

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
FACULTAD DE EDUCACION**

**SIGNIFICADOS PREVIOS DE UN GRUPO DE ESTUDIANTES DE GRADO
DÉCIMO ACERCA DE LOS CONCEPTOS SUSTANCIA, ELEMENTO Y
CAMBIO QUÍMICO Y SU POSIBLE PROGRESO CONCEPTUAL.**

**por
LUCILA MEDINA DE RIVAS**

**Trabajo de grado para optar el título
Magíster en Educación**

**Asesora
Dra MARIA VICTORIA ALZATE CANO
Profesora U de A**

**MEDELLIN
Noviembre de 2007**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Antecedentes y problema de investigación
- 1.2. Preguntas de investigación
- 1.3. Objetivo general
- 1.4. Objetivos específicos

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- 2.1. Estudios antecedentes acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico
- 2.2. Estudio de las ideas previas
- 2.3. Perspectiva de investigación

3. MARCO TEÓRICO

- 3.1. Introducción
- 3.2. Teoría de Aprendizaje Significativo de David Ausubel
- 3.3. Conocimiento previo, conocimiento cotidiano, conocimiento escolar y conocimiento científico

4. MARCO METODOLÓGICO

- 4.1. Investigación cualitativa
- 4.2. Diseño metodológico
 - 4.2.1. Grupo participante
 - 4.2.2. Intervención en el aula
 - 4.2.2.1. PRIMER MOMENTO: Estudio de las ideas previas de seis estudiantes.
 - 4.2.2.2. SEGUNDO MOMENTO: Facilitación del aprendizaje e indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas de seis estudiantes.
 - 4.2.2.3. TERCER MOMENTO: Estudio y contrastación del progreso de las ideas de dos estudiantes.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 5.1. PRIMER MOMENTO: Estudio de las ideas previas de seis estudiantes.
- 5.2. SEGUNDO MOMENTO: Facilitación del aprendizaje e indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas de seis estudiantes.
- 5.3. TERCER MOMENTO: Estudio y contrastación del progreso de las ideas de seis estudiantes.

6. CONCLUSIONES

7. RECOMENDACIONES E IMPLICACIONES

- 7.1. IMPLICACIONES
- 7.2. RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

9. ANEXOS

- 9.1. PROPUESTAS DE CLASIFICACIÓN
- 9.2. REDES SISTEMICAS
- 9.3. MAPAS CONCEPTUALES

RESUMEN

AUTOR: Lucila Medina de Rivas

TITULO: “Significados previos de un grupo de estudiantes de grado Décimo acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico y su posible progreso conceptual”.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje significativo, lenguaje químico, categorías conceptuales de la química molar y molecular, conocimiento cotidiano y conocimiento escolar.

SINTESIS: El trabajo presenta una investigación cualitativa, etnográfica, descriptiva con observación participativa, realizada en el Centro Formativo de Antioquia (CEFA), con un grupo de estudiantes de decimo grado de las cuales fueron seleccionadas seis para el estudio y dos para es estudio y contrastación del progreso de los significados. Se indagaron durante un periodo de tiempo organizado en tres momentos:

- a. Primer momento: estudio de las ideas previas de seis estudiantes acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico.
- b. Segundo momento: facilitación del aprendizaje e indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas de seis estudiantes.
- c. Tercer momento: estudio y contrastación del progreso de las ideas de dos de las seis estudiantes

Los resultados del estudio aportan para el:

- a. Primer momento: Probablemente los conceptos de elemento y compuesto no son asumidos para las sustancias puras simples y las sustancias puras compuestas, independientes de la fase en que se encuentren, para explicar las mezclas, sino como materiales presentes en el mundo escolar del laboratorio, necesarios para hacer reacciones.

De este modo, parece ser que significados químicos no son disponibles. Lo anterior se manifiesta al colocarlas a interactuar con la colección de materiales y elaborar argumentaciones como ocurre con la clasificación de materiales químicos, eventualmente el lenguaje químico y conocimiento escolar adquirido a través de los años de escolaridad no es tan evidente. Sus ideas previas al parecer están suscitadas más desde el mundo cotidiano que del mundo escolar. Eventualmente, las ideas previas para los conceptos de sustancia y elemento, son suscitadas por las fórmulas químicas. El significado de cambio químico como conocimiento antecedente al parecer es el adquirido desde la cotidianidad y las argumentaciones dadas a las respuestas las soportan desde este punto o desde el conocimiento escolar, conocimiento adquirido a través de los años de estudio.

- b. Segundo momento: La idea de cambio químico desde la percepción sensorial se modifica o amplía, al parecer para unas de las estudiantes, no solo describen lo que observa en términos de aparecer y desaparecer sustancias, piensan el cambio químico como una propiedad química, como una reacción química que implica cambio de identidad en las sustancias que se forman, progreso que no sucede, al parecer en otras estudiantes, sus explicaciones son las ideas previas o definiciones resumidas de un texto probablemente. Además, las estudiantes no fueron capaces de predecir los cambios de masa en las reacciones químicas, las dificultades posiblemente incluyen tendencia a tratar los cambios químicos como cambios físicos, falla en la comprensión del papel de los reactivos invisibles (gases) en las reacciones. Además, ellas muestran preferencias por las explicaciones basadas en analogías superficiales (términos como las sustancias aparecen o desaparecen) en lugar de las explicaciones basadas en teorías químicas.

