndolas explícitas y siendo conscientes de ellas, lograrán que se propicie la transformación gradual de las mismas, para que así los estudiantes puedan construir concepciones adecuadas.

3.1.3 TEORIA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL.

Se puede considerar al aprendizaje significativo, como una teoría psicológica del aprendizaje en el aula, en donde uno de los principales aportes a la misma lo hace, David Ausubel (2002)³² quien construye un marco teórico que pretende dar cuenta de los mecanismos por los que se lleva a cabo la adquisición y la retención de los grandes cuerpos de significado que se manejan en la escuela.

³² Ausubel, David Paul (2002). Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. España.

Se dice, entonces que el aprendizaje significativo es una teoría psicológica porque se ocupa de los procesos que el individuo pone en juego para aprender. Pero desde esta perspectiva no se abordan temas ni desde un punto de vista general, ni desde la óptica del desarrollo, sino que se pone el énfasis en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden, en la naturaleza de ese aprendizaje, en las condiciones que se requieren para que éste se produzca, en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación. La Teoría del Aprendizaje Significativo aborda todos y cada uno de los elementos, factores, condiciones que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece al estudiantado, de modo que adquiera significado para el mismo.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje significativo es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información en la estructura cognitiva del que aprende con aspectos relevantes (subsumidores o ideas previas) presentes en la misma, de forma no arbitraria y sustantiva. La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo (Moreira, 2000)³³, pero no se trata de una simple unión, sino que en este proceso el nuevo conocimiento adquiere significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores en su estructura cognitiva, resultando así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables (Ibíd.).

Pero aprendizaje significativo no es sólo este proceso, sino que también es su producto. La atribución de significados que se hace con la nueva información es el resultado emergente de la interacción entre los subsumidores claros, estables y relevantes presentes en la estructura cognitiva y esa nueva información o contenido como consecuencia del mismo; esos subsumidores se ven enriquecidos y modificados, dando lugar a nuevos subsumidores o ideas

³³ Moreira, Marco Antonio (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Ed. Visor. España.

previas más inclusivas y explicativas que servirán de base para el aprendizaje de futuros conceptos relacionados.

Se puede agregar además, que para que se produzca aprendizaje significativo deben de considerarse dos condiciones fundamentales, en primer lugar, que el estudiante, tenga disposición para el aprendizaje (aspecto actitudinal), y en segundo lugar, que el material utilizado sea potencialmente significativo, es decir, que tenga sentido lógico para que el estudiante le de un significado psicológico, además de que el estudiante disponga de ciertos elementos (subsumidores) con los cuales, el material sea relacionado.

Por consiguiente, es crucial también que el aprendiz sea crítico con su proceso cognitivo, de manera que manifieste su disposición a analizar desde distintas perspectivas los materiales que se le presentan, a enfrentarse a ellos desde diferentes puntos de vista, a trabajar activamente por atribuir los significados y no simplemente a manejar el lenguaje con apariencia de conocimiento.

Desde esta perspectiva, Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo que son el representacional, de conceptos y proposicional. En primer lugar, el aprendizaje representacional es el más básico de los aprendizajes significativos y es del que dependen los demás, dado que supone la atribución de significados a determinados símbolos (típicamente palabras), es decir, la identificación en significados de símbolos que pasan a significar para el individuo aquello que sus referentes significan. Una determinada palabra u otro símbolo cualquiera representan o es equivalente en significado a determinados referentes, es decir, significa la misma cosa.

El segundo tipo es el aprendizaje de conceptos, es en cierta forma un aprendizaje representacional, pues los conceptos son también representados por símbolos particulares, pero estos son genéricos o categóricos, dado que representan abstracciones de los atributos esenciales de los referentes, es decir, representan regularidades de objetos, eventos, o conceptos; definiendo

los últimos como objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos criteriosales comunes designados en una cultura dada por algún signo o símbolo aceptado.

Por último, el tipo de aprendizaje proposicional, esta en contraposición al representacional, dado que en este la tarea no es aprender significativamente lo que representan las palabras aisladas o combinadas, sino aprender el significado de ideas en forma de proposición.

En conclusión, el aprendizaje significativo en la teoría de Ausubel es un proceso dinámico a través del cual, nuevas informaciones adquieren significado debido a la interacción con aspectos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva que van adquiriendo valor en diferentes contextos, en este sentido, esta teoría se torna importante para la presente investigación, dado que el interés radica precisamente en analizar cuales son las ideas previas de los estudiantes con relación al concepto de sustancia y material y como pueden progresar y/o evolucionar estas ideas cuando se presentan al estudiante nuevos conceptos más acordes al conocimiento científico.

3.2 DESDE LA DISCIPLINA O CONCEPTO.

3.2.1 CONCEPTO DE SUSTANCIA.

El concepto operacional (macroscópico) de sustancia fue introducido por los iatroquímicos o paracelsianos a finales del siglo XVII, es una época cuando la Química entra en la Universidad de la mano de la Medicina, preocupada por conocer remedios naturales (infusiones, jarabes, fórmulas magistrales, etc.) con los que curar las enfermedades, generándose así una preocupación por el estudio de las sustancias y sus propiedades. El concepto de sustancia se definió (y lo seguimos definiendo) como “Cuerpo que tiene un conjunto de propiedades físicas y químicas características”³⁴ y se idea precisamente contra

³⁴ Obstáculos epistemológicos superados por la química. Extraído de Didácticas de las Ciencias Experimentales, p. 442-443.

la noción metafísica de elemento químico, que sustancializaba solamente dos propiedades.

Desde este aspecto, el conocimiento de estos problemas y las soluciones dadas por los dos principales modelos históricos utilizados en la enseñanza de la Química (el macroscópico empirista de los siglos XVI a XVIII y el microscópico atomista del XIX), sirvieron al profesorado para organizar mejor los contenidos que tiene que enseñar a lo largo de la historia

A fin de presentar brevemente el modelo macroscópico empirista que se presume, es menos utilizado en la enseñanza, se muestra un análisis histórico, que hace especial hincapié en los avances cualitativos que dieron lugar a la elaboración de las definiciones operacionales de sustancia en este marco macroscópico, e hicieron posible el nacimiento del modelo atomista clásico de la materia a principios del siglo XIX.

A lo largo de los siglos XVII y XVIII se definieron los conceptos macroscópicos de sustancia química y compuesto. En efecto, los avances en farmacia y metalurgia hicieron necesaria la introducción de la definición operacional de sustancia (pura), opuesta a la idea de mezcla, dentro de este modelo histórico se elaboraron tablas empíricas, como la de Geoffroy en 1718, en las que constaban muchos de los compuestos conocidos hasta el momento, así como sus posibilidades de combinación.

Otro hito importante en este modelo macroscópico fue la introducción, por los filósofos mecánicos en el siglo XVII, de la noción empírica de cuerpo simple, o sustancia que no puede ser descompuesta, presentada como alternativa a la idea de elemento o principio aristotélico constituyente de los cuerpos. Más tarde, ya en el siglo XVIII, Lavoisier apoya esta idea sin concederle el estatus ontológico de elemento químico.

Estos avances cualitativos permitieron comprender macroscópicamente el cambio sustancial que tenía lugar en una reacción química³⁵; no obstante, a finales del XVIII se plantean problemas en este modelo macroscópico como, el de la composición fija o no de los compuestos o el de si las reacciones químicas eran completas o incompletas (polémica de Proust y Berthollet), que justifican la emergencia del nuevo modelo microscópico daltoniano.

Desde esta perspectiva, es conveniente dar en primera instancia, una definición plausible de la química, desde donde se puede avanzar hacia una definición de sustancia: "La química es el estudio integrado de la preparación, propiedades, estructura y reacciones de las sustancias"³⁶.

La simplicidad de esta definición es solamente aparente, pues en el concepto de "sustancia" está escondida toda una compleja riqueza sin definir. Con esta definición como válida, podríamos decir que la química es el estudio de cuatro cuestiones de "las sustancias", dos de las cuatro cuestiones que se estudian tienen relación con procesos químicos: la preparación y las reacciones; las otras dos cuestiones tienen que ver más con características de las sustancias: las propiedades y la estructura, por tanto, según esta definición, "las sustancias" dominan el panorama de la química.

Otro modo de proceder para alcanzar una definición de sustancia, consiste en plantear una serie de cuestiones a las cuales la química debe responder. He aquí un ejemplo (Miller y Lygre, 1991)³⁷: ¿De qué están hechos los objetos naturales? ¿Cómo difiere un tipo de materia de otro? ¿Cómo se puede transformar un tipo

³⁵ Domínguez-sales y Furió-más. (2005). "Aprendiendo de la historia y filosofía de la ciencia: deficiencias en la enseñanza de los conceptos macroscópicos de sustancia y de cambio químico". Enseñanza de las ciencias, número extra. VII congreso.

³⁶ Garriz Ruiz, Andoni (2000). Química: ¿tiene que ver con sustancias o con procesos? Un inventario valioso para los profesores de química.

³⁷ Miller Jr., G. T. y Lygre, D. G., *Chemistry. A contemporary approach*, California, USA: Wadsworth Publishing Company, tercera edición, 1991.

de materia en otro? ¿Cómo pueden controlarse dichos cambios? ¿Cuánta energía está involucrada en estos cambios?

Este conjunto de cuestiones puede llevarnos hacia una definición como la siguiente, que en este caso se presenta también involucrando la definición previa de “sustancia”: “La química es el estudio integral y controlado de las sustancias, su modo de obtención, estructura interna, propiedades, caracterización, transformaciones estructurales y cambios de energía presentes en éstas”³⁸.

De este breve conjunto de definiciones de química, podemos identificar finalmente un agregado de seis puntos esenciales de esta ciencia (propiedades físicas y caracterización de las sustancias, tipos de materia, composición de la materia y pureza de las sustancias, transformaciones químicas de las sustancias y cambios energéticos, estructura de las sustancias, modos de obtención de las sustancias), a partir de los cuales puede integrarse una definición más o menos formal, que giran alrededor del concepto fundamental de sustancia, definida esta como “Muestra de materia con alto grado de pureza, considerada bajo estudio controlado”³⁹. A partir de estos seis puntos podremos hablar de varios conceptos derivados en química, como por ejemplo el de material.

En este sentido, según la IUPAC, McNaught & Wilkinson, (1997)⁴⁰ se define a la sustancia química “chemical substance” de la siguiente manera:

“Matter of constant composition best characterized by the entities (molecules, formula units, atoms) it is composed of Physical properties such as density, refractive index, electric conductivity, melting point etc characterize the chemical substance.”, “Materia de composición constante caracterizada y compuesta por entidades como (las moléculas, las unidades de la fórmula, los átomos), con

³⁸ Garriz Ruiz, Andoni. (2000).. Química: ¿tiene que ver con sustancias o con procesos? Un inventario valioso para los profesores de química.

⁴⁰ McNaught, A. D. y Wilkinson, A., *IUPAC Compendium of Chemical Terminology, (The gold book)*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, publicada en forma impresa por Blackwell Science, 2nd edition, 1997.

algunas propiedades físicas como la densidad, índice refractivo, la conductibilidad eléctrica, el punto fundición, todo lo anterior caracteriza la sustancia química”.

Pero la Química, tal como la concebimos, no es una larga lista de conceptos y modelos. Se trata, desde el punto de vista conceptual, de un entramado sobre el que se sustenta todo el conocimiento acerca de la relación existente entre la estructura de las sustancias y sus propiedades. En la práctica de la ciencia que se pretende destacar, se relaciona la química con el hecho de que en esta se trabaja cotidianamente con distintos niveles de representación y explicación, de forma integrada y haciendo uso de los diferentes “herramientas” propias de cada uno de ellos, Johnstone (1982)⁴¹ denomina a esos tres niveles: descriptivo y funcional, de representación y explicativo.

Con relación a las sustancias y los materiales, en el nivel descriptivo y funcional los químicos manejan, observan y describen propiedades (en términos de color, dureza, etc.) de los materiales, como también las transformaciones de unos materiales en otros, reconocidas a través del cambio en las propiedades, para explicar que las sustancias químicas se comportan de determinada manera a átomos, moléculas, iones, esto es, al nivel explicativo. La forma de representar esas sustancias y los cambios que ocurren, esto es, las fórmulas químicas y las ecuaciones, constituyen las principales herramientas del nivel de representación.

Para conseguir una adecuada interpretación de cada uno de los conceptos químicos entonces, es necesario trabajarlos a nivel macroscópico, microscópico y simbólico⁴². Por ejemplo, el concepto de sustancia pura puede ser interpretado a nivel macro: “Una sustancia pura tiene propiedades que la caracterizan”; a nivel micro: “Una sustancia pura está formada por partículas

⁴¹ Johnstone, A, (1982). Macro and micro-chemistry. *The School Science Review* 64 (227), 377-379.

⁴²Rocha, A. (2005). *Algunas reflexiones sobre la química y su enseñanza en los niveles educativos preuniversitarios*. Tomado de “las disciplinas, las áreas: problemática de su enseñanza”. Serie cuadernos de educación y prácticas sociales.

iguales (átomos, moléculas o iones); a nivel simbólico: “Una sustancia pura puede representarse por una fórmula o por un símbolo químico”.

En conclusión, se ha constatado que la mayoría del profesorado encuestado y más de la mitad de los libros de Química de Bachillerato analizados no introducen las definiciones operacionales de sustancia correspondientes al nivel de representación macroscópica que fueron ideados en el modelo empirista de los químicos, que culminó a finales del siglo XVIII. También se ha mostrado que, prácticamente, la casi totalidad de las muestras de profesores y de libros considerados no establecen las oportunas relaciones macro-micro cuando se presentan aquellos conceptos en el marco del modelo atómico-molecular de la materia.

3.2.2 CONCEPTO DE MATERIAL.

La evolución histórica del concepto de material se remonta a la prehistoria y antigüedad, donde se dio el descubrimiento empírico de propiedades químicas de algunos materiales en la producción de fuego, cocimiento de alimentos, panificación, cerveza, metalurgia y el descubrimiento empírico de propiedades medicinales en algunas sustancias como plantas o sustancias minerales.

Luego de esto, tiempo después los químicos siguieron experimentando, donde se enmarcó la fabricación de nuevos materiales cerámicos, siderurgia (fabricación del acero), petroquímica (desde gas hasta fibras sintéticas pasando por combustibles y plásticos) y farmacéutica, cobro importancia en áreas comunes de la economía de todos los países del mundo.

Los materiales según González (2006)⁴³ son las sustancias que componen cualquier cosa o producto. Desde el comienzo de la civilización, los materiales junto con la energía han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida. Como los productos están fabricados basándose en materiales, estos se

⁴³ González S, Jorge A (2006). Liceo Industrial Chileno Alemán de Ñuñoa.

encuentran en cualquier parte a nuestro alrededor. Los más comúnmente encontrados son madera, acero, plástico, vidrio, caucho, aluminio, cobre y papel. Existen muchos más tipos de materiales y solo se tiene que mirar alrededor para darse cuenta de ello.

Por conveniencia según Jiménez Alejandro (1993)⁴⁴ la mayoría de los materiales están divididos en tres grupos principales: materiales metálicos, poliméricos, y cerámicos. Los Materiales metálicos, son sustancias inorgánicas que están compuestas de uno o más elementos metálicos, pudiendo contener también algunos elementos no metálicos, ejemplo de elementos metálicos son hierro, cobre, aluminio, níquel y titanio, mientras que como elementos no metálicos se podrían mencionar el carbono.

Los materiales de cerámica, como el vidrio, la loza, los aislantes y los abrasivos, tienen escasas conductividad tanto eléctrica como térmica y aunque pueden tener buena resistencia y dureza son deficientes en ductilidad, conformabilidad y resistencia al impacto. Entre los materiales poliméricos, se incluyen el caucho (el hule), los plásticos y muchos tipos de adhesivos. Se producen creando grandes estructuras moleculares a partir de moléculas orgánicas obtenidas del petróleo o productos agrícolas.

Clasificación de los materiales.

Los objetos que nos rodean están fabricados con una gran variedad de materiales que podemos clasificar de diferentes formas; por ejemplo, por su origen. Sin embargo, el criterio más adecuado para clasificar materiales es por sus propiedades.