- c. Tercer momento: El análisis comparativo de las diferentes propuestas de clasificaciones químicas, para la colección de materiales, realizado por las estudiantes en los años 2004 y 2005, al parecer da la idea de que las clasificaciones propuestas, basadas en la percepción sensorial visual y táctil, no son tan empleadas en el 2005 lo que posiblemente da la idea de una modificación en el conocimiento antecedente al emplear un lenguaje químico, con referencia a los conceptos objeto de estudio en vez del lenguaje cotidiano utilizado en el instrumento inicial.

El progreso de una de las estudiantes se evidencia al observar la ampliación con respecto al mapa conceptual inicial, la estudiante realiza diferenciación progresiva en el sentido de que el concepto de sustancia es el más inclusor, conteniendo el concepto de elemento y compuesto, estos dos integrados en un segundo nivel de jerarquización. Además, se devela en su mapa conceptual final la relación que establece entre el concepto de sustancia y el concepto de reacción química, relación que no se evidenció en su mapa conceptual inicial y cuando hace referencia al concepto de reacción lo piensa según parece en términos de que las reacciones están regidas por sus propiedades.

No se puede afirmar lo mismo de la construcción de los mapas conceptuales de la otra estudiante seleccionada para la contrastación, estos manifiestan la poca coherencia y significado que da a los eventos o procesos que se encuentran en la química, parece ser que sus mapas conceptuales no son más que un listado de palabras aunque en algunos casos trata de jerarquizar los conceptos, al parecer, no se evidencian relaciones claras entre los conceptos solo se establece un listado de conceptos relacionados a manera de proposiciones. Comparando el mapa conceptual inicial con el mapa

conceptual final, posiblemente se vea una ampliación de conceptos con referencia a la química, sin embargo no hay claridad en las relaciones que establece entre ellos, hay un empleo de palabras que relaciona a través de conectores, relaciones que al parecer no evidencian la diferenciación progresiva, ni la reconciliación integradora, lo que conlleva a pensar que a pesar de la ampliación de conceptos no hay una asimilación significativa de estos.

En conclusión la investigación aporta: El concepto de sustancia aparece ligado al concepto de cambio químico, como encargada de las reacciones, pero incluyendo nuevos elementos de significado como su directa relación con propiedades físicas y químicas (relación propuesta por una de las estudiantes). El cambio químico parece quedar relacionado con el de la formación de nuevas sustancias, aunque todavía no sea muy bien comprendido; la relación entre el concepto de sustancia y elemento es de superordenación, la que permite ver a las sustancias compuestas de elementos, es decir la idea de sustancia es más general con respecto al significado de elemento.

Para las estudiantes, el concepto de sustancia no logra asimilarse como “el conjunto formado por los cuerpos químicos puros y sus propiedades definidas para un contexto determinado por la presión y la temperatura” al mismo nivel que el de cambio químico. Sin embargo, dicho concepto, parece gozar de buena aceptación a la hora de explicar las reacciones químicas como el cambio químico: que implica formación de nuevas sustancias, o que involucra dos o más sustancias, o en el que hay transformación de las sustancias. Los anteriores se representan a través de las ecuaciones químicas.

La cuestión sobre la diferenciación entre estos dos conceptos, el de sustancia y cambio químico, aún permanece oculta a partir de los resultados.

Si bien las estudiantes los asocian con la noción de elemento no queda clara dicha relación. La tendencia, por parte de las estudiantes, a vincular la sustancia como sustancia simple o sustancia compuesta de composición definida que permite diferenciarlas e identificarlas puede dar cuenta de un avance al respecto, sin embargo, es todavía muy débil.

La riqueza del trabajo de investigación se evidencia en la reflexión sobre la práctica misma y la manera de transferirse propuestas de intervención significativas. La enseñanza de la química para facilitar un aprendizaje significativo, no implica necesariamente la modificación del conocimiento cotidiano y/o escolar previo, esta modificación requiere tiempo, además de un material potencialmente significativo que lo lleve a transformar este material con un significado lógico a un material con un significado psicológico.

Puede considerarse que el aprendizaje de conceptos científicos tiene una reconocida importancia y se considera su aprendizaje una necesidad para las alumnas del nivel Media Técnica en el Centro Formativo de Antioquia.

1. INTRODUCCIÓN

Para el hombre, la interpretación del mundo físico es posible a través de la interacción social y el lenguaje. El lenguaje cotidiano y las vivencias, en el medio social, median la percepción e interpretación del mundo; las ideas transmitidas desde el hogar y en la experiencia social estructuran el conocimiento previo (conocimiento cotidiano), el cual es intervenido mediante los procesos de la enseñanza y el aprendizaje para acercarlo a la conceptualización de una determinada disciplina, de modo particular la Química, lo cual permite la adquisición del lenguaje de este campo de conocimiento.

La experiencia docente ha asimilado la percepción de la constante dificultad de la mayoría de las estudiantes de grado Décimo del Centro Formativo de Antioquia, para una aproximación a la asimilación, retención y comprensión de los conceptos científicos de sustancia, elemento y cambio químico. Esta situación ha generado la necesidad de indagar acerca de las ideas de las estudiantes que constituyen conocimiento previo y tienen un papel relevante para la interacción con el nuevo conocimiento y la asimilación de conceptos químicos.

Con base en estas ideas y acorde con la bibliografía revisada, parece ser que las dificultades presentadas en el aprendizaje de la química están en buena medida relacionadas con el conocimiento cotidiano y/o escolar previo (presentado por algunos autores como “estructura cognitiva previa”) de las estudiantes y la forma como lo adquieren, razón por la cual se les dificulta aproximarse a la comprensión, diferenciación y relación adecuada de los conceptos científicos de la disciplina. La propuesta ha centrado su principal actividad en una intervención en el aula para la enseñanza y el aprendizaje significativo del concepto de cambio químico, en la cual además de tener en cuenta la estructura de conocimiento antecedente de las estudiantes, se

consideraron materiales potencialmente significativos estructurados en términos de la diferenciación progresiva, reconciliación integradora, retención y consolidación.

La propuesta de intervención se desarrolló, con cuarenta y tres estudiantes de Décimo grado del Bachillerato Técnico del Centro Formativo de Antioquia, especialidad Ciencias Químicas, durante el periodo educativo 2004 – 2005. La fase de investigación se llevo a cabo en tres momentos diferenciados de la siguiente forma:

- a. Primer momento estudio de las ideas previas de seis estudiantes acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico.
- b. Segundo momento facilitación del aprendizaje e indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas de seis estudiantes.
- c. Tercer momento estudio y contrastación del progreso de las ideas de dos de las seis estudiantes

De las cuarenta y tres alumnas participantes se seleccionaron seis para el análisis y descripción, unas por mostrar interés y gusto hacia el estudio de la Química y otras por manifestar apatía y desinterés hacia el estudio de la disciplina.

La intervención se lleva a cabo en dos períodos académicos, cada uno de ellos con una duración de diez semanas de actividad escolar, programada de acuerdo a la normatividad vigente para la ejecución del año escolar, tiempo en el cual *se realizó la indagación acerca de los significados antecedentes de seis estudiantes participantes con respecto a los conceptos: sustancia química, elemento y cambio químico y su progreso conceptual, en una perspectiva de aprendizaje significativo.*

Al iniciar la intervención, durante ésta y después de ella se facilitó a las estudiantes interacción con materiales potencialmente significativos,

preparados por la maestra investigadora unos, otros extractados del texto escolar “Molécula I” y del módulo del grupo de investigación “Metodología para la Enseñanza de la Química, MEQ” utilizado en el Semillero de Química de la Universidad de Antioquia. Las participantes también interactuaron con cuestionarios de pregunta abierta y/o cerrada y una colección de materiales; construyeron mapas conceptuales y elaboraron escritos acerca del cambio químico los cuales se socializaron en el grupo.

Las respuestas de las estudiantes a los diferentes cuestionarios y sus diálogos fueron adoptados como los registros motivo de la elaboración de los datos para el análisis descriptivo. Los datos aportados por las estudiantes en los mapas conceptuales se utilizaron para el estudio del progreso y/o modificación de los significados antecedentes de las estudiantes.

En la investigación se asumió un enfoque cualitativo, etnográfico, descriptivo, con observación participante. El estudio logró registros de las palabras de las participantes, habladas o escritas; la investigadora como profesora observador participante, percibe las interacciones de las estudiantes en su contexto sociocultural, aula de clase de Química, mediante la observación del comportamiento de las alumnas y la manifestación de sus significados a través de cuestionarios, mapas conceptuales, escritos de su cuaderno de notas y diálogos. La investigación se direccionó hacia una descripción de los significados de las estudiantes al interactuar con los diferentes materiales educativos.

La categorización, análisis y descripción de las respuestas expresadas por las estudiantes al describir las diferentes propuestas de clasificación para una colección de materiales, la comprensión del cambio químico, elemento y sustancia, tenían como objetivo permitir la identificación de los posibles significados para dichos conceptos y como los relacionan. Significados “implícitos quizás” en los escritos de las estudiantes, después de interactuar

con el material potencialmente significativo. Luego de la descripción y categorización, se construyeron redes conceptuales o esquemas donde se resumió la información ofrecida por las estudiantes al responder los diferentes cuestionarios.

Los resultados del estudio, al hacer la contrastación de los registros de dos de las participantes, evidencian posibles progresos y/o modificaciones en una de ellas, para los significados precedentes de los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico. La modificación y ampliación de los significados de ésta se manifiesta en el análisis de los mapas conceptuales elaborados por la estudiante, estos expresan posiblemente la creciente diferenciación de las ideas de sustancia, elemento y cambio químico, El progreso se evidencia al observar la ampliación con respecto al mapa conceptual inicial, la estudiante realiza diferenciación progresiva en el sentido de que el concepto de sustancia es el más inclusor, conteniendo el concepto de elemento y compuesto, estos dos integrados en un segundo nivel de jerarquización. Como también se devela el poco progreso de los significados y la relación conceptual establecida para el cambio químico y sustancia química en el análisis de los mapas conceptuales de otra de las estudiantes. Comparando el mapa conceptual inicial con el mapa conceptual final, posiblemente se vea una ampliación de conceptos con referencia a la química, sin embargo no hay claridad en las relaciones que establece entre ellos, hay un empleo de palabras que relaciona a través de conectores, relaciones que al parecer no evidencian la diferenciación progresiva, ni la reconciliación integradora, lo que conlleva a pensar que a pesar de la ampliación de conceptos no hay una asimilación significativa de estos.

Como conclusión general se tiene: El concepto de sustancia aparece ligado al concepto de cambio químico, como encargada de las reacciones, pero incluyendo nuevos elementos de significado como su directa relación con propiedades físicas y químicas (relación propuesta por una de las

estudiantes). El cambio químico parece quedar relacionado con el de la formación de nuevas sustancias, aunque todavía no sea muy bien comprendido; la relación entre el concepto de sustancia y elemento es de superordenación, la que permite ver a las sustancias compuestas de elementos, es decir la idea de sustancia es más general con respecto al significado de elemento.