⁴⁴ Jiménez Alejandro, José Juan. (1993). Apuntes de Tecnología de los Materiales II. Fundamentos de la ciencia de los materiales. Mc-Graw-Hill 2da. Edición.

Clasificación de los materiales según su origen

Materiales naturales: son aquellos que se encuentran en la naturaleza, las personas utilizamos materiales naturales con diferente origen: mineral, vegetal o animal.

A partir de rocas y minerales se obtienen los materiales de origen mineral. Los metales, la piedra o la arena son materiales de origen mineral. A partir de las plantas obtenemos los materiales de origen vegetal. El material de origen vegetal más importante es la madera, pero también existen otros que empleamos de forma habitual, como las fibras vegetales (algodón, lino, mimbre) o el corcho. Otros son materiales de origen animal. Por ejemplo, el cuero o la lana que usamos en muchas prendas de vestir, en bolsos, zapatos, etc.

Materiales sintéticos: son aquellos creados por las personas a partir de materiales naturales; por ejemplo, el hormigón, el vidrio, el papel o los plásticos.

Propiedades de los materiales.

Es sin duda impresionante la manera en la que han evolucionado los materiales y lo importante que es conocer sus propiedades no tan solo físicas o mecánicas sino también a otro nivel como bien podría ser en el ámbito atómico ya que de esto depende en buena parte el comprender como habrá de comportarse un material en ciertas condiciones y de esa manera conjeturar algunas características como su dureza o su resistencia, conocimiento científico por medio del cual se puede tomar conciencia de la importancia de los materiales y su aprovechamiento y a lo largo de la historia.

Clasificación de los materiales según sus propiedades.

A lo largo de esta unidad estudiaremos en detalle las propiedades de los materiales. Según estas propiedades, podemos clasificar los materiales más

usuales en los siguientes grupos: maderas, metales, plásticos, materiales pétreos, cerámicas y vidrios o materiales textiles.

Desde esta perspectiva, podemos sin lugar a dudas decir que los materiales forman parte importante de la sociedad actual, a donde se mire se encuentran diversos materiales en miles de formas y modificaciones que el hombre, ha hecho con el único propósito de sacar mayor ventaja y poder adaptar su medio a las circunstancias requeridas en su momento, la sociedad cambia y con ella sus necesidades de toda índole.

Para concluir, la principal implicación didáctica de la ausencia de estas conceptualizaciones empíricas en la secuenciación de los contenidos de la Química es la de no salir al paso de las dificultades de aprendizaje que se presentan, estudiadas en términos de obstáculos epistemológicos, sobre todo en niveles de educación primaria, eje central de la presente investigación.

CAPITULO 4

MARCO METODOLOGICO

La metodología utilizada en la investigación "Obstáculos epistemológicos evidenciados en el progreso de las representaciones mentales de los estudiantes de tercer grado de la Institución Educativa H.A.G. para la diferenciación de los conceptos sustancia y material" se pretende explicar a continuación de forma detallada ya que origina la descripción del proceso investigativo y a su vez la validez de las conclusiones. En consecuencia, se expone el paradigma de la investigación y la técnica metodológica subyacente a dicho paradigma o enfoque metodológico, de igual forma se describen cada una de las fases de la investigación con los respectivos instrumentos a emplear o diseño metodológico.

En este orden de ideas, la metodología empleada se circunscribe en el paradigma de la investigación cualitativa, según la cual es inaceptable desligar el pensamiento y la realidad, al tener la convicción sobre una realidad modelada y construida por nuestros pensamientos se investiga de acuerdo a la interacción que se tenga con dicha realidad, desde la perspectiva y posibilidad que tenga el investigador para conocerla. Así, este paradigma, permite estudiar la realidad en su contexto natural tal y como sucede, intentando dar sentido e interpretación a los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas (Rodríguez y Gil 1999). Por consiguiente, el investigador cualitativo aísla sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones al realizar el estudio. Taylor y Bogdán (1986) consideran en un sentido más amplio la investigación cualitativa, como aquella que produce datos descriptivos, concibiéndose la investigación como un proceso multicultural.

Este tipo de investigación es inductiva⁴⁵, es decir, se parte de registros narrativos, como son diario de campo y entrevistas y es a partir de este material, de donde se extraen los rasgos que serán agrupados en función de la semejanza de ciertas características, pertinentes al objeto de investigación. De esta manera, el investigador ve al escenario y a las personas desde una perspectiva holística.

Además de lo anterior, las razones de la elección de dicho paradigma radican en primer lugar en la posibilidad de reformular algunos aspectos inherentes en los momentos de la investigación si el investigador lo considera pertinente, debido a que esta metodología describe un proceso cíclico⁴⁶. Como se describe en la figura 1; en segundo lugar, contrastar las Teorías de Aprendizaje Significativo (Ausubel, 2000), los Modelos Mentales (Jhonson Laird, 1996), y la perspectiva de obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1976) con las representaciones mentales de los estudiantes, para entender la situación planteada, lo cual puede ser útil para concebir situaciones similares en otros contextos.

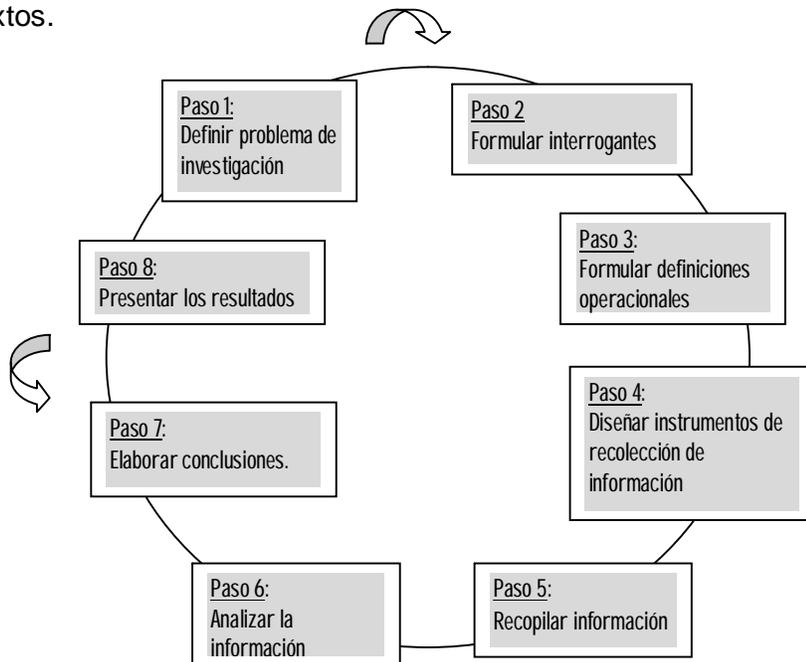


Figura No. 1. Proceso cíclico de la investigación cualitativa.

⁴⁵Anselm Strauss, Corbin, (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar teoría fundamentada.

⁴⁶James P. Spradley (1980). "Observación Participante". New York: Rinehart and Winston.

Por último, el análisis de los resultados consiste en la integración de la información que se obtiene de diversos instrumentos y medios de observación que propenderán más un análisis descriptivo, coherente y lograr una interpretación minuciosa y detallada del problema de investigación.

4.1 ENFOQUE METODOLÓGICO.

Dentro del marco de la metodología cualitativa se ha elegido como estrategia el estudio de caso tipo descriptivo cuyo propósito es analizar los obstáculos epistemológicos que presentan los estudiantes, dentro de su contexto real a la luz de teorías ya establecidas, como lo son Aprendizaje Significativo y Modelos Mentales planteados por David Ausubel y Jhonson Laird respectivamente, además de la perspectiva epistemológica de Gaston Bachelard. En general, el estudio de caso se define por el interés del caso(s) individual (es), es decir se centra en una situación suceso o fenómeno concreto, esta especificidad le hace ser un método muy útil para el análisis de problemas conceptuales y/o prácticos, situaciones o acontecimientos que surgen en la cotidianidad; por consiguiente lo que caracteriza el estudio es la descripción de nuevas relaciones y conceptos, situaciones o hechos concretos, más que la verificación y la comprobación de hipótesis previamente establecidas, o la validación de teorías; La información recogida mediante la estrategia del estudio de caso es útil, relevante y manejable en función de los objetivos planteados, se recurre a la combinación de categorías para favorecer nuevas formas de análisis, y captación del problema.

En general el estudio de caso se basa en las recomendaciones de Yin, quien sugiere la utilización de múltiples fuentes de datos y el cumplimiento de criterios de triangulación para garantizar la validez interna de la investigación (Yin1989:29). Esto permitirá verificar si los datos obtenidos a través de las diferentes fuentes de información guardan relación entre sí, es decir, si desde diferentes perspectivas convergen los efectos explorados en el fenómeno

objeto de estudio⁴⁷. De otro lado considera que la cuestión de generalizar a partir del estudio de caso consiste en ilustrar, representar o generalizar una teórica o incluso a otros estudios que representen condiciones teóricas similares.

En consecuencia, se hizo uso de diferentes fuentes de información como entrevistas, documentos, observación participante, grabaciones y diarios de campo como se evidencia en los diferentes anexos.

4.2 DISEÑO METODOLÓGICO.

El diseño metodológico para el estudio "Obstáculos epistemológicos evidenciados en el progreso de las representaciones mentales de los estudiantes de tercer grado de la Institución Educativa H.A.G. para la diferenciación de los conceptos sustancia y material" incluye, una descripción de la institución, las características socio-culturales de la población que la integra y los criterios de elección de la muestra. También se definen las fases del desarrollo de la investigación puntualizadas de forma intencional acorde a los propósitos de la investigación. Por último, se definen los cuestionarios para la recolección de la información (datos cualitativos) a partir de la utilidad hacia el logro de los objetivos propuestos, en consonancia con las perspectivas teóricas que se aborda en la investigación.

En este sentido, el contexto de la Institución Educativa H.A.G se estudió a partir, de la permanencia prolongada de las investigadoras en el campo de estudio correspondiente al tiempo de realización de la práctica pedagógica que abarcó un periodo de tres semestres académicos.

⁴⁷ Yin, R. K, (1984/1989). Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series, Newbury Park CA, Sage.

La Institución se encuentra ubicada en la comuna 10 “La Candelaria” zona centro de Medellín⁴⁸ (Antioquia) como se muestra en la figura 2. Esta zona permite el acceso de estudiantes y profesores a diferentes Instituciones y Centros Culturales que rodean o hacen parte de esta comuna posibilitando la interacción de estos con otros contextos socio-culturales como el Museo de Antioquia; El teatro Pablo Tobón Uribe, el Pequeño Teatro, La Exfanfarria; Universidades como la Universidad Cooperativa de Colombia, El Colombo Americano; Bibliotecas como Comfama y Comfenalco y un lugar muy representativo para el sector nombrado “La Placita de Flores”.



Figura No 2: Ubicación de la Institución Educativa Héctor Abad Gómez.

En lo que se refiere a la planta física de la institución, se puede apreciar un buen acondicionamiento en cuanto a estructura, espacio y luminosidad, que resulta beneficioso en la segunda fase de la investigación (intervención del maestro), entre dichos espacios de formación se destacan la sala de

⁴⁸ Tomado de la Página web: <http://escuelaexpedicionariamed.blogspot.com/2008/01/creciendo-juntos-es-un-espacio-para-la.html>.

informática para interacción con softwares educativos, animación y video, el laboratorio de química y la biblioteca. Los cuales resultan motivantes para los estudiantes, quienes inicialmente no estaban muy familiarizados con ellos por asuntos organizativos, debido a que los materiales de laboratorio fueron distribuidos y organizados en este espacio hasta mediados del primer periodo académico, sin ningún acceso por parte del personal estudiantil.

4.2.1 POBLACIÓN.

Hace referencia al personal estudiantil mixto que conforma dos grupos del grado tercero de primaria de la Institución Educativa H.A.G. La población seleccionada conforman los grupos en los cuales las investigadoras están a cargo de la enseñanza del área de ciencias naturales y educación ambiental del respectivo año electivo.

Cabe resaltar, en general, que estos son de estrato socio-económico medio-bajo provenientes de familias elemental y mono-parental, las edades de estos estudiantes oscilan entre 8 y 10 años aproximadamente.

4.2.2 MUESTRA

La elección de la muestra fue intencionada con el objetivo de reunir un grupo de estudiantes heterogéneo con relación de intereses hacia el estudio de las ciencias naturales; los antecedentes escolares; los grupos familiares y el estrato socioeconómico. Lo anterior posiblemente, reúne variedad de orígenes de los obstáculos epistemológicos, y por ende podrán vislumbrarse diferentes tipos de forma más amplia.

Para elegir la muestra se tomó una población de 89 estudiantes de dos cursos de tercero (3-01, 3-03) de básica primaria de los que cuenta la institución. Dicha selección fue realizada mediante la aplicación de una encuesta, referenciada en la figura No 3, la cual fue desarrollada el 24 de marzo del 2008.



CUESTIONARIO DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA PARTICIPANTE.

Universidad de Antioquia

1. Datos generales:

Nombre: _____ Edad: _____

Estrato: _____ Barrio: _____

2. Grupo familiar:

*Con quién vives:

*Quién te colabora con las tareas:

*Personas significativas y parentesco:

3. Antecedentes Escolares:

*Cómo ha sido mi desempeño como estudiante

Regular _____ Bueno _____ Excelente _____

*Haz repetido algún año escolar

Si _____ No _____Cuál (es) _____ Explica porqué en caso afirmativo.

* ¿Te has quedado repitiendo algún área?

Si _____ No _____ En caso afirmativo explica cuáles y porqué.

*Cuál es el área académica de mayor agrado. Por qué.

*Cuál es el área académica de mayor dificultad. Por que?

4. Relación con las Ciencias Naturales:

*Qué temas de ciencias más te agrada:

*Que no te gusta de las clases de ciencias:

*Qué te gusta de la clase de ciencias.

5. Compromisos:

¿Cuáles van a ser mis compromisos con las clases de ciencias durante todo el año?

Figura No 3: Cuestionario de selección de la muestra

La muestra participante quedo conformada por seis estudiantes, quienes fueron denominados A1, A2, A3, A4, A5, A6 con el fin de guardar la reserva de su identidad por ser menores de edad y facilitar su nominación al momento de categorizar los resultados.

4.3 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.

Las fases de la investigación se definen con el propósito de vislumbrar todo el proceso de identificación de los obstáculos epistemológicos que se evidenciarán en el progreso de las representaciones mentales de la población participante luego de la intervención del maestro.

La presente investigación se desarrollo en tres fases: Inicialmente se realizó la indagación de ideas previas, para identificar las realidades construidas por los estudiantes, a partir de allí analizar cuáles de estas construcciones y/o representaciones podrían constituirse como posibles obstáculos epistemológicos Las ideas previas se torna indispensable para determinar la persistencia en la estructura cognitiva de dichos obstáculos, los cuales dificultan la comprensión de otras realidades ajenas a las que el estudiante ya poseía propias de un modelo conceptual. de esta forma en la segunda fase de la investigación “la intervención del maestro investigador” se busca establecer un mayor acercamiento frente a las explicaciones propiciadas por los estudiantes de situaciones y/o fenómenos particulares donde se involucran los conceptos de sustancia y materiales, de esta forma se logra interactuar con el contexto propio del estudiante y determinar con mayor validez los obstáculos epistemológicos a la vez de afianzar los registros observados, por último, se realizó la indagación del progreso conceptual de los estudiantes respecto a la diferenciación entre los conceptos de sustancia y material.

Es importante destacar que se desarrolló pruebas piloto con la población participante para la primera y última fase con el fin de optimizar los respectivos

cuestionarios diseñados a razón de los objetivos propuestos en esta investigación.

4.3.1 FASE DE INDAGACION DE IDEAS PREVIAS.

Esta fase tiene como finalidad que el estudiante haga explícita la explicación que más le convence o las concepciones que posee con respecto al concepto de sustancia y materiales, en otras palabras su modelo mental, para tomarlas como punto de partida en la intervención de aula, siendo factible reconocer a partir de las representaciones mentales, los obstáculos epistemológicos que priman en la estructura cognitiva de los estudiantes, a la vez, el tipo de modelo mental y de aprendizaje significativo para la validez del progreso conceptual esperado luego de la intervención.