Es por esto que la riqueza del trabajo de investigación se evidencia en la reflexión sobre la práctica misma y la manera de transferirse propuestas de intervención significativas. La enseñanza de la química para facilitar un aprendizaje significativo, no implica necesariamente la modificación del conocimiento cotidiano y/o escolar previo, esta modificación requiere tiempo, además de un material potencialmente significativo que lo lleve a transformar este material con un significado lógico a un material con un significado psicológico.

1.1 ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Es común escuchar, en entrevistas, reuniones de profesores y diálogos personales, ideas de profesores y maestros en formación de diferentes instituciones de educación Básica, Media o Superior de modo particular en la ciudad de Medellín, acerca de la forma como se enseña la Química. Estas opiniones dan la idea de una enseñanza desarrollada de manera transmisionista, memorista y centrada en la percepción sensorial tanto de los estudiantes como de los profesores con respecto a los materiales y fenómenos de ellos en el mundo cotidiano. Al parecer, el profesor en el momento de enseñar no explicita de modo adecuado, según el grado educativo, los conceptos motivo de aprendizaje, sino una versión adaptada al contexto escolar, en particular obedeciendo a los mal entendidos lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN), respecto a la propuesta *enseñe desde la cotidianidad para que el estudiante aprenda y lo pueda aplicar en su entorno*. Estos lineamientos, posiblemente entendidos en términos de enseñar sólo desde lo perceptible de modo directo, parecen indicar que la enseñanza de la Química se orienta de un modo reduccionista y simplista, es decir, enseñanza de la Química guiada desde el realismo ingenuo, desde sólo el conocimiento cotidiano o desde solamente lo material inmediato, lo percibido de modo sensorial.

Se descuida de esta manera en alto grado, la instrucción para la formación de conceptos como elemento, sustancia, comportamiento químico y las relaciones conceptuales entre estos conceptos para significar el cambio químico. Se asigna una variedad de significados a estas *palabras concepto* sin diferenciar el nivel conceptual molar, molecular o eléctrico de la Química, y el grado de relacionabilidad entre ellos. Al parecer, esta enseñanza enfatiza sólo lo que cambia y se observa como tal, es decir, desde la percepción sensorial, dejando de lado lo que se conserva y no es observable de modo

directo, como son los cambios internos no inteligibles desde los sentidos y si mediante la asimilación de significados y sus relaciones.

Por otro lado, esta enseñanza no acompaña de modo consciente el aprendizaje significativo de la representación molecular, en términos de fórmulas químicas de composición y fórmulas químicas estructurales Alzate (2005). A si mismo, Ben-Zvi, Eilon y Silberstain (1982, 1987), resaltan como dificultad para el aprendizaje de conceptos químicos la gran resistencia que presentan los estudiantes para cambiar su pensamiento del nivel fenomenológico de la Química al nivel atómico molecular (que explica cambios observables en términos de la interacción entre átomos individuales y moléculas).

En otros contextos, autores como Jhonson, (2000), De Vos Wobbe y Verdonk Adri H. (1987), expresan la ausencia de los siguientes tópicos en la enseñanza de la química:

- La relación entre sustancias, cambio químico y la representación molecular.
- El punto de vista científico del concepto sustancia química.
- La identidad química de las sustancias, en términos de relación de composición invariante, independiente de la fase en la que se encuentren las sustancias.
- Las transformaciones de las sustancias como cambio químico.

También, desde los estudios y discusiones realizadas a nivel de especialización y maestría, son conocidas las manifestaciones de estudiantes y profesores quienes dan cuenta de la reducción simplista acostumbrada en la enseñanza de la química, por parte del docente en el nivel de la conceptualización molar, molecular y eléctrica.

La bibliografía referenciada permite considerar, que parece ser: *Tanto la enseñanza y por ende el aprendizaje de la Química en la Educación Básica Secundaria, Educación Media además de la Educación Superior, presentan grandes dificultades tanto para la comprensión de conceptos químicos como para la estructuración de sistemas de conceptos químicos.* Dificultades generadas, quizás, por la forma como se ha venido desarrollando el proceso de enseñanza (memorístico), lo cual incide en la formación de profesores y a su vez incide en el grado de comprensión de los conocimientos que éstos enseñan.

Considerando las ideas anteriores, y los resultados referenciados en la revisión bibliográfica, parece ser que las dificultades observadas en el aprendizaje de la Química están relacionadas con el conocimiento químico antecedente adquirido por las estudiantes y la forma como lo han aprendido; posible explicación por la que se les dificulta comprender, diferenciar y relacionar adecuadamente las ideas previas y los conceptos científicos con los cuales interactúan cuando se inician en el aprendizaje de la Química.

El concepto de cambio químico no es tan simple de asimilar como parece. Resultados reportados en la literatura indican que el cambio químico es concebido por grupos de alumnos, en términos de aparecer y desaparecer sustancias y los conceptos de elemento y átomo no son adoptados como constructos conceptuales sino, como objetos concretos, visibles y manipulables, además, de ser muy pocos los constructos teóricos de la Química contemporánea utilizados para explicar las transformaciones de las sustancias en el cambio químico, más aún, los estudiantes pueden dar la definición de reacción química y establecer ecuaciones de balanceo, pero pueden presentar confusiones al explicar los cambios químicos cuando se les enfrenta a situaciones del mundo real. Hesse Joseph y Anderson Charles (1992).

También, Anderson (1990) citado por Jan H. Van Driel, Wobbe De Vos y otros (1998), encontró en sus investigaciones las siguientes cuestiones: el concepto de reacción química está en conflicto con el pensamiento cotidiano; los estudiantes explican los fenómenos químicos en términos de cambios físicos, muy frecuentemente como cambios de estado o de forma, resultado acorde a estudios realizados por Driver (1985), Anderson (1986), Stavridou y Solomonidiu (1989), Hesse y Anderson (1992).

Desde esta perspectiva es relevante indagar acerca de los significados previos de seis estudiantes de grado Décimo y como modifican o progresan estos, cuando interactúan con materiales potencialmente significativos relacionados con los conceptos sustancia, elemento y cambio químico. De este modo, la investigación está orientada hacia los siguientes interrogantes:

1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ✓ ¿Cuáles son los significados previos expresados por las estudiantes para los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico?
- ✓ ¿Cómo evolucionan o progresan los significados de las estudiantes para los conceptos sustancia, elemento y cambio químico cuando interactúan con material potencialmente significativo?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Analizar los significados previos de las estudiantes y su posible modificación o progreso para los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico, mediante la intervención de aula, en la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Indagar las ideas previas de las estudiantes acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico mediante el análisis de las respuestas de las estudiantes cuando interactúan con cuestionarios escritos, trabajos prácticos y discusión en grupo.
- ✓ Estudiar el grado de modificación y/o progreso de los conceptos adquiridos por las alumnas después de un período de enseñanza.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTUDIOS ANTECEDENTES ACERCA DE LOS CONCEPTOS SUSTANCIA Y CAMBIO QUIMICO

La revisión bibliográfica parece indicar que son pocos los artículos relacionados con la teoría de aprendizaje significativo de David Ausubel y la enseñanza del cambio químico, sólo unos pocos apuntan a la psicología y aprendizaje de las ciencias basados en el modelo de Ausubel, o a la identificación de las ideas previas y los errores conceptuales de los estudiantes o a la comprensión del equilibrio químico y sus dificultades en el aprendizaje.

Los artículos encontrados en el *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* y *Journal of Chemical Education* relacionados con las reacciones químicas, los cambios químicos y el equilibrio químico son investigaciones desarrolladas desde la perspectiva de la teoría de Cambio Conceptual los cuales aportan elementos teóricos importantes.

Son de especial interés los artículos “Concepciones de los Estudiantes sobre Cambio Químico” (*Students’ Conceptions of Chemical Change*), investigación desarrollada por Joseph J. Hesse III y Charles W. Anderson (1992) quienes indagaron sobre las concepciones de cambio químico en los estudiantes y “Un Camino Nuevo hacia las Reacciones. Cuarta parte. La Sustancia y sus Moléculas” (*A New Road to Reactions. Part 4. The Substance and its Molecules*), estudio realizado por Wobbe De Voss y Adri H. Verdonk (1998).

En los antecedentes de la investigación acerca de las “Concepciones de los Estudiantes sobre Cambio Químico” desarrollada por Joseph J. Hesse III y

Charles W. Anderson (1992), los autores encontraron que los estudiantes presentan dificultades en tres niveles epistemológicos diferentes, los cuales son relacionados a continuación:

- *Conocimiento químico:*
 - Algunos de los estudiantes fallan al referirse a los átomos y las moléculas como constructos explicatorios.
 - Otros estudiantes sustancializan algunas de las propiedades físicas de las sustancias químicas, ejemplo los términos calor y frío.
 - Para unos estudiantes en las reacciones las sustancias aparecen o desaparecen.
- *Razones de conservación:*
 - La mayoría de los estudiantes no fueron capaces de predecir los cambios de masa en las reacciones químicas, las dificultades incluían:
 - Tendencia a tratar los cambios químicos como cambios físicos (ejemplo: forma o estado).
 - Falla en la comprensión del papel de los reactivos invisibles (gases) en las reacciones.
- *Ideales explicatorios.*
 - Muchos estudiantes muestran preferencias por las explicaciones basadas en analogías superficiales (términos como las sustancias aparecen o desaparecen) en lugar de las explicaciones basadas en teorías químicas.

Jan H. Van Driel, Wobbe De Vos y otros (1998) en su investigación “Desarrollo de las Concepciones sobre Reacciones Químicas de los Estudiantes de Secundaria: Introducción del Equilibrio Químico”, proponen una estrategia para enseñar el cambio químico, la cual consta de dos fases: en la primera, las reacciones químicas se introducen desde el nivel fenomenológico, y en la segunda fase, se plantea la discusión en pequeños

grupos y dirigida por el profesor. En las conclusiones se identificó el tipo de razonamiento que desde lo perceptible utilizan los estudiantes para referirse a las reacciones químicas:

- Solo ocurren en una dirección.
- Siempre proceden en forma completa.
- Siempre responden a cambios en el nivel macroscópico.

Heleni Stavridou y Christina Solomonidou (1998), en su estudio “Reorganización Conceptual y Construcción del Concepto de Reacción Química” durante la Educación Secundaria, muestra como los estudiantes reorganizan su dominio conceptual y proceden a la construcción del concepto de reacción química en dos etapas diferentes:

- Una referida a relatar los cambios en términos fenomenológicos: cambio de color, producción de un gas, formación de un sólido, etc.
- La otra en nombrar las sustancias reactivas iniciales o nuevas sustancias producto en formación.

Además, parece ser que a los estudiantes se les dificulta la transposición del concepto científico a otro contexto y especialmente al contexto de la vida diaria. El concepto científico de reacción química puede llegar a ser operacional, pero sólo muy lentamente.