En el desarrollo de esta los estudiantes interactuaron con tres cuestionarios el primero de ellos mediado por imágenes, el segundo por preguntas abiertas y situaciones cercanas a la cotidianidad de los estudiantes y el tercero una entrevista semiestructurada basada en las respuestas obtenidas de los cuestionarios anteriores. Del mismo modo el diseño de los cuestionarios se sometió a revisión de investigadores, expertos y pares. Dichos cuestionarios se describen a continuación:

4.3.1.1 Cuestionario para indagación de ideas previas del concepto de sustancia mediado por imágenes.

Pretende reconocer si los estudiantes relacionan el concepto de sustancias con algún estado de agregación de la materia en particular, la figura 4, muestra el cuestionario empleado para dicho propósito, aplicado el 2 de abril del 2008.

**CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS
ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR
ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.**

De las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias o están hechas de sustancias.

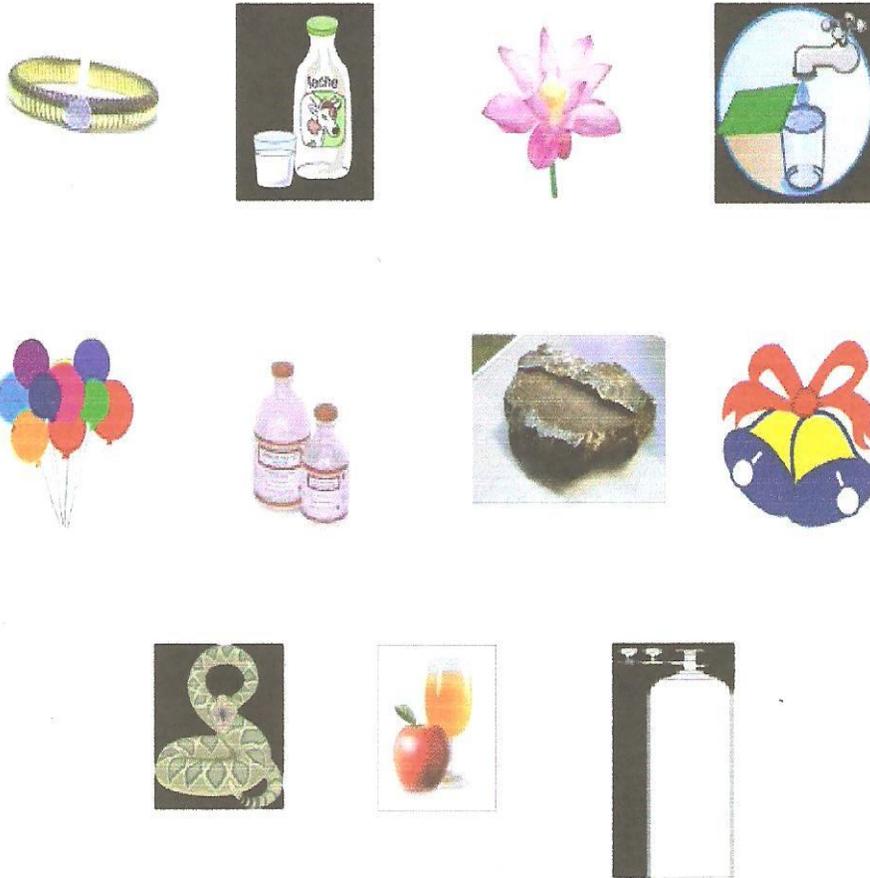


Figura No. 4: cuestionario de indagación de ideas previas para el concepto de sustancia.

4.3.1.2 Cuestionario de ideas previas para el concepto de material mediado por preguntas abiertas y situaciones cercanas a la cotidianidad

Busca determinar si los estudiantes diferencian los conceptos de sustancia, y materiales. De igual forma, reconocer si distinguen algunas propiedades de los mismos, la Figura No. 5, muestra el instrumento correspondiente, el cual fue aplicado el 2 de abril del 2008.



CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

Figura No. 5: Cuestionario de ideas previas para el concepto de materiales.

4.3.1.3 Entrevista (Semi- estructuradas)

Intenta examinar de una manera más amplia las concepciones o ideas que expresaron los estudiantes con la aplicación de los cuestionarios anteriores, cada entrevista fue grabada con el fin de facilitar la organización de la información para el posterior análisis. La cual fue realizada el 4 de abril del 2008.

4.3.2 FASE DE INTERVENCIÓN DE LAS DOCENTES INVESTIGADORAS

La intervención de las docentes-investigadoras tuvo una duración de un periodo académico que inició el 7 de abril y finalizó el 19 de junio en donde se implementó una estrategia de enseñanza basada en el ciclo didáctico propuesto por Neus San Martí (1999)⁴⁹, por medio del cual el estudiante regula su aprendizaje y es consciente de su progreso cognitivo.

Esta fase busca propiciar los espacios y satisfacer las condiciones de aprendizaje que afiance el progreso conceptual de los estudiantes a medida que transcurre el proceso de enseñanza y la adquisición de un aprendizaje receptivo de carácter significativo para la diferenciación de los conceptos sustancia y material, de esta manera se intenta garantizar un acercamiento al nuevo conocimiento con un mayor grado de comprensión y análisis.

A continuación se ilustran las estrategias de enseñanza empleadas y los efectos esperados en los estudiantes, dichas estrategias incluyen algunas que han demostrado en diversas investigaciones (Díaz-Barriga y Lule, 1977; Mayer, 1984, 1989,1990; West, Farmer y Wolff, 1991)⁵⁰ su efectividad para facilitar el aprendizaje significativo de los estudiantes, al ser introducidas como apoyos en

⁴⁹ Jorba, J & San Martí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencia de la naturaleza y matemáticas. MEC. Madrid

⁵⁰ Díaz, B.,F. y Hernández R., G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill, México, 232p.

textos académicos así como en la dinámica de la enseñanza (exposición, negociación, discusión) ocurridas en la clase. Cada una de las cuales tiene como finalidad afianzar el progreso conceptual necesario para indagar posteriormente aquellos obstáculos epistemológicos que priman luego de la intervención de aula.

➤ **Video educativo:**

Los estudiantes realizaron la observación de un video diseñado por las docentes-investigadoras mediante el programa Movie Maker, titulado “Las sustancias y materiales de mi ciudad” donde se muestra las conversaciones de dos niños referentes a sus inquietudes y conocimientos frente a los conceptos de sustancia y material. El cual tiene como finalidad motivar a los estudiantes hacia el estudio y comprensión de los conceptos sustancia y material

➤ **Estructuras textuales y pistas tipográficas:**

conformadas por dos lecturas efectuadas de forma grupal en dos sesiones de clase, una sobre la diferenciación de las sustancias a partir de sus propiedades físicas y químicas y la otra sobre los procesos de la obtención de los materiales denominadas “la gota viajera⁵¹” y “Cómo puedes obtener los materiales⁵²” respectivamente. Orientadas a partir de pistas tipográficas a través de las cuales se busca que el estudiante centre la atención en elementos relevantes del contenido por aprender. Cómo se aprecian en las figuras No 6 y 7.

⁵¹ Tomado de portal de la ciencia ciencias naturales y educación ambiental 3. Libro de actividades y lecturas. Castro Sánchez, Nydia. Torres Serrano, Clara Ximena. Grupo editorial norma 2007. Bogotá. Pg. 34

⁵² Tomado de Vida 4 Lecturas científicas. Parga Lozano Diana Lineth. editorial Voluntad S. A 2007. Bogotá. Pg. 27

La gota viajera



Sería maravilloso acompañar a una gota de agua en su viaje por la vida: el sol calienta el mar y origina el vapor que las capas de aire caliente elevan a las alturas donde el frío lo condensa formando diminutas gotas, que serán parte de las nubes que flotan sobre el océano, y llegan los vientos que llevarán las nubes cargadas de humedad tierra adentro, hasta que se forme un aguacero sobre la selva.

Los árboles recibirán la gota que se deslizará por hojas, ramas y troncos hasta el suelo donde será absorbida por la raíz. Ella será ahora parte de la planta y podrá irse por numerosos caminos: subirá con la savia y podrá ser un retoño nuevo devorado por un mico titi, entonces pasará a ser parte de él, o podrá llegar a una flor y ser néctar recogido por un colibrí que volará por los laberintos coloridos de la selva. Quizás la gota alcanzará un fruto que alimente a algún animal, que, al ser devorado por un león, la hará conocer los caminos del rey de la jungla. O acaso el fruto, el animal o la lluvia lleguen al indigena y entonces ella escuchará las historias de la creación contadas junto al fuego ritual.

Cualquiera sea el destino de nuevo saldrá de las plantas o los cuerpos con la evaporación, la excreción o la transpiración y el sol la llevará otra vez hasta las nubes. Luego descenderá de nuevo con la lluvia y repetirá el ciclo miles de veces. Hasta que quizás llegue a calmar tu sed en un vaso con agua. ¿Te imaginas todas las historias que el agua te podría contar?



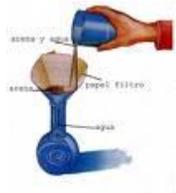
Celso Román

Figura No. 6: Lectura “La gota viajera”

¿CÓMO PUEDES OBTENER LOS MATERIALES?

Aunque muchos se encuentran en la naturaleza como las rocas, la madera y el algodón, otros en cambio son elaborados por el hombre, como el plástico, el papel, el vidrio y los diferentes metales.

Cómo se obtiene el vidrio: El vidrio está hecho de Sílice que se encuentra en las arenas blancas en el cuarzo, los carbonatos, Nitratos y Sulfatos alcalinos, se calienta para pulverizarla en hornos a altas temperaturas, con óxidos metálicos para darle coloración. por último se le da la forma deseada, se puede prensar en hojas o hacer botellas soplándolo. Los frascos de vidrio es uno de los mejores recipientes utilizados para contener alimentos que contienen líquidos, como las conservas porque son impermeables y herméticos.



Cómo se obtiene el papel: Gran parte de papel se obtienen al triturar fibras de madera, paja o trapos viejos. Estos mismos materiales sometidos a la acción de agentes químicos a altas temperaturas, producen pastas que se disuelven y se le añaden según la utilización, Alúmina y Resina que impiden que el papel absorba tinta durante el proceso.



Figura No. 7: Lectura “Como puedes obtener los materiales”.

➤ **Practica de laboratorio:**

Los estudiantes interactuaron con una practica de laboratorio denominada “Propiedades físicas de las sustancias” la cual se muestra en la figura No.8 muestra la práctica de laboratorio realizada en dos sesiones comprendidas el 14 y 16 de mayo/2008.

➤ **Proyecto creativo**

En relación al concepto de material se elabora en los grupos de trabajo un proyecto denominado “Botes de Slalom⁵³” donde se pretende reconocer las características de inmersión y flotación de algunos materiales en relación a su composición, como se aprecia en la figura No 9 La cual se realizó el 19 de Mayo del 2008.

Cabe resaltar que en el transcurrir de este proceso de enseñanza se elaboraron diarios de campo, primando la observación participante y la descripción detallada de los eventos a analizar que serán un referente importante para identificar las representaciones mentales de los estudiantes para el posterior análisis de los posibles obstáculos epistemológicos en relación a su persistencia en el progreso conceptual.

⁵³Tomado de Materiales. Gifford CliveSantillana. Ediciones generales S.A 2005. México. Pg32-. 43



LABORATORIO PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS SUSTANCIAS.

OBJETIVOS:

- * Diferenciar las sustancias a partir de sus propiedades físicas y químicas.
- * Realizar mediciones con algunos instrumentos de laboratorio.

RECURSOS:

Piedra, Una venda, Alcohol, Balanza, Limón, Probeta, Cubo de hielo, Regla, Azúcar, Beaker, Sustancia desconocida.

PROCEDIMIENTO:

A. Observación de propiedades generales.

Escribe en la tabla las propiedades que se pueden observar en cada uno de los objetos.

Sustancias	COLOR	OLOR	FORMA	TEXTURA (Lisa, áspera, suave)	TAMAÑO
Piedra.					
Alcohol					
Limón.					
Hielo.					
Azúcar.					
Sustancia desconocida.					

B. Medición de propiedades generales y específicas.

1. Mide la masa de la piedra. Escribe tu resultado.
2. Mide 100 ml de agua en la probeta y coloca el limón dentro de ella. Toma esta medición. Establece cuantos ml de diferencia hay entre la primera y la segunda medida. Escribe tu resultado. ¿Cuál será el volumen del limón?
3. Con la ayuda de la regla mide el largo, el ancho y el alto de tu mesa de trabajo. Calcula su volumen.
4. Adicionar 100ml de agua al beaker, luego ubícalo en el mechero, cuando se inicien las primeras burbujas toma la temperatura que corresponde al punto de ebullición del alcohol.

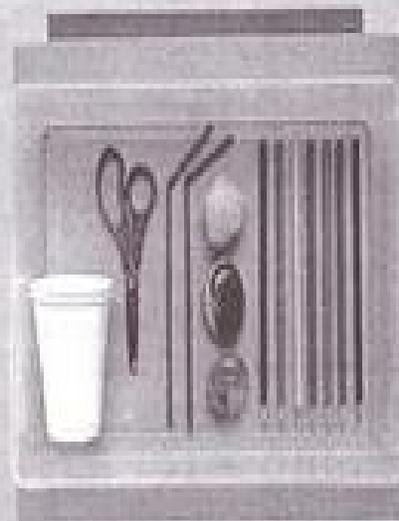
INFORME:

- * ¿Consideras que la lista de sustancias del cuadro es correcta?
- * ¿Que semejanzas y diferencias encuentras en las sustancias observados?
- * ¿Que propiedades de las sustancias se determinaron?

Figura No.8 Práctica de laboratorio.

Impulsa tu bote por la ruta

Con este simpático y divertido proyecto, ve cómo un material flota y otro se hunde.

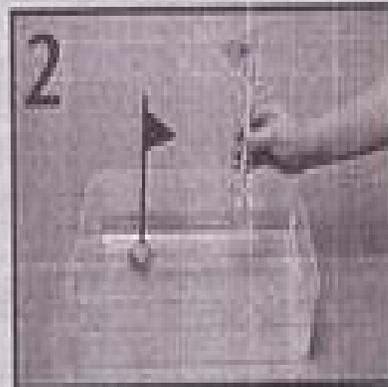


Materiales

- Plastilina
- Dos piedras
- Dos lápices
- Dos tarjetas de 3 x 3 x 2 cm, decoradas al gusto
- Coma
- Un recipiente amplio
- Agua
- Tijeras
- Un vaso de unicel
- Un popote de 10 cm
- Cuadro de papel coloreado, de 6 x 6 cm



1
Presiona la plastilina sobre una piedra y pon un lápiz en la punta. Pega la tarjeta como bandera en la punta del lápiz. Tienes tu pista de slalom. Repite los pasos.



2
Llena el recipiente con agua hasta la mitad y pon los postes en medio a 10 cm uno de otro. Los postes deben sobresalir del agua.

Figura No. 9 Proyecto Creativo

4.3.3 FASE DE INDAGACION DEL PROGRESO CONCEPTUAL.

Esta fase pretende determinar el progreso de las ideas y/o representaciones de los estudiantes con relación al aprendizaje y diferenciación de los conceptos de sustancia y materiales, también identificar el grado de persistencia o no de posibles obstáculos epistemológicos luego de la intervención del maestro.

Los cuestionarios empleados en esta fase conllevan al estudiante hacer explícito lo aprendido luego de la intervención del maestro, mediante la interacción con nuevas situaciones problemáticas, con el objeto de evidenciar los posibles obstáculos epistemológicos que persisten en el progreso de las representaciones mentales de los estudiantes.

4.3.3.2 Cuestionario imagen en un contexto

Procura que los estudiantes hagan explícito el progreso de las representaciones mentales que poseen luego de la intervención de las docentes-investigadoras en cuanto a similitudes y diferencias entre los siguientes conceptos relacionados: partícula, sustancia, mezcla, material y materia, de forma análoga a la relación de conceptos propios de otros núcleos temáticos como el caso particular de la conformación fisiológica de los seres vivos. Además del análisis de los obstáculos epistemológicos a partir de la información recogida en las justificaciones dadas por los estudiantes. La figura No. 10 corresponde al cuestionario efectuado el 22 de mayo/2008.