En la misma perspectiva Ben-Zvi, Eilon y Silberstein (1982, 1987) en sus investigaciones encuentran que los estudiantes tienen grandes dificultades para cambiar su pensamiento del nivel fenomenológico de la Química a un nivel atómico molecular que explica cambios observables en términos de la interacción entre átomos individuales y moléculas. De igual forma Yaroch (1985), también explica las dificultades que tienen los estudiantes al momento de escribir una ecuación química, pues ignoran las leyes y teorías que dan significado al símbolo químico y solo manipulan la ecuación escrita como un juego matemático.

De otro lado, y en la misma perspectiva Núria Solsona, Merce Izquierdo y Onno de Jong (2003) en su estudio acerca de La “Evolución de los Perfiles Conceptuales del Alumnado sobre las Reacciones Químicas” muestra como el concepto de cambio químico es un concepto central en el currículo de Química en la educación secundaria y el estudiante podría aprender a interpretarlo en dos dominios:

- El macroscópico, éste presenta la relación con las sustancias y sus propiedades, además de los procesos y fenómenos físicos, desde el punto de vista macro las reacciones químicas son consideradas como un proceso por el cual algunas sustancias aparecen y otras desaparecen.
- El dominio microscópico, que se relaciona con los modelos corpusculares como moléculas, átomos, iones y electrones; desde el punto de vista micro las reacciones químicas son consideradas como un proceso donde las partículas se reordenan.

De acuerdo al análisis de resultados, las autoras sistematizan los siguientes perfiles conceptuales de los estudiantes:

- Interactivo: interpretan el cambio químico en términos de cambios de sustancias que reemplazan las iniciales, establecen relaciones coherentes y balanceadas entre los niveles macroscópico y microscópico de explicación, expresan ejemplos teóricos y los textos construidos sobre el tema son coherentes; se evidencia que el concepto de cambio químico adquirido es el científicamente aceptado.
- Mecano: el discurso lo construyen alrededor de la explicación microscópica, sin prestarle atención a los fenómenos, el cambio se trata a nivel de estructura interna, los ejemplos expresados son teóricos y el texto que construyen manifiesta coherencia débil, no es

claro si el concepto científicamente aceptado de cambio químico es adquirido.

- Cocina: el discurso esta construido sobre procesos o eventos, el cambio químico se describe como un cambio físico o un cambio de propiedades, los ejemplos son empíricos, el texto que construyen tiene coherencia débil, el nivel de explicación es macroscópico y no hay claridad si el concepto de cambio químico fue adquirido.
- Incoherente: no explican el cambio químico, los ejemplos que presentan no son razonados, no hay terminología clara respecto a los niveles macroscópico y microscópico, sus textos no presentan coherencia, en su discurso no siguen una progresión temática ordenada y la mayoría de ejemplos son referidos a representaciones o definiciones cotidianas.

De otro lado, Alzate (2002) considera que las ideas de los estudiantes con respecto a los conceptos sustancia, elemento y cambio químico no se aproximan a los conceptos científicos, de igual modo percibe la ausencia de ideas relacionadas con el modelo molecular a la vez que es posible detectar en ellas una gran variedad de dificultades de aprendizaje, por lo cual plantea la necesidad de establecer una jerarquización en los conceptos y relaciones conceptuales involucradas con el cambio químico.

Aunque poco se ha publicado de la relación entre Aprendizaje Significativo y la enseñanza y el aprendizaje de la Química, se reseñan en los últimos años, algunos artículos que tratan acerca de este tema. Es de especial importancia, las investigaciones realizadas por Philip Johnson desde un enfoque constructivista y tomando como base la teoría de aprendizaje significativo: "Children's Understanding of Substances, Part 1: Recognizing Chemical Change" (2000) y "Children's Understanding of Substances, Part 2: Explaining Chemical Change" (2002). Los resultados de estas investigaciones indican que no se puede asumir en la estructura cognitiva del

estudiante la existencia del concepto científico de sustancia química, ni la claridad y especificidad para explicar y reconocer el cambio químico de las sustancias.

Las investigaciones analizadas aportan la necesidad de elaborar materiales potencialmente significativos que propicien la adquisición significativa de los conceptos científicos de sustancia, elemento y cambio químico, y a reconocer éste como un concepto central de la química, para la comprensión de la transformación de las sustancias y el reconocimiento de la identidad química de las sustancias reactivo, mediante formulas químicas de composición relativas o moleculares y un conjunto de propiedades específicas en contexto y su modificación en otras sustancias de identidad química y propiedades diferentes.

2.2. ESTUDIO DE LAS IDEAS PREVIAS

En la perspectiva, de la didáctica de las ciencias experimentales, una de las líneas de investigación con más auge en los últimos años, es la que estudia las ideas previas que poseen los alumnos para la comprensión de los diversos procesos y conceptos científicos, antes y después de recibir la enseñanza (Brown, 1992; Campanario y Otero, 2000; Clement, Brown y Zietsman, 1989; Cohen, Eylon y Ganiel, 1983; Furió y Guisasola, 1999; citados por Periago 2007)

Como consecuencia de variadas investigaciones didácticas, se ha detectado la evidencia empírica de que, antes de llegar a la enseñanza, los alumnos ya poseen sus propias concepciones sobre los fenómenos naturales y sobre aquello que se les quiere enseñar Driver (1999).

Diversos estudios han tratado de identificar el origen de las ideas previas. Por una parte, parece que determinados esquemas conceptuales están ampliamente extendidos en todas las culturas y chocan a veces con los correspondientes conceptos científicos. Por otra parte, algunas de las ideas

previas de los alumnos tienen origen en la experiencia cotidiana. El lenguaje común, así como el uso de analogías en el propio ambiente escolar, podrían ser el origen de algunas ideas que son reforzadas por aprendizajes inadecuados en el medio social o por los medios de comunicación (Campanario y Otero, 2000; Viennot, 1996; citados por Periago 2007)

En la investigación de Furió y Guisasola, (2001), relacionada con “La enseñanza y aprendizaje de las ciencias como investigación: un modelo emergente”, concluye: “Quizás el aspecto más preocupante de las ideas previas no sea su existencia, sino su persistencia. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran la gran resistencia al cambio que presentan los significados construidos por los alumnos. Se ha comprobado que raramente la exposición de las ideas científicas “correctas” hace abandonar a los alumnos sus ideas previas, las cuales suelen permanecer inalteradas después de largos periodos de enseñanza y conviven con las ideas científicas”.

Continuando con Furió y Guisasola, (1999), el resultado es que los alumnos mantienen dos esquemas paralelos de conocimientos. Por una parte están sus conocimientos académicos sobre fenómenos, teorías, leyes, fórmulas y métodos, que le sirven en el medio escolar para resolver ejercicios y aprobar los exámenes. Por otra, los alumnos mantienen su arsenal de ideas previas, que les son útiles para entender la realidad y para interactuar con el medio que les rodea. Incluso, es frecuente encontrar estudiantes universitarios y licenciados que han terminado sus carreras y mantienen concepciones erróneas sobre algunos fenómenos científicos.

El estudio realizado por Gil (1993) y presentado por la Organización de Estudios Iberoamericanos, en cuanto a la enseñanza de las ciencias en su parte II “El modelo Constructivista de Enseñanza/Aprendizaje de las ciencias: Una Corriente Innovadora Fundamentada en la investigación” muestra como la enseñanza inadecuada de las ciencias es la causa de la persistencia de

las ideas previas inadecuadas. La existencia de éstas no puede por si sola justificar los resultados tan negativos logrados con la enseñanza habitual para la comprensión de los conocimientos científicos por los alumnos. Un acercamiento a la historia de las ciencias muestra como los conocimientos científicos no fueron construcciones ex nihilo, sino que se originaron de concepciones precientíficas con cierta coherencia. La existencia de ideas previas inadecuadas fruto de experiencias repetitivas es algo con lo que se debe contar. Poco se ha reflexionado sobre el hecho de que el estudiante llega a la clase de ciencias con conocimientos empíricos y conceptuales ya constituidos como lo proponía Bachelard (1938) citado por Gil (1993): “se trata, pues, no de *adquirir* una cultura experimental, sino más bien de *cambiar* de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana”. No sólo se ignora así que el alumno no es una tabla rasa, sino que se trivializa el cambio de ideas que la construcción de los conocimientos científicos supone, llegando incluso a presentarlos como expresión del sentido común, cuando constituyen precisamente la ruptura con las "evidencias" de ese sentido común.

La investigación realizada por Vélez (1998, pag 12) de la Universidad Pedagógica Nacional muestra la importancia de realizar estudios sobre la elaboración de los conceptos científicos, Vélez escribe acerca de los conceptos:

“Los conceptos no se transmiten como se transmite, por ejemplo, una información. Los conceptos se elaboran, tanto por parte de quien los aprende como de quien los enseña. El aprendizaje es necesariamente un proceso de elaboración por parte del alumno o estudiante, como la enseñanza es así mismo un proceso de elaboración dirigido al alumno. Son dos procesos paralelos, pero diferentes. Evidentemente el objetivo de la enseñanza es el aprendizaje y por consiguiente son las leyes de la elaboración de los conceptos en el alumno las que rigen el proceso de enseñanza y no al contrario. Entre elaboración y construcción hay una diferencia de matiz que es importante resaltar. La construcción hace referencia a las estructuras o esquemas generales, la elaboración, además, a la consolidación y ornato de esas estructuras.”

También es importante tener en cuenta la investigación realizada por Zambrano (1998, pag 7) sobre la relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio

conceptual de las ciencias, el cual en uno de sus párrafos hace referencia al conocimiento espontáneo y al conocimiento escolar:

“Inicialmente es necesaria aclarar que cuando nos referimos a frases como “conocimiento escolar” y “conocimiento espontáneo” estamos usando la diferencia establecida por Popper(1967) entre Mundo 2 y Mundo 3 Según Popper, Mundo 2 significa el mundo de nuestra experiencia consciente. Basado en esta apreciación concebimos que el alumno al llegar a la escuela trae sus propias ideas de ciencias (es decir, el conocimiento espontáneo) las cuales interrelacionan con el conocimiento escolar previo y sus concepciones sobre el mundo en general, integrándose en lo que hemos denominado, la estructura conceptual del alumno, la cual se materializa en el aula, como, el **conocimiento común previo** de los alumnos. En términos de Popper, Mundo 3 es el mundo del contenido lógico de libros, librerías, computadores. Con base en lo anterior concebimos que el Mundo 3 de Popper genera el conocimiento público de las ciencias o el conocimiento científico, contenido en libros, revistas de investigación, textos de carácter científico y pedagógico, documentos, archivos, abstracts, y otros reconocidos por la comunidad científica nacional e internacional, el cual al ser apropiado pedagógicamente por el maestro (es decir, el conocimiento escolar) con el propósito de enseñar lo elabora de acuerdo a su formación curricular en ciencias, sus propias concepciones sobre ciencias, enseñanza y aprendizaje y su ejercicio teórico y práctico de las ciencias derivado de su pertenencia a instituciones educativas, integrándose en lo que hemos denominado, estructura conceptual del maestro, la cual se materializa en el aula, como el **conocimiento científico escolar**.”