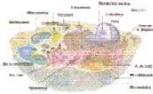


CUESTIONARIO # 1 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

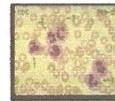
La profesora de Laura le explicó cómo están formados los seres vivos, desde un nivel más simple al más complejo, de la siguiente manera:

SERES VIVOS

Nivel 1:



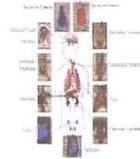
Nivel 2:



Nivel 3:



Nivel 4:



Nivel 5:



Pero le pide a Laura que de la misma forma, organice del más simple al más complejo las siguientes imágenes que conforma la materia, como estuvo enferma no asistió a clases y necesita que le explique como lo puede organizar. ¿Cómo lo harías y cual sería tu explicación?

LA MATERIA

Nivel _____



Nivel _____



Nivel _____



Nivel _____



Nivel _____



Figura No.10 cuestionario # 1 empleado para evidenciar obstáculos epistemológicos luego del progreso conceptual.

4.3.3 Cuestionario de jerarquización de conceptos

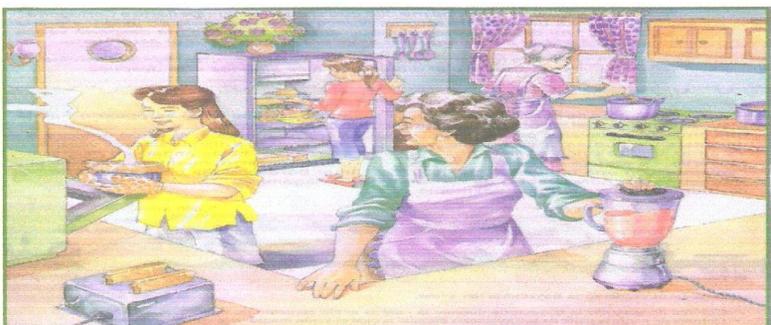
Mediante una imagen enmarcada en un contexto familiar a los estudiantes “una cocina” donde no se presentan las imágenes de forma aislada como se hizo inicialmente (en la indagación de ideas previas), se busca determinar si los estudiantes logran diferenciar los conceptos de sustancia y material. La figura No.11 muestra la representación correspondiente a dicho cuestionario realizada en junio 5/2008.

**CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.**

En la siguiente representación de una “cocina” selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica



Piensa en la cocina de tu casa. ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

Figura No 11. Cuestionario #2 empleado para evidenciar obstáculos epistemológicos luego del progreso conceptual

CAPITULO 5

CATEGORIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El proceso de categorización y organización de la información se realizó a partir de la metodología de análisis de contenido que permite analizar en detalle y en profundidad el contenido de la comunicación humana en código lingüístico y oral de los estudiantes, pudiendo emplear cualquier instrumento de compendio de datos (Holsti, 1968),⁵⁴ en este estudio se empleó diario de campo, cuestionarios y entrevistas

De igual manera Krippendorff (1980:28), define el Análisis de Contenido como “la técnica destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a un contexto”. A partir de esta metodología se derivan las técnicas empleadas en esta investigación las cuales son análisis categorial y análisis de relaciones.

El análisis categorial es propuesto por Strauss y Corbin (1990) quienes consideran que las categorías se relacionan por medio de codificación⁵⁵. Para efecto se empleó codificación abierta (memorando) que permitió el establecimiento de categorías emergentes y teórica, también codificación axial para relacionar las diferentes categorías y subcategorías entre sí.

Las categorías que se presentan en este estudio presuponen las siguientes características: exclusión mutua, homogeneidad, pertinencia, objetividad y

⁵⁴ Bardin Laurence. Análisis de contenido. Editorial Akal. España.1986

⁵⁵ Anselm Strauss, Corbin. (2002) Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar teoría fundamentada.

fidelidad y productividad (Fox, 1981; Pérez Serrano, 1984; Weber, 1985; Bardin, 1986; Clemente y Santalla, 1991).⁵⁶

Exclusión, en el sentido que cada uno de los elementos que aparezcan en el texto debe de ubicarse exclusiva y únicamente en una categoría; homogéneo, ya que un mismo principio de clasificación debe de dirigir su organización; pertinente, puesto que debe adaptarse tanto al material soporte del texto elegido como al objetivo del estudio; y productivo, en el sentido de que el sistema categorial sea efectivo y proporcione resultados aclaratorios del fenómeno estudiado, suministre nuevas hipótesis, favorezca nuevos problemas de estudio.

De otro lado, en el análisis de relaciones se aborda la red sistémica propuesta por Bliss & Ogborn (1985, 1983) la cual emana de la lingüística sistémica. El análisis sistémico requiere recoger el significado de los sistemas de palabras, es decir, muestran la dependencia e independencia entre las ideas, sentimientos y valores que se expresan. Por último el uso de matrices propuestos por Corbin y Strauss (1996) que consiste en una representación diagramática de un conjunto de ideas⁵⁷.

La elección del conjunto de técnicas empleadas se realizó con la intención de relacionar de forma pertinente los datos obtenidos con las teorías establecidas para esta investigación, además de facilitar la manipulación de la información recogida en pro de los objetivos propuestos para el respectivo análisis de los obstáculos epistemológicos persistentes en el progreso de las representaciones mentales de los estudiantes.

⁵⁶ Julio Cabero Almenara. Elaboración de un sistema categorial de análisis de contenido para analizar la imagen del profesor y la enseñanza en la prensa. Revista de pedagogía, ISSN 0210-5934, Vol. 48, Nº 4, 1996, pags. 375-392

En conformidad se expone a continuación la organización y categorización de la información obtenida de los diferentes cuestionarios empleados en cada una de las fases de la investigación, acorde con las técnicas descritas anteriormente.

5.1 CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LOS CUESTIONARIOS DE INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS.

A continuación se presenta una red sistémica, basada específicamente en la técnica de análisis de relaciones descrita anteriormente, donde se construyeron categorías emergente para determinar a partir de las representaciones mentales de los estudiantes, cómo diferencian los conceptos sustancia y material. Ver figura No 12.

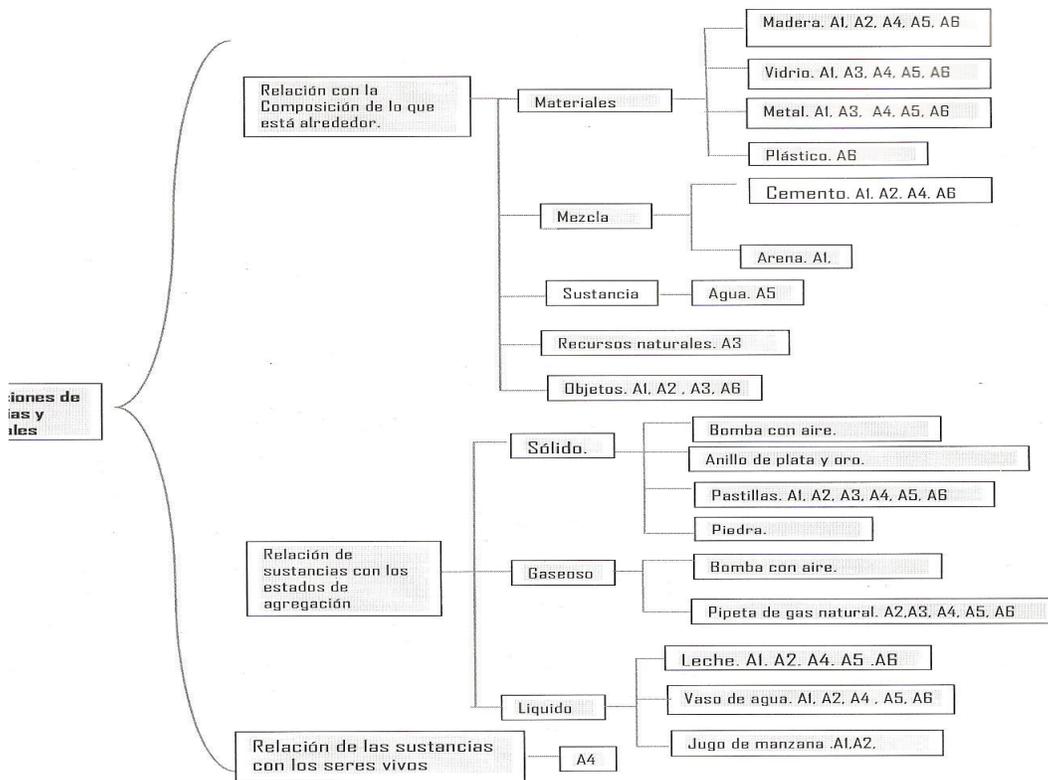


Figura No 12. Red sistémica sobre las representaciones de los estudiantes respecto al concepto de sustancia y material.

De acuerdo con la propuesta de análisis de relaciones, se presenta en la figura N0 13 una matriz con los diferentes principios que delimitan el tipo de modelo mental que presenta la población participante en base a la propuesta teórica de Jhonson Laird recopilada a partir de los cuestionarios y entrevista con los que interactuó la muestra.

Estudiantes Principios	A1		A2		A3		A4		A5		A6	
	Si	No										
Computabilidad		X		X		X		X		X		X
Finito	X		X		X		X		X		X	
Constructivismo	X		X		X		X		X		X	
Economía	X		X		X		X		X		X	
No indeterminación	X		X		X		X		X		X	
Predicabilidad	X		X		X		X		X		X	
Innatismo	X		X		X		X		X		X	
Número finito de primitivos conceptuales		X		X		X		X		X		X
Identidad estructural	X		X		X		X		X		X	

Figura No 13: Matriz sobre Principios de la naturaleza de los modelos mentales según Jhonson Laird (1996)

Por último, se muestra en la figura No 14 una matriz construida a partir de categorías teóricas subyacentes a los obstáculos epistemológicos considerados por Gastón Bachelard.

Categorías	Subcategorías	Frases codificadas
Conocimientos previos	Concepciones espontaneas	A2: "El Cemento es sustancia porque tiene arena y agua" "Son sustancias la madera, el metal, el cemento, ladrillos vidrio y baldosas" A3: "Es sustancia el cemento" A5:"El anillo no es sustancia porque es de metal y no tiene nada liquido". "El agua es una material" A6: "Las tejas el cemento..plásticos son sustancias que se utilizan para hacer cosas"
	Concepciones inducidas	A1: "Algunas sustancias se pueden oler y tocar pero otras no". A3: "Son materiales "martillo, serrucho y clavos". "El cemento es una sustancia porque cuando abajo dejas unas horas se pone duro". A4: "Las sustancias no se pueden tocar y no se pueden oler, ni probar ni mezclar" "La culebra está hecha de sustancia por tener veneno" A6:"Tocar no de pronto es peligroso." A4: " El metal es sustancia y que reacciona" A5:" El agua es sustancia por tener H2O".
Conocimiento general		A4: "Las sustancias se pueden cocinar" A3: "Si uno las toca pueden explotar".
Conocimiento pragmático		A2: "La leche es sustancia porque se puede tomar". A3 ,A4: "Las pastillas son sustancias porque curan a los enfermos" A6: "Las sustancias se utilizan para hacer cosas"
Obstáculo verbal		A4: Las cosas se componen de "materia" A5: "Agua, mezcla....carro"

Figura No 14: Matriz sobre Obstáculos epistemológicos de acuerdo a la teoría de Gastón Bachelard (1976).

5.2 CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LOS CUESTIONARIOS REFERENTES AL PROGRESO CONCEPTUAL.

La información recogida de cada uno de los cuestionarios de indagación del progreso conceptual, se categorizaron mediante el diseño de matrices y redes sistémicas que permiten la visualización de las relaciones conceptuales en categorías emergentes y teóricas a partir de las cuales se realizará el análisis de los obstáculos epistemológicos en el progreso conceptual.

A continuación se presenta una red sistémica, basada específicamente en la técnica de análisis de relaciones descrita anteriormente, donde se construyeron categorías emergente para determinar a partir de las representaciones mentales de los estudiantes, cómo diferencian los conceptos sustancia y material, a partir del cuestionario 1 de indagación del progreso conceptual. Ver figura N0 15.

JERARQUIZACIÓN
DE CONCEPTOS
RELACIONADOS
CON SUSTANCIAS Y
MATERIALES

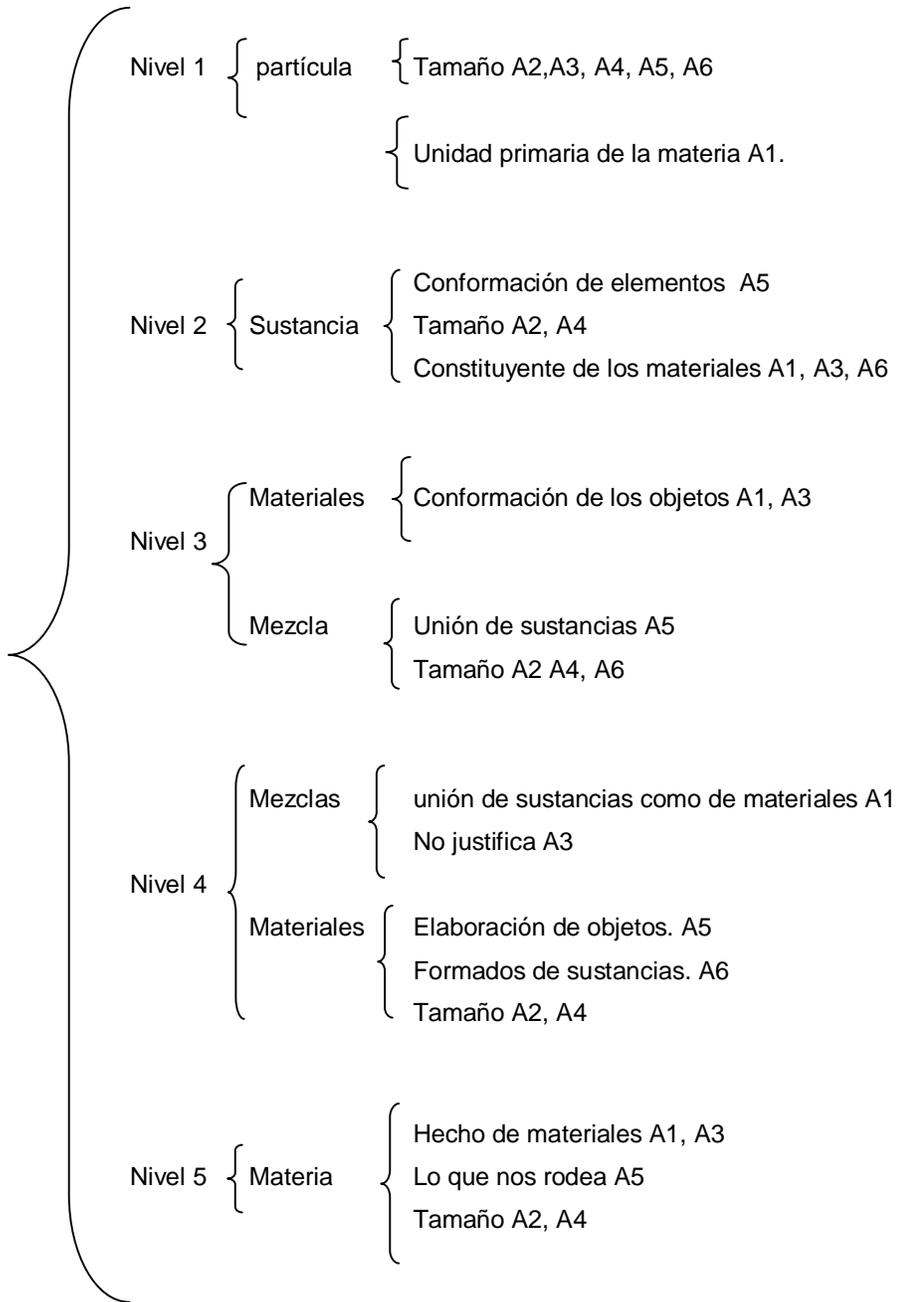


Figura No 15: Red sistémica sobre las justificaciones dadas por los estudiantes respecto a la información obtenida en el cuestionario # 1de indagación del progreso conceptual.

De acuerdo con la propuesta de análisis de relaciones, se presenta en la figura No 16 una matriz con los diferentes materiales y sustancias identificadas a partir del cuestionario 2 de indagación del progreso conceptual.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
MATERIALES IDENTIFICADOS						
Plástico	x	x	x	X	x	X
Vidrio	x			X		X
Metal	x	x		X	x	X
Aluminio			x	X	x	X
Cobre					x	
Hierro			x			
Pasta		x				
SUSTANCIAS IDENTIFICADAS.						
Sopa		x				
Harinas				X		
Jugo		x				
Verduras				X		
OTRAS SUSTANCIAS IDENTIFICADAS EN MI COCINA.						
Leche		x				
Aceite	x		x		x	X
Agua	x	x	x	X	x	X
Azúcar	x	x		X	x	X
Sal	x	x	x	X		X
Chocolate				X		
OBJETOS IDENTIFICADOS HECHOS DE SUSTANCIA						
Todos	x		x		x	X
Algunos		x		x		

Figura No 16: Matriz del cuestionario #2 respecto a las representaciones de los materiales y sustancias que se encuentran en una cocina.

Con relación a la propuesta enunciada anteriormente, se presenta en la figura No 17 una matriz con los diferentes principios que delimitan el tipo de modelo mental que presenta la población participante en base a la propuesta teórica de Jhonson Laird recopilada a partir de los cuestionarios y entrevista con los que interactuó la muestra en la fase de indagación del progreso conceptual.

Estudiantes Principios	A1		A2		A3		A4		A5		A6	
	Si	No										
Computabilidad	X			x	x			x	x		x	
Finito	X		X		X		x		X		X	
Constructivismo	X		X		x		x		X		X	
Economía	X		X		x		x		X		X	
No indeterminación	X		X		x		x		X		x	
Predicabilidad	X		x		x		x		X		X	
Innatismo	X		X		x		x		X		X	
Número finito de primitivos conceptuales		x		x		x		x		X		X
Identidad estructural	x		X		x		x		X		X	

Figura No 17: Matriz sobre Principios de la naturaleza de los modelos mentales según Jhonson Laird (1996)

Por último, se muestra en la figura No 18 una matriz construida a partir de categorías teóricas subyacentes a los obstáculos epistemológicos considerados por Gastón Bachelard.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	FRASES CODIFICADAS
	Concepciones espontáneas	A2: "La sopa y el jugo y la leche son sustancias por tener agua" A4: "La verdura son sustancias porque vienen enlatadas"
	Concepciones Inducidas	A1: "Los materiales sirve para construir cosas". A3: "Con los materiales se pueden hacer un carro". A4: Es sustancia "El vestido de la señora porque está hecho de tela" A5: "Con los materiales se pueden hacer objetos, por ejemplo mesas"
Conocimiento general		A2: " Los materiales son más grandes que las sustancias" A3: "Con partículas y... se pueden formar los materiales" A4: La complejidad de los términos materiales, mezcla o sustancia se organizan "por orden de grande a pequeño según sus materiales, mezclas o sustancias." A5: "Empieza por partícula porque es el más pequeño" A6: "Se empieza desde lo más pequeño, desde lo que tiene menos sustancia, así sucesivamente va." "Los materiales u objetos se organizan por niveles de sustancia"

Figura No 18: Matriz sobre Obstáculos epistemológicos de acuerdo a la teoría de Gastón Bachelard (1976).

CAPITULO 6

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información obtenida en la presente investigación se agrupa de acuerdo a las fases establecidas para el estudio, a fin de vislumbrar a partir de las representaciones mentales de los estudiantes los obstáculos epistemológicos que coexisten en cada una de ellas, además de reconocer su persistencia luego de la intervención de aula donde se supone la existencia del progreso conceptual de los estudiantes.

6.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LA FASE DE INDAGACION DE IDEAS PREVIAS:

Inicialmente se analizará los tipos de aprendizajes y la naturaleza de los modelos mentales de los estudiantes que permita realizar una comparación de los mismos antes y después de la intervención de aula para evidenciar el progreso conceptual, por último se hace énfasis en los obstáculos epistemológicos hallados en sus representaciones mentales, que serán comparados del mismo modo para evidenciar su persistencia.

6.1.1 ANÁLISIS DEL TIPO DE APRENDIZAJE ADQUIRIDO POR LOS ESTUDIANTES:

De la información obtenida de los cuestionarios se vislumbró que las estructuras cognitivas preexistentes de los estudiantes constituían un aprendizaje tipo representacional, para el caso, un estudiante expresaba cierta equivalencia entre los componentes del agua y el concepto de sustancia (A5) de igual forma restringieron el concepto de materiales a ejemplos particulares (A1, A2, A3, A4, A5, A6). Además de reconocer para el concepto de sustancia

el estado líquido (A1, A2, A4, A5, A6) a excepción de uno quien excluyó el estado líquido con su noción de sustancia (A3). También se pudo evidenciar gran relación entre dicha noción y los productos de laboratorio (A1, A2, A3, A4, A5, A6) a partir de la información obtenida de la entrevista descrita.⁵⁸ Cada uno de estos aspectos supone en cierto grado un obstáculo epistemológico del léxico verbal, dado que brindan una definición con una palabra que involucra una sola parte del concepto.

De igual modo algunos estudiantes empleaban nociones abstractas como reacción química (explícito) y estructura molecular (implícito) en sus explicaciones, sin ser significativo para establecerse como un tipo de aprendizaje conceptual, pues dichas nociones constituían indeterminaciones y/o confusiones, se presume esta situación al tratarse de nociones propias de la realidad científica, poco familiar en su ámbito sociocultural a falta de una interacción experimental y formativa que les permita comprender y/o construir esa realidad. A la vez, que presume un obstáculo tipo inducido, al evidenciarse la gran influencia de los medios de comunicación en las representaciones mentales de los estudiantes.

6.1.2 ANÁLISIS DE LOS MODELOS MENTALES DE LOS ESTUDIANTES.

A continuación cabe considerar los principios de la naturaleza del modelo mental de los estudiantes (Jhonson Laird 1996) para luego establecer la afinidad que tienen con los tipos de aprendizaje significativo (Ausubel. 2000) y los obstáculos epistemológicos (Bachelard 1976) En este sentido se encontró a modo general que en la muestra subyacían los principios del finito, constructivismo, economía, no indeterminación, predicabilidad e innatismo e identidad estructural (A1, A2, A3, A4, A5, A6), salvo que no se apreciaron los principios de computabilidad y número finito de primitivos conceptuales (A1, A2, A3, A4, A5, A6). (Ver figura No 13)

⁵⁸ Respuestas dadas en la entrevistas: A1: “Los materiales son el metal, el vidrio...” A3: “Los materiales son la tela...” A5: “Los materiales son los adobes, mezcla y pintura”.

Se considera en primera instancia el principio de lo finito, dado que las explicaciones hechas por los estudiantes mostraron un dominio de conceptos limitado, de esta manera ilustraban tanto el comportamiento como el uso cotidiano de las sustancias y los materiales al tratar de identificarlos sin hacer alusión a sus propiedades⁵⁹. Aspecto en el que subyace un obstáculo de tipo pragmático y utilitario posibilitando una serie de problemas a la hora de definir un término, pues existe la tendencia de reducirlo y sintetizarlo de tal manera que se pretende explicar o definir un concepto solamente mediante la idea de utilidad o beneficio⁶⁰.

De igual forma, el principio del constructivismo se vislumbra en la totalidad de la muestra dado que en los modelos mentales de los estudiantes se aprecian estos conceptos a partir de elementos básicos producto de las experiencias cotidianas, entre los cuales se resalta la noción de líquidos, objetos y envasados. De igual modo parecen satisfacer el principio de economía puesto que los estudiantes acomodan sus modelos a partir de la interacción con los diferentes medios de información y espacios de formación,⁶¹ por lo regular no presentan contradicciones en sus explicaciones, lo que posibilita que los estudiantes definan una sola entidad estructural. En este sentido, se resalta la suposición de considerar los modelos mentales como estructuras idénticas a los estados de las cosas percibidas, tal como se define en el principio de identidad estructural. El principio de la no-indeterminación es de la misma forma aplicable en toda la muestra puesto que fue posible hasta cierto grado tratar las interpretaciones de los modelos mentales de los estudiantes puesto que sus respuestas no constituyeron un complejo de indeterminaciones, como se aprecia más adelante en la identificación y la descripción de los modelos mentales subyacentes en la estructura cognitiva de la muestra. Por su parte, el

⁵⁹ Como ejemplo, A3 afirma: “agua no es sustancia porque sirve para calmar la sed”.

⁶⁰ Bachelard, Gastón. 1976. La formación del espíritu científico. 5 ed. México: Siglo Veintiuno, editores, S.A.

⁶¹ Afirmación de estudiante A4: “las sustancias explotan porque así lo hacen las del laboratorio nuclear de los Simpsons”.

principio de la predicabilidad se vislumbra aparentemente en la medida que los estudiantes representan vínculos entre nociones para tal caso, relacionan el concepto de sustancias con efectos perjudiciales y benéficos para el ser humano Tal como se aprecia en los puntos 2 y 3 del cuestionario #2 de indagación de ideas previas.

El principio del innatismo también se presentó en cada uno de los estudiantes que participaron en el estudio puesto que en cierta medida es evidente que las nociones más básicas de los estudiantes subyacen de la experiencia perceptible a partir de su interacción con el mundo que los rodea, como el caso particular de considerarse cualquier liquido como sustancia, o como el único estado de agregación formado de sustancias (A1).

Por el contrario, El principio de la computabilidad, no fue presumible de consolidar la estructura cognitiva de los estudiantes (A1, A2, A3, A4, A5, A6), puesto que estos generalizan una característica que es propia de alguna sustancia particular, como el hecho de otorgar el carácter explosivo y de peligrosidad a las sustancias en general, de esta manera se aprecia que los estudiantes en este nivel recurren a la intuición para construir su modelo mental. De igual modo, fue excepto el principio de número finito de primitivos conceptuales, debido a que aparentemente los estudiantes no aplican en su lenguaje discursivo relaciones de términos, a falta de una organización cognitiva en función de trazas conceptuales y proposicionales muy inclusivas.

En correlación a la tipología de los modelos mentales propuesta por Johnson-Laird, se encontró gran afinidad respecto al aprendizaje representacional que presentaron los estudiantes, dado que el modelo mental identificado correspondió a modelos que representan el mundo físico, específicamente el modelo de imágenes (A1, A2, A3, A4, A5, A6) debido a que particularizan los conceptos a ejemplos concretos como se mencionó anteriormente. De igual modo sus representaciones posiblemente presentaron un cierto grado de influencia de los medios masivos de comunicación puesto que la mayoría le

otorga a las sustancias un carácter explosivo (A2, A3, A4, A5, A6). (Ibíd.) y en cuanto a los materiales su utilidad para la fabricación de muchas cosas (A1, A2, A3, A4, A5, A6).

6.1.3 ANÁLISIS DE LOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.

A partir de los cuestionarios de indagación de ideas previas, se pudo evidenciar que los estudiantes al parecer ejemplifican indistintamente los conceptos de sustancia y material, en el momento en el que se les cuestiona sobre cuales materiales empleados para la fabricación de una casa eran sustancias, otorgan respuestas sin considerar equivoco el enunciado interrogativo (A3, A4, A5, A6)⁶² a excepción de dos estudiantes (A1, A2), en cuyas respuestas aparentemente los diferencian como se presenta en la figura No 19. Del mismo modo se refleja cierto grado de equivalencia entre los conceptos sustancia, mezcla y material (Ibíd.) (A3). Lo anterior corresponde al obstáculo epistemológico de concepciones espontáneas en la cual se evidencia que mayoría de la muestra realizan ciertas descripciones con base a sus sensaciones.

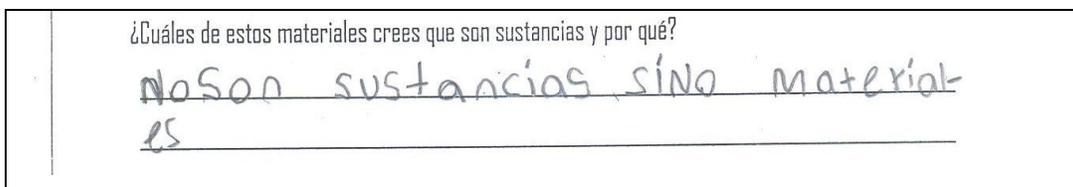


Figura No 19: respuesta del estudiante A2 de la segunda pregunta del cuestionario # 2 de indagación de ideas previas.

Además, la representación del concepto de material correspondió en uno de los casos a herramientas de materiales de trabajo mecánico como al parecer lo

⁶² Afirmaciones de los estudiantes: A1: “cemento porque tiene arena y agua” A3: “El agua, la pintura y cemento por que el agua es buena para la salud”, A4: “La madera no es sustancia, el metal si son sustancias y reaccionan” A5: “ El agua es una sustancia por tener H₂O” A6: “Tejas, cemento, vidrios...son sustancias que se utilizan para hacer cosas”.

piensa el estudiante A3 en su respuesta⁶³. Estas confusiones fueron objeto de análisis en otras investigaciones "*Words as Tools in Science Lessons*"⁶⁴ en donde se encontró que el primer significado de la palabra material para los alumnos incluía materiales de dibujo y materiales de construcción, además en el estudio "*Aspects of secondary students understanding of elementary ideas in chemistry*"⁶⁵ se evidencia la tendencia de los estudiantes a considerar los materiales cotidianos como sustancias simples. Por consiguiente, se ha identificado este factor como un obstáculo inducido originado en el entorno familiar y social, utilizándose el homónimo de material con martillo, serrucho y clavos.

De otro lado, se vislumbra aparentemente como los estudiantes consideran que los objetos se componen de otros objetos (A1, A2, A3, A6), de materiales (A2, A3, A4, A5, A,6), de recursos naturales (A1) y de sustancia (A5) en relación al interrogante ¿de qué se compone los objetos que hay a tu alrededor?,⁶⁶ A modo general, se puede afirmar que posiblemente respondieron a partir de las observaciones de su contexto, puesto que en momento de responder "fijaron" su observación en el entorno inmediato. Por lo que se puede considerar un obstáculo de tipo espontáneo.

En relación con los estados de agregación, se encontró que los estudiantes generalizan el estado líquido de agregación con el concepto de sustancia, lo que constituye posiblemente un obstáculo de conocimiento general, considerado el que más retarda el progreso del conocimiento (Bachelard, 1976:66). a excepción del estudiante A3 dado que en el cuestionario # 1 (de indagación de ideas previas) descartó como sustancias las imágenes que

⁶³ Afirmación del estudiante A3: "martillo, serrucho, clavos"

⁶⁴ Bouma, H, Brandt, I. y Sutton, C (1990). *Words as Tools in Science Lessons*, Chemiedidactiek University of Amsterdam.

⁶⁵ Briggs, H. y Holding, B (1986). *Aspects of secondary students understanding of elementary ideas in chemistry* Centre for studies in Science and Mathematics Education University of Leeds.

⁶⁶ Respuestas de estudiantes. A6: "Con cemento, con ladrillos, con baldosas, con metal... y muchas cosas más"; A4: "De metal, de madera de vidrio"; A3: " ..Montañas...gente." A5" el agua se compone de H2O."

correspondían a dicho estado. Factiblemente, hubo relación con el estado sólido (A1, A2, A3, A4, A5, A6), aunque en este caso, fue notable gran selectividad, puesto que los estudiantes consideraron únicamente a las pastillas como sustancias justificando sus afirmaciones durante la entrevista por su capacidad curativa, su elaboración en laboratorios y venta farmacéutica.⁶⁷ Por último se vislumbra relación con el estado gaseoso de agregación, debido a la consideraron el gas contenido en una pipeta como sustancia por su carácter explosivo (a2, A3, A4, A5, A6)⁶⁸

En relación a las propiedades de las sustancias (olor, sabor, textura, color) la mayoría de los estudiantes las consideraron peligrosas⁶⁹ (A2, A4, A5, A6) entre los cuales uno afirmó que tan solo algunas podrían serlo. .

Por el contrario, otro de los estudiantes no las consideró en absoluto peligrosas (A1) como se puede apreciar en la figura No 20. Por último, un estudiante manifestó no saber si las sustancias se podían oler, tocar, y probar.

Lo preliminar, conciernen viablemente a obstáculos epistemológicos inducidos, que han sido asimilados a través de las interacciones del estudiante con su contexto socio-cultural.

⁶⁷Respuestas obtenidas de la entrevista: A1: “Las pastillas son sustancias porque la fabrican en laboratorios” A2: “Las pastillas son sustancias porque cura”. A3 “ Las pastillas son sustancias porque curan a los enfermos” A4” Las pastillas son sustancias por que los enfermos con ellas se alivian” A5: “Son sustancias porque las venden en las farmacias” A6: “ ...son sustancias porque la gente con ellas no se muere”

⁶⁸Respuesta obtenida de uno de los estudiantes durante la entrevista: A6:”El gas de la pipeta es una sustancia porque puede explotar”

⁶⁹Afirmaciones de los estudiantes: A4: Las sustancias no se pueden tocar y no se pueden oler ni probar ni mezclar”; A5: “no porque si un las toca pueden explotar”; A6”..Oler no, tocar no porque de pronto es peligroso”

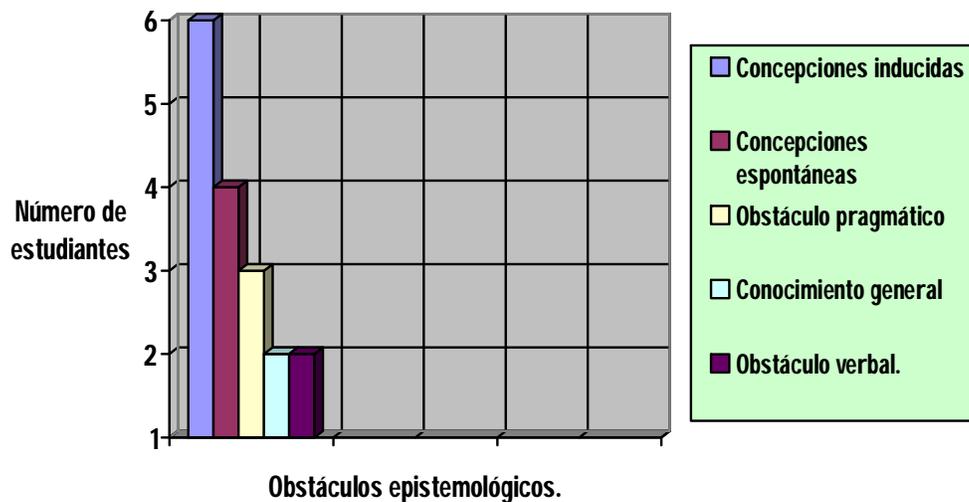
3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

se pueden oler pero no tienen nada
de dañino, tiene color porque la pinton
y la pintura trae sabor y olor.

Figura No 20: Respuesta de estudiante A1 de la tercera pregunta del cuestionario dos de indagación de ideas previas.

En consideración de las representaciones mentales de los estudiantes identificadas en relación a los obstáculos epistemológicos hallados durante la primera fase de la presente investigación predominaron las concepciones Inducidas (A1, A2, A3, A4, A5, A6), y espontáneas (A2, A3, A5, A6), ocupando un lugar intermedio el conocimiento pragmático y utilitario (A2, A3, A6), mientras las menos frecuentes fueron el conocimiento general y el obstáculo verbal (A4, A5). Como se puede observar en Gráfico No 1.

GRÁFICO # 1: EVIDENCIAS DE OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS



Cabe resaltar que aparentemente la muestra no presentó obstáculos de tipo animista ni analógico, dado que en la información analizada los estudiantes no emplearon ningún tipo de comparaciones para explicar las situaciones dadas, ni el uso de analogías con la naturaleza animada.

6.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LA FASE DE INTERVENCIÓN DEL DOCENTE-INVESTIGADOR.

Las estrategias de enseñanza empleadas para la formación y diferenciación de los conceptos sustancia y materiales afines a un modelo conceptual fueron fructíferas al ser notorio por un lado, el despertar de intereses referente a la temática en casi la totalidad de los estudiantes, esto se pudo apreciar a partir de las preguntas curiosas realizadas por ellos que a su vez propiciaron inquietudes en sus compañeros. A continuación se presenta la transcripción de una nota de codificación respecto a la pregunta formulada por el estudiante A1 tomada el 07/V/08.

A1: Profe, por qué el oxígeno que es una sustancia lo podemos respirar del aire y no del agua.

“El concepto de sustancia lo relaciona con otros conceptos, como el de respiración humana, siendo capaz el estudiante de dotar de significado a una información que se le presenta relacionándolo con otros núcleos temáticos. En consideración a un aprendizaje significativo, se nota la activación de sus ideas, de esta forma abre paso hacia la elaboración de modelos alternativos para interpretar la realidad que lo cuestiona. De otro lado el estudiante le da atributos al Oxígeno como sustancia indispensable para la respiración bajo ciertas condiciones.

Luego haberle preguntado en qué estado se encuentra el oxígeno como constituyente del aire y del agua el estudiante responde acertadamente, y sin hacerle mucho énfasis sobre la estructura fisiológica de los peces ni del ser humano, se le preguntó si consideraba un factor determinante los estados de agregación de las sustancias en dicho proceso biológico, a lo cual respondió afirmativamente pero quizás no muy convencido de su respuesta, puesto que tardó en responder, fijándome su mirada esperando una aprobación”⁷⁰.

⁷⁰ Tomado del memorando realizada por las docentes-investigadoras.

De otro lado, durante este proceso posiblemente hubo apropiación de un lenguaje próximo al modelo conceptual por parte de algunos estudiantes, como se refleja en el caso particular del estudiante A5 cuya intervención se analiza en la siguiente transcripción de la nota de codificación elaborada el 16/V/08.

A5: las sustancias se diferencian por sus puntos de ebullición pero así no pasa con los materiales

“De esta manera se vislumbra cómo el estudiante aplica lo visto en clase durante la práctica de laboratorio, mostrando actitudes y destrezas comunicativas ajenas a la simple repetición. De igual forma, se visualiza un mayor acercamiento de comprensión de significados compartidos respecto a las propiedades de las sustancias y algunas de las características de los materiales, en este sentido se nota el interés por alcanzar los objetivos propuestos de enseñanza, cuando los mismos estudiantes realizan intentos por diferenciar los conceptos realizando comparaciones. El cambio en el lenguaje es óptimo dado a la naturaleza representacional que no subyacen a un conocimiento cotidiano, sino a un proceso de adquisición de significados en la estructura cognitiva a partir de la enseñanza escolar” (Ibíd.).

A modo general, se pudo notar que los estudiantes obtenían mayor comprensión de los conceptos a medida que se avanzaba en los procesos de enseñanza, por lo cual se puede afirmar que se estaban satisfaciendo las condiciones para la adquisición de un aprendizaje significativo y por ende la reestructuración del modelo mental era cada vez más próximo al modelo conceptual. A excepción de uno de los estudiantes (A4) quién al parecer permaneció anclado a sus ideas previas posiblemente a falta de una participación activa frente a las actividades propuestas. A continuación se presenta la transcripción de la nota de codificación tomada el 09/V/08 respecto a la intervención del estudiante A2 frente a una situación presentada en el aula

A2: Un cubo de hielo es agua en estado líquido.

“En el momento de realizar una demostración de los cambios de estado del agua mediante una experiencia sencilla, empleándose un beaker, papel aluminio, mechero, 100ml de agua, cubitos de hielo, pregunté en qué estado se encontraba el cubo de hielo, este niño fue el primero en responder que en estado líquido Pero en momentos anteriores había estado un poco distraído, de puesto en puesto, de igual forma en sesiones de clases preliminares ha manifestado otras afirmaciones equivocadas” (Ibíd.).

Esto corrobora cómo la pretensión de diseñar materiales de aprendizaje potencialmente significativo para un determinado grupo de estudiantes, no es tarea fácil puesto que las necesidades individuales son muy complejas, y bajo ciertas circunstancias se hace difícil ser determinadas por los docentes. Pese a ello se rescata cómo la variedad de recursos metodológicos empleados fueron viablemente importantes para la motivación y por ende de la adquisición de los nuevos conocimientos.

De otro lado, se encontró que el obstáculo epistemológico notablemente hallado en las representaciones mentales de los estudiantes durante el proceso de intervención de las docentes- investigadoras para la comprensión y diferenciación de los conceptos de sustancia y material correspondió al tipo **pragmático**, en el sentido de brindar explicaciones de estos conceptos, sin tener en cuenta su composición y el cómo a su vez estos pueden constituir tanto los objetos fabricados por el hombre como ciertos recursos ofrecidos por la naturaleza, sino a partir de sus utilidades. Como se muestra en el siguiente enunciado correspondiente a la intervención realizada por el estudiante A4..

“El aceite es una sustancia porque sirve para cocinar y alimenta”

Finalmente se puede afirmar que los conceptos relevantes de los estudiantes se ampliaron en la medida en que trascurrió el proceso de enseñanza lo que permitió que se apropiaran de un lenguaje más elaborado el cual factiblemente

aumentará la capacidad de manipulación de los conceptos y de las proposiciones por medio de las propiedades representacionales de las palabras al clarificarlas precisarlas y hacerlas transferibles.

6.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA REFERENTE AL PROGRESO CONCEPTUAL:

6.3.1 ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE APRENDIZAJE ADQUIRIDO POR LOS ESTUDIANTES:

A partir de la organización de la información se encontró que la mayor parte de la muestra adquirió nuevos significados teniendo un acercamiento al tipo de aprendizaje de conceptos (4/6) , dado que en sus representaciones mentales se evidenció la asimilación de un cierto rango de abstracciones y atributos particulares de los conceptos sustancia y material,⁷¹ de esta forma se aprecia el establecimiento de una diferenciación progresiva de dichos conceptos, que son un referente conceptual importante para la adquisición de nuevos conceptos relacionados.

Dicha asimilación se considera en gran medida producto de una interacción activa e integradora entre los nuevos materiales de instrucción empleados en la fase de intervención e ideas pertinentes existentes en la estructura de conocimiento del estudiante.

De otro lado, se considera la falta de asimilación de un aprendizaje tipo conceptual (2/6), como resultado de la insatisfacción de las condiciones de

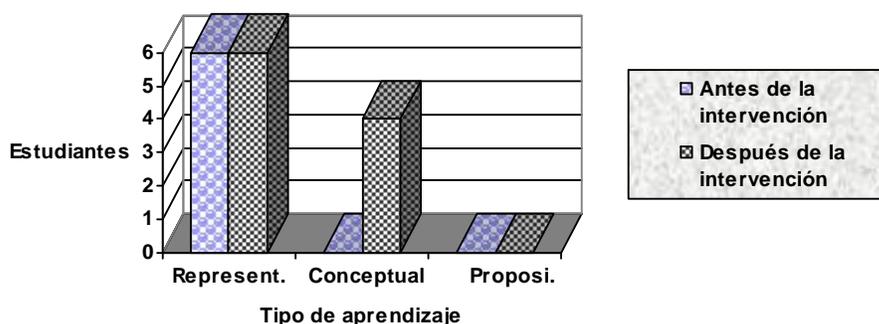
⁷¹ Enunciados de los estudiantes: A1: “Las sustancias se combinan para formar otras sustancias o mezclas.” “Los materiales son más complejos por que están hechos por otras sustancias”; A3: “Todo empieza a conformarse por una partícula, después de una partícula se forman los químicos.” “Con los materiales se pueden hacer un carro.”; A5: “Las sustancias que están hechas de elementos de la química como el H₂O.” “Con los materiales con los que se pueden hacer objetos, por ejemplo mesas y ventanas de vidrio que son los más grandes” ; A6: Los objetos “Todos están hechos de sustancias porque es lo que hacen los materiales.” “Los tubos de ensayo que son más grandes están hechos del material vidrio y el vidrio esta hecho de muchas sustancias.”

aprendizaje, posiblemente desde los materiales de instrucción empleados y/o una posible actitud de aprendizaje inadecuada por parte de los estudiante. En este sentido es conveniente apreciar algunos de los enunciados expresados por estos estudiantes en la pregunta: observa cada una de los objetos de imagen cuales consideras están hechos de sustancias como se muestra en la figura No 21.

<p>Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica</p> <p><u>todos menos las flores y las personas,</u></p>
<p>Fig 21 a. respuesta del estudiante A2</p>
<p>Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica</p> <p><u>el vestido de la señora porque esta hecho de tela</u></p>
<p>Fig 21 b. respuesta del estudiantes A4</p>

Por último el aprendizaje tipo proposicional no fue evidenciado por ninguno de los estudiantes puesto que cada uno de ellos presentan dificultad a la hora de expresar los significados de los conceptos bajo la forma de una proposición como se puede observar en los anexos. La grafica # 2 muestra la contrastación del tipo de aprendizaje adquirido antes y después de la intervención de las docentes investigadoras.

GRÁFICO # 2: EVIDENCIA DEL PROGRESO CONCEPTUAL.



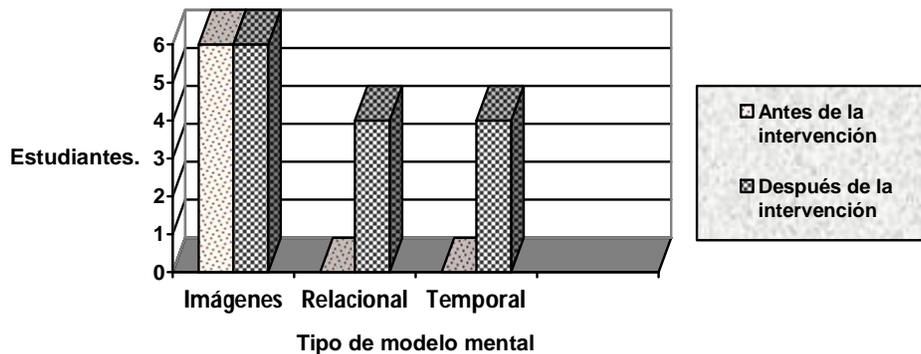
6.3.2 ANÁLISIS DE LOS MODELOS MENTALES.

En correspondencia a la adquisición de un aprendizaje tipo conceptual fue notorio la ampliación de los principios de la naturaleza que definen el modelo mental de los estudiantes, tal como ocurrió con un número significativo de la muestra (A1, A3, A5, A6) manifestando en sus representaciones mentales la apropiación de un razonamiento jerárquico en su estructura cognitiva, es decir, no basando sus explicaciones en la intuición lo que precisamente enmarca el principio de computabilidad, el cual no se había hecho evidente por parte de los estudiantes en fase de indagación de ideas previas.

Aunque los estudiantes desarrollaron un lenguaje más acorde al modelo conceptual propuesto, no se hizo posible la construcción de Un campo semántico, donde se requiere el empleo de un léxico con un gran número de palabras que comparten en el núcleo de sus significados un concepto común consecuente al principio de número finito de primitivos conceptuales, único principio de la naturaleza de los modelos mentales no hallados en los estudiantes en este nivel escolar, el cual se considera guarda estrecha relación con el tipo de aprendizaje proposicional no adquirido por estos, como se describió anteriormente, debido a que este requiere representar los significados a partir de combinación de conceptos en forma de una proposición.

En cuanto a la tipología de los modelos mentales se encontraron luego de la intervención del docente los modelos relacional, temporal, y de imagen, De esta forma los estudiantes representan relaciones físicas entre las entidades y/o conceptos (A1, A3, A5, A6), de igual forma otorgan un orden a los eventos (A1, A3, A5, A6), por último hacen la representación de características visibles de un objeto o evento (A1, A2, A3, A4, A5, A6), como se aprecia en los anexos. La grafica # 3 muestra la contrastación del tipo de modelo mental adquirido antes y después de la intervención de las docentes investigadoras.

GRÁFICO # 3: EVIDENCIA DEL PROGRESO DEL MODELO MENTAL



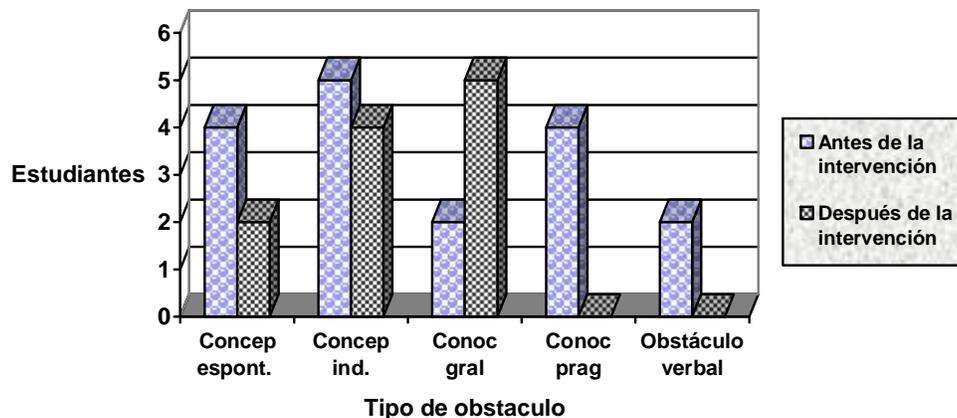
6.3.3 ANÁLISIS DE LOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.

En relación a los obstáculos epistemológicos evidenciados en esta fase, se pudo vislumbrar que la muestra que inicialmente presentó el tipo de concepciones espontaneas logro superarlas de forma representativa (A3, A5, A6), mientras fue persistente en uno de los estudiantes (A2), y otro quien aparentemente no lo presentaba lo expresó (A4), además al respecto en el tipo de obstáculos de concepciones inducidas se encontró una superación no significativa de este obstáculo siendo aparentemente superado por un estudiante (A6), y persistiendo en los otros quienes inicialmente los poseían

(A1, A3, A4, A5). Puesto que uno de los estudiantes al parecer no lo presentó ni antes ni después de la intervención del docente (A2).

Es importante resaltar que la mayor parte de estudiantes que poseían el obstáculo de concepciones espontáneas lograron aparentemente superarlo (A1, A3, A5, A6), permaneciendo en dos de los estudiantes (A2, A4), mientras que el obstáculo de conocimiento pragmático/ utilitario y el verbal fueron superados dado que en la información recogida no se obtuvieron respuesta encaminadas a explicar o definir un concepto solamente mediante la idea de utilidad o beneficio, o de brindar explicaciones mediante una sola palabra o una sola imagen. De igual forma no se presentaron nuevos obstáculos diferentes a los ya descritos en las fases de indagación de ideas previas e intervención de aula. La grafica # 4 muestra la contrastación de los obstáculos epistemológicos evidenciados antes y después de la intervención de las docentes investigadoras.

GRÁFICO # 4: EVIDENCIA DE LOS OBSTACULOS EPISTEMOLOGICOS.



CAPITULO 7

CONCLUSIONES

Entre los obstáculos epistemológicos encontrados en el progreso conceptual de los estudiantes se aprecia más persistentes los obstáculos de concepciones inducidas (A1, A3, A4, A5,) y conocimiento general (A2, A3, A4, A5, A6).

El obstáculo menos persistente en el progreso conceptual correspondió al de concepciones espontáneas (A2, A4).

Los obstáculos epistemológicos influyen de forma determinante en el proceso de construcción y comprensión de los conceptos.

La superación de los obstáculos epistemológicos varía dependiendo del individuo.

La ampliación del modelo mental y los tipos de aprendizaje afianzan la superación de obstáculos epistemológicos, y por ende el progreso conceptual.

Las representaciones de todos los estudiantes inicialmente integraban las condiciones de la mayoría de los principios de los modelos mentales a excepción del principio de computabilidad y de número finito de primitivos conceptuales.

En la última fase se evidencia el progreso de las representaciones de los estudiantes debido la apropiación del principio de computabilidad (A1, A3, A5, A6)

El tipo de aprendizaje que más se evidenció luego de la intervención de las docentes-investigadoras fue el de tipo conceptual dado que los estudiantes se apropiaron de los conceptos, relacionando en su léxico un conjunto de palabras

CAPITULO 8

RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES

Es necesario plantear las concepciones de los estudiantes en términos de obstáculos para identificar aquellas pertenecientes a un realismo ingenuo y lograr superarlas a partir de la construcción de nuevas explicaciones próximas a un modelo conceptual.

Es fundamental en los procesos de enseñanza el uso temprano del concepto sustancia y material para facilitar la profundización de su significado en niveles superiores.

Esta investigación deja puertas abiertas, a estudiar si los obstáculos epistemológicos para un concepto específico puede superarse de forma definitiva, o si por el contrario puede reaparecer en la estructura cognitiva de los estudiantes.

BIBLIOGRAFIA.

- Andersson, B, (1990). Pupils' Conceptions of Matter and its transformation, (age 12-16). Studies in Science Education, 18, 53-85.
- Anselm Strauss, Corbin, (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar teoría fundamentada.
- Aragón, M; Oliva; Bonat, M; Mateo, (2005). Un estudio sobre las relaciones entre pensamiento analógico y modelos mentales de los alumnos sobre la materia. Enseñanza de las ciencias, número extra. VII congreso.
- Ausubel, David y otros. 1986. Psicología educativa. 3 ed. México: Editorial Trillas.
- Ausubel, David Paul (2002). Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. España.
- Azcona, R., Furio, C., Intxausti, S e Irizar, M. (2005). ¿Cómo se puede favorecer una buena comprensión de la cantidad de sustancia y el mol en una clase de bachillerato? Enseñanza de las ciencias, Numero extra, VII congreso.
- Bachelard, Gastón. (1976). La formación del espíritu científico. 5 ed. México: Siglo. Veintiuno, editores, S.A.
- Bachelard, Gastón. (1981). La formación del espíritu científico. México: Siglo Veintiuno, editores, S.A.

- Bardin Laurence. (1986). Análisis de contenido. Editorial Akal. España.1986
- Bouma, H; Brandt, I y Sutton, C. (1990). "Words as Tools in Science Lessons", Chemiedidactiek, University of Amsterdam.
- Briggs, H y Holding, B. (1986). Aspects of secondary student's understanding of elementary ideas in chemistry Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Cabero Almenara, Julio. Elaboración de un sistema categorial de análisis de contenido para analizar la imagen del profesor y la enseñanza en la prensa. Revista de pedagogía, ISSN 0210-5934, Vol. 48, Nº 4, 1996, pags. 375-392.
- Castro Sánchez, Nydia. Torres Serrano, Clara Ximena. (2007). Portal de la Ciencia. Ciencias Naturales y Educación Ambiental 3. Libro de actividades y lecturas. Grupo editorial norma Bogotá. Pg. 34
- Díaz, B., F. y Hernández R., G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill, México, 232p.
- Domínguez-Sales, M.C. y Furiò-Mas, C, (2005). Aprendiendo de la historia y la filosofía de las ciencias: diferencias en la enseñanza de los conceptos de sustancia y de cambio químico. Enseñanza de las ciencias, Numero extra, VII congreso.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberhien, A. (1989). Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. Ideas en la infancia y en la adolescencia. Madrid, Editorial Morata.

- Furio, Carles-Màs y Domínguez-Sales, Consuelo. (2007) Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. Enseñanza de las ciencias, 25(2), 241-258.
- Gallego Torres, Adriana; Castro Montaña, John y Rey Herrera, Johanna (2008). El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Volumen 2, No.322- 29.
- Garritz Ruiz, Andoni (2000). Química: ¿tiene que ver con sustancias o con procesos? Un inventario valioso para los profesores de química.
- Gifford Clive. (2005). Materiales. Santillana. Ediciones generales S.A. México. Pg32-. 43
- Gómez Crespo, Miguel Ángel; Pozo Juan Ignacio; Gutiérrez Julián, María Sagrario. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. Educación Química., 15(3), 198-209.
- González S, Jorge A (2006). Liceo Industrial Chileno Alemán de Ñuñoa.
- James P. Spradley (1980). "Observación Participante". New York: Rinehart and Winston.
- Jiménez Alejandro, José Juan. (1993). Apuntes de Tecnología de los Materiales II. Fundamentos de la ciencia de los materiales. Mc-Graw-Hill 2da. Edición.

- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513 p.
- Johnson-Laird, P. (1996). Images, models, and propositional representations. In: De Vega et al. *Models of visiospatial cognition*. New York: Oxford University Press. p. 90-127.
- Jones y Lynch (1989). Children's understanding of the notions of solid and liquid in relation to some common substance, *International Journal of Sciences Education*, 11 (4).
- Johnstone, A, (1982). Macro and micro-chemistry. *The School Science Review* 64 (227), 377-379.
- Jorba, J & San Martí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. *Propuestas didácticas para las áreas de ciencia de la naturaleza y matemáticas*. MEC. Madrid.
- Kvale, Steinar, (1996). *Methods of Analysis*. Sage Publications, London.
- McNaught, A. D. y Wilkinson, A., *IUPAC Compendium of Chemical Terminology, (The gold book)*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, publicada en forma impresa por Blackwell Science, 2nd edition, 1997.
- Miller Jr., G. T. y Lygre, D. G., *Chemistry. A contemporary approach*, California, USA: Wadsworth Publishing Company, tercera edición, 1991.
- Mora Penagos, William Manuel, García Martínez Álvaro. (2003). *Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado*. Colección investigaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

- Mora Zamora, Arabela (2003). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. Revista de las sedes regionales. Universidad de Costa Rica. Volumen III, Número 5.
- Moreira, Marco Antonio (2000). Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Ed. Visor. España
- Moreira, Marco Antonio (2005). Modelos mentales. Instituto de Física, UFRGS. Caixa Postal 15051, Campus. Porto Alegre, RS, Brasil
- Nappa, Insausti y otros (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. Vol. 2(3), 344-363.
- Palacios, Carlos. 1993. Diez años de Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Parga Lozano Diana Lineth. (2007). Vida 4 Lecturas científicas. Editorial Voluntad S. A. Bogotá. Pg. 27
- Pozo, J. 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.
- Pozo Municio, Juan Ignacio; Gómez Crespo, Miguel Ángel. (1998) Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al científico. Ediciones Morata, España.

- Rocha, A. (2005). Algunas reflexiones sobre la química y su enseñanza en los niveles educativos preuniversitarios. Tomado de “las disciplinas, las áreas: problemática de su enseñanza”. Serie cuadernos de educación y prácticas sociales.
- Roletto, Ezio y Piacenza, Bruno, (1994). ¿Es necesario construir el concepto de sustancia? Aster 18, Paris.
- Sosa Fernández, Plinio, (2005). Buscando coherencia en la estructura básica de la química. Una propuesta pedagógica. Enseñanza de las ciencias, Numero extra. VII congreso.
- Smith, C, Carey, S. y Wisner, M. (1984). “A case study of the development of size, weight, and density”, Cognition, 21 (3): 177-237.
- Treagust, D.F y otros. (2007). La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias. Revista Eureka. Enseñanza, divulgación de las ciencias.
- Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, Educación Química., 14(2), 72-85.
- Vogelezang, M.J. (1987). Development of the concept of “chemical substance”-some thoughts and arguments, International Journal of Science Education, 9 (5).
- Yin, R. K, (1984/1989). Case Study Research: Design and Methods, Applied social research. Methods Series, Newbury Park CA, Sage.

- Estudio sobre la representación continua y discreta de la materia en estudiantes de química. (2004). Estudio incluido en la revista Educación química, 15(3), 60-68.
- Obstáculos epistemológicos superados por la química. Extraído de Didácticas de las Ciencias Experimentales, p. 442-443.
- <http://escuelaexpedicionariamed.blogspot.com/2008/01/creciendo-juntos-es-un-espacio-para-la.html>.

ANEXOS.

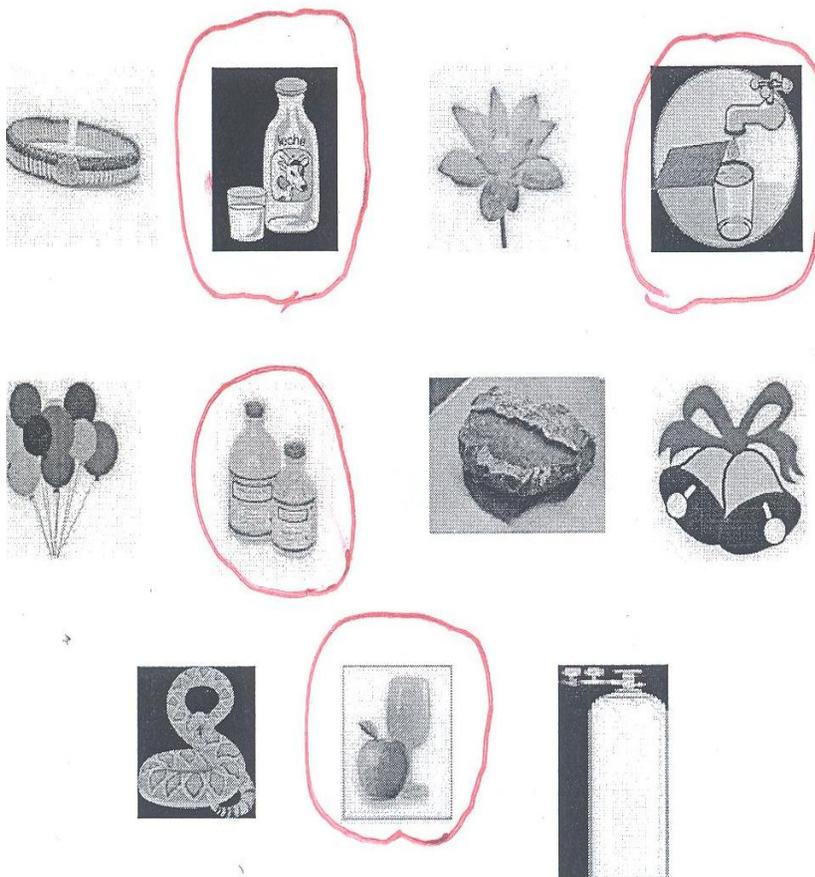
ANEXO 1: Cuestionario # 1 indagación de ideas previas.

a. Estudiante A1:



CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.

las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias o átomos hechas de sustancias.

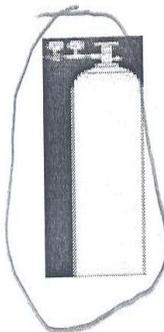
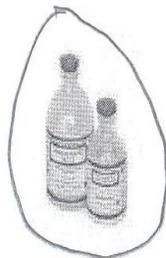
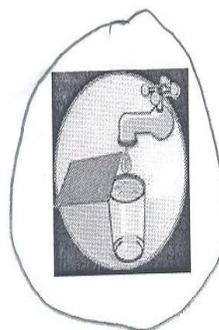


b. Estudiante A2:



CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.

De las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias o están hechas de sustancias.

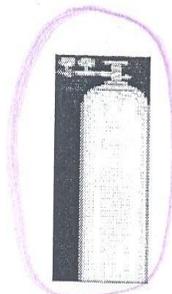
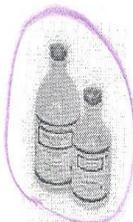
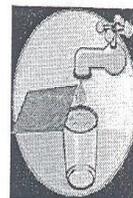
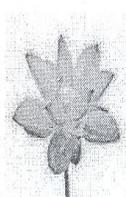


c. Estudiante A3:



CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTO ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.

De las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias (están hechas de sustancias).



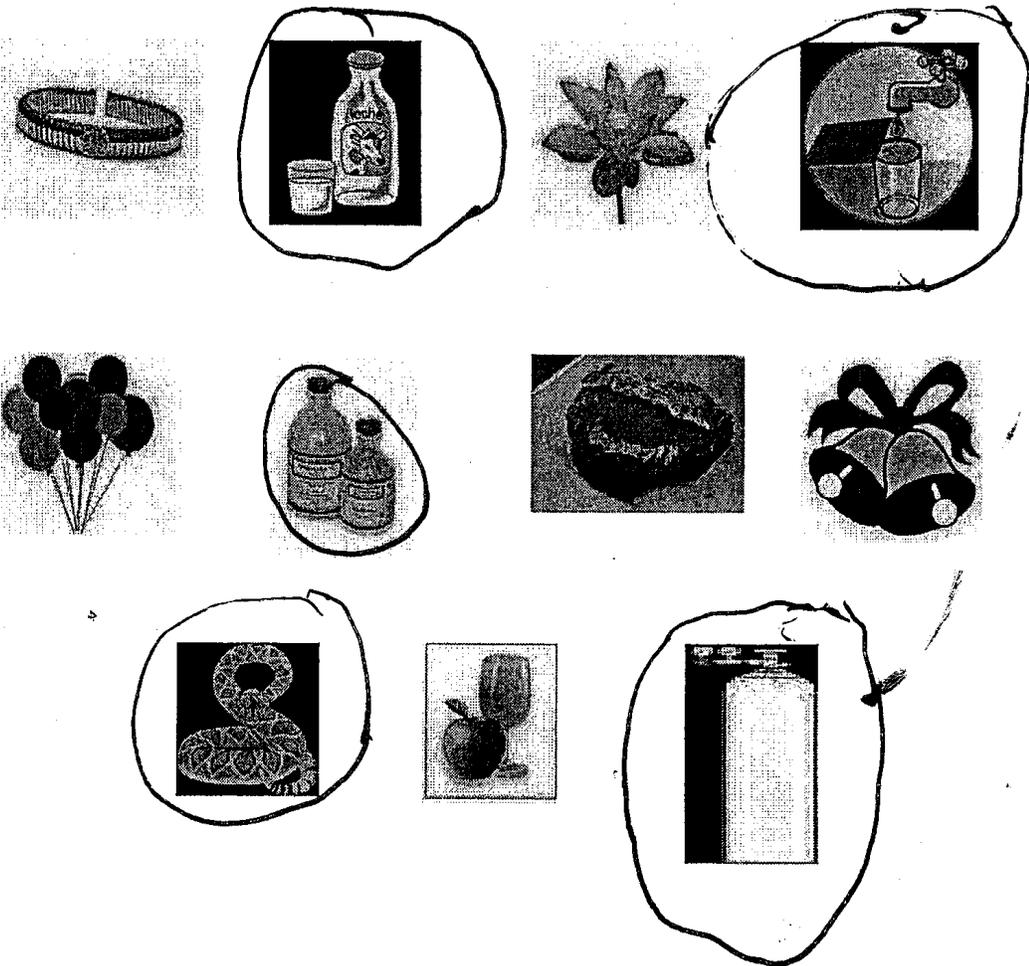
d. Estudiante A4:



CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.

A4

De las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias o están hechas de sustancias.



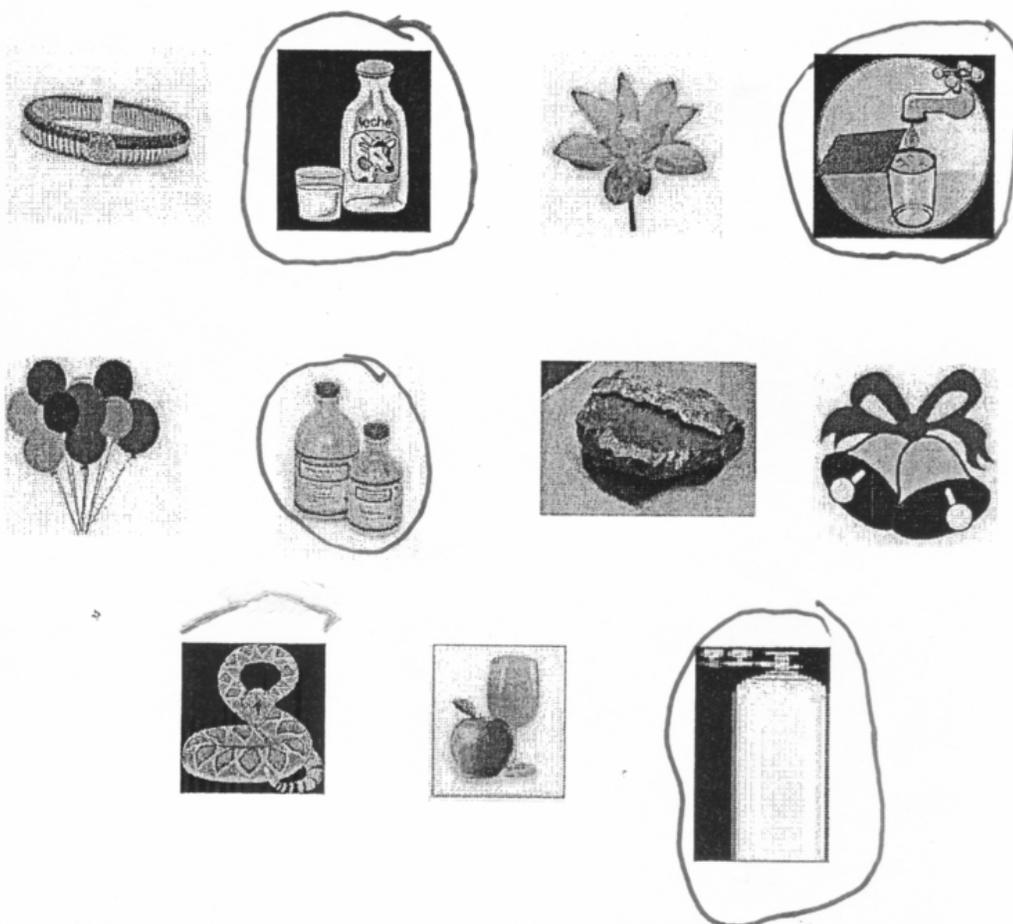
e. Estudiante A5:



CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.

A5

De las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias o están hechas de sustancias.



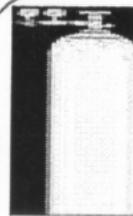
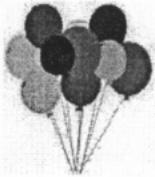
f. Estudiante A6:



CUESTIONARIO #1 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA.

A6

De las siguientes representaciones encierra en un círculo las que tú crees que son sustancias o están hechas de sustancias.



ANEXO 2: Cuestionario # 2 de indagación de ideas previas.

a. Estudiante A1:

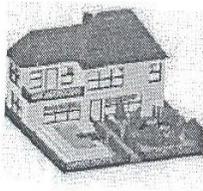


CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

Montañas, casas, edificios, carros, gente,

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



Mortillos, ceruchos, clavos

¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

ninguna

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

se pueden oler pero no tienen nada de dañino, tiene color porque la pinton y la pintura trae sabor u olor

b. Estudiante A2:

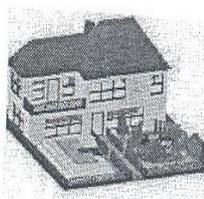


CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

Madera cemento metal vidrio
ladrillo arena

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



Madera metal cemento
ladrillo vidrio

¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

No son sustancias sino materiales

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

si porque hay sustancias que si
pero hay otras que no

c. Estudiante A3:



CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

Cemento, ladrillo, madera, ladrillo, ladrillo, ladrillo

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



Ladrillo, cemento

¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

Cemento porque tiene arena y agua

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

no se

d. Estudiante A4:



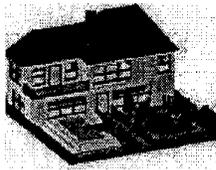
CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

A4

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

el metal / la madera x el vidrio

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



metal x madera

¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

La madera no es sustancia, el metal sí es sustancia y reacciona

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

Las sustancias no se pueden tocar y no se pueden oler, ni probar ni mezclar

e. Estudiante A5:



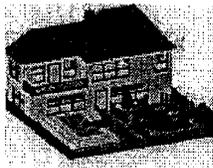
CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

A5

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

el agua se compone H_2O
los carros se componen con
metal, la sira se compone con
madera.

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



necesita adoves, mezcla.
tubos, agua pintura y
vidrios.

¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

el agua porque es una sustancia
por tener H_2O

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

no porque uno las toca. y
pueden explotar

f. Estudiante A6:



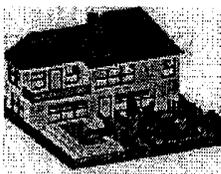
CUESTIONARIO #2 DE INDAGACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ PARA EL CONCEPTO DE SUSTANCIA Y MATERIAL.

A6

1. ¿De qué piensas que se componen los objetos que están a tu alrededor?

con semento, con ladrillos, con baldosas, con metal, con madera, con crabos, vidrio y cosas de plastico y muchas cosas mas

2. El papá de Andrés está construyendo una casa, ¿Qué materiales consideras debe utilizar para fabricarla?



tejas, semento, vidrios, madera, baldosa, plastico

¿Cuáles de estos materiales crees que son sustancias y por qué?

tejas, semento, vidrios, madera, baldosa, plastico son sustancias que se utilizan para acer cosas.

3. ¿Piensas que las sustancias se pueden oler, tocar, tienen color y sabor? ¿Por qué?

oler si, tocar no, no color, si tiene pero tocar no, porque oler uno tiene olfato tocar no porque de pronto es peligroso.

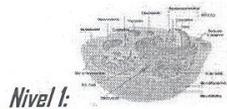
a. Estudiante A3:



CUESTIONARIO # 1 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

La profesora de Laura le explicó cómo están formados los seres vivos, desde un nivel más simple al más complejo, de la siguiente manera:

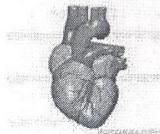
SERES VIVOS



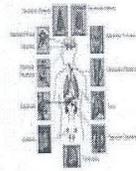
Nivel 1:



Nivel 2:



Nivel 3



Nivel 4:



Nivel 5

Pero le pide a Laura que de la misma forma, organice del más simple al más complejo las siguientes imágenes que conforma la materia, como estuvo enferma no asistió a clases y necesita que le expliques como lo puede organizar. ¿Cómo lo harías y cual sería tu explicación?

LA MATERIA



Nivel 3



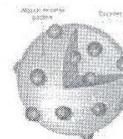
Nivel 5



Nivel 4



Nivel 2



Nivel 1

b. Estudiante A4:

A4



CUESTIONARIO # 1 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

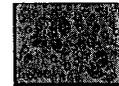
La profesora de Laura le explicó cómo están formados los seres vivos, desde un nivel más simple al más complejo, de la siguiente manera:

SERES VIVOS

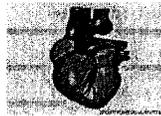
Nivel 1:



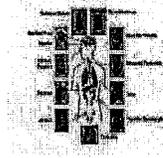
Nivel 2:



Nivel 3



Nivel 4:



Nivel 5



Pero le pide a Laura que de la misma forma, organice del más simple al más complejo las siguientes imágenes que conforma la materia, como estuvo enferma no asistió a clases y necesita que le explique como lo puede organizar. ¿Cómo lo harías y cual sería tu explicación?

LA MATERIA

Nivel 4



Nivel 5



Nivel 3



Nivel 2



Nivel 1



Le explicaré por orden de primero a grado según sus materiales. ~~mezcla~~ mezclas o sustancias

c. Estudiante A5:

A5

CUESTIONARIO # 1 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

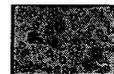
La profesora de Laura le explicó cómo están formados los seres vivos, desde un nivel más simple al más complejo, de la siguiente manera:

SERES VIVOS

Nivel 1:



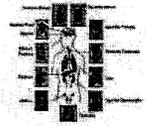
Nivel 2:



Nivel 3:



Nivel 4:



Nivel 5:



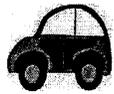
Pero le pide a Laura que de la misma forma, organice del más simple al más complejo las siguientes imágenes que conforma la materia, como estuvo enferma no asistió a clases y necesita que le expliques como lo puede organizar. ¿Cómo lo harías y cual sería tu explicación?

LA MATERIA

Nivel 4:



Nivel 5:



Nivel 3:



Nivel 2:



Nivel 1:



Le explicaria que empieza por partícula porque es lo mas pequeño y le sigue las sustancias que estan formadas de elementos de la química como H₂O como después se unen varias sustancias para formase algo mas grande por ejemplo la ensalada que es una mezcla. Luego siguen cosas con los materiales ~~los~~ con los que se puede hacer objetos como mesas que son mas grandes y es lo que nos rodea esa la materia

d. Estudiante A6:



CUESTIONARIO # 1 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

A6

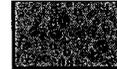
La profesora de Laura le explicó cómo están formados los seres vivos, desde un nivel más simple al más complejo, de la siguiente manera:

SERES VIVOS

Nivel 1:



Nivel 2:



Nivel 3



Nivel 4:



Nivel 5



Para le pide a Laura que de la misma forma, organice del más simple al más complejo las siguientes imágenes que conforma la materia, como estuvo enferma no asistió a clases y necesita que le expliques como lo puede organizar. ¿Cómo la harías y cual sería tu explicación?

LA MATERIA

Nivel 4



Nivel 5



Nivel 3



Nivel 2



Nivel 1



Le explicaria a Laura que los materiales u objetos se organizan por niveles de sustancias se empieza desde lo mas pequeño, despues desde lo que tiene menos sustancias y sigue en orden de mas sustancias por ejemplo una partícula es chiquita y los tubos de ensayo que son de vidrio son más grandes y estan echos de muchas sustancias y asi sucesivamente va.

ANEXO 4: Cuestionario # 2 de indagación del progreso conceptual

a. Estudiante A1:



CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

En la siguiente representación de una "cocina" selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

olla arrocera esta hecha de aluminio hierro
y plastico, el motor de la licuadora esta hecho
de hierro las cucharas son de aluminio

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

ninguna

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica

todos, por ejemplo las prendas de vestir
estan hechas de algodón



Piensa en la cocina de tu casa, ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

sal agua aceite

b. Estudiante A2:



**CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.**

En la siguiente representación de una "cocina" selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

el vaso de la licua dorada esta hecho de
plastico laventana de vidrio

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

NO

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica

todos menos las flores y las
personas,



Piensa en la cocina de tu casa, ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

aceite, agua azucar y sal

c. Estudiante A3:



**CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.**

En la siguiente representación de una "cocina" selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

La olla esta hecha de metal y pasta.
La licuadora esta hecha de Metal pasta y
plastico.

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

Sopa y jugo portener agua

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica

ninguna



Piensa en la cocina de tu casa, ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

Leche, agua, dZucar y sal

d. Estudiante A4:



CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

A4

En la siguiente representación de una "cocina" selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

Licuadaora: aluminio, vidrio, plástico
tostadora: aluminio, plástico,
olla: aluminio, meta

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

verduras

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica

el vestido de la señora porque esta hecho de tela



Piensa en la cocina de tu casa, ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

azúcar, sal, agua, chocolate

e. Estudiante A5:



CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

A5

En la siguiente representación de una "cocina" selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

olla; aluminio, plástico, metal
tostadora de cobre aluminio metal
plástico, licuadora de cobre aluminio metal
y plástico

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

ninguna

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica

~~ninguna~~ Todas están echas de
sustancias



Piensa en la cocina de tu casa, ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

aceite, azúcar, agua, sal

f. Estudiante A6:



CUESTIONARIO # 2 DE INDAGACIÓN DEL PROGRESO CONCEPTUAL DE
LOS ESTUDIANTES DEL GRADO TERCERO DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA HECTOR ABAD GÓMEZ.

A6

En la siguiente representación de una "cocina" selecciona tres objetos e identifica de qué material están constituidos.

Estufa: caucho, metal, aluminio

Horno: aluminio, metal

Licudadora: plástico, vidrio, aluminio

¿Observas alguna sustancia en la imagen? ¿Cual (es)?

ninguna

Observa cada uno de los objetos de la imagen, cuáles consideras están hechos de sustancias? Explica

todos estan echos de sustancias, porque es lo que hacen
los materiales.



Piensa en la cocina de tu casa, ¿Qué sustancias consideras que hay allí pero que en esta cocina no se logran ver?

sal, azúcar, agua, aceite