El conocimiento escolar es el producto de la facilitación del conocimiento científico adaptado por el profesor para la intervención de aula y la relación con el conocimiento cotidiano del alumno, es decir la interacción en el aula entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano da como producto el conocimiento escolar.

El conocimiento científico es producto de una comunidad científica, relacionado con el mundo de lo abstracto, que a veces requiere de aparatos contruidos a partir del conocimiento, se da el desarrollo de teorías y conceptos científicos, tiene una finalidad teórica, aspira a interpretar, inferir y predecir acerca de los fenómenos, el ámbito de la explicación es científica y se trabaja en el grado de validez de las teorías, de sus modificaciones y de la creación de nuevos modelos y principios para nuevos fenómenos que no pueden tratarse con teorías anteriores.

El conocimiento común se conoce como conocimiento cotidiano y trata de un conocimiento práctico, relacionado con el mundo tangible, la observación y la

experiencia, las explicaciones son dadas desde la experiencia, no están fundamentadas en marcos teóricos, se actúa como si las teorías y modelos intuitivos fueran reales y las teorías que lo sustentan poseen fuerte significado cultural y son socialmente compartidas.

En la construcción del conocimiento escolar el alumno recibe una selección ya hecha de contenidos que debe construir o reconstruir, no está conectado con la vida del alumno ni con los problemas que le preocupan. Por ello el conocimiento está desconectado del contexto y lo que se enseña no sirve para la acción porque no se relaciona con ella. El conocimiento escolar está separado de la vida y no facilita la acción.

2.3. PERSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con las ideas anteriores, trabajar en la línea de la Teoría del Aprendizaje Significativo Moreira (2000) posibilita una adecuada orientación en un campo de investigación, ya que uno de sus supuestos “averigüese lo que el alumno ya sabe” admite indagar sobre los significados previos de las estudiantes acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico, con el fin de potenciar el aprendizaje significativo de ellos durante la intervención en el aula. Permite también, orientar el análisis de las explicaciones dadas por las estudiantes a las actividades con las cuales interactuaron para el aprendizaje de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico, así como analizar el progreso y modificación de los conceptos previos de las alumnas después de la interacción con el material potencialmente significativo y demás actividades de aula, e indagar sobre la forma cómo las estudiantes perciben las sustancias desde una perspectiva ausbeliana. Investigar en la perspectiva de la teoría de aprendizaje significativo en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos químicos, posiblemente permite además de ampliar la mirada sobre los problemas instruccionales en aula de Química, brindar la oportunidad para intervenir en

el aula de clase, facilitar la interacción de las estudiantes con materiales potencialmente significativos y así estudiar e indagar el progreso o modificación de las ideas existentes en ellas.

Este proyecto, toma como referente la Teoría de Aprendizaje Significativo de David Ausubel, Ausubel (2002) las actividades propuestas para el aprendizaje se diseñaron teniendo en cuenta los principios de diferenciación progresiva, reconciliación integradora y consolidación. Por tal razón, para enseñar significativamente los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico, se diseñó la unidad temática donde se favorecía la diferenciación, reconciliación y consolidación, en consonancia con la estructura propuesta por Philip Johnson (2000 y 2002).

- Diferenciación de sustancias químicas mediante algunas de sus propiedades como punto de ebullición, densidad, solubilidad, conductividad y color.
- Reconocimiento del cambio químico a través de diferentes transformaciones de un grupo de sustancias representadas por medio de las respectivas ecuaciones químicas en términos de fórmulas de composición.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. INTRODUCCIÓN

A través de la historia han surgido diferentes teorías psicológicas, que conectadas a las distintas corrientes filosóficas, metodológicas y de la enseñanza, tienen como objetivo de estudio desde algún punto de vista el aprendizaje.

A grandes rasgos, podría decirse, que la pregunta acerca de cómo asimilar, modificar y/o construir grandes cuerpos de conocimiento a largo plazo se ha abordado, históricamente, desde dos perspectivas: la concepción conductista y la concepción cognitivista.

Los párrafos siguientes presentan de una forma breve las propuestas que desde distintos referentes teóricos permiten pensar acerca de la cognición, la comprensión, el pensamiento y el aprendizaje, principalmente, todo lo relacionado con el acceso al conocimiento, y en especial al conocimiento científico. Además se presentan algunas ideas acerca de como la enseñanza cobra sentido como una perspectiva para posibilitar o propiciar procesos de aprendizaje significativo y esto es posible si se conoce y se investiga sobre procesos relacionados con la adquisición del conocimiento.

El enfoque conductista en psicología tiene sus raíces en el asociacionismo de los filósofos ingleses que se basaron en la mente y es aceptado por Wundt, Galton, Tichener y otros. Este enfoque buscó explicaciones sobre el complejo mundo de la mente y el intelecto, fundamentándose en el conocimiento, el análisis de la mente, la idea y la conciencia intelectual. La escuela de la psicología estadounidense, conocida como funcionalismo tuvo su origen con John Dewey (1859-1952), también estudió y estudia la mente. Es una escuela de psicología científica que acepta principios, teorías o aspectos de éstas y en la teoría darwiniana de la evolución. Estas corrientes

(conductista y funcionalista) hacen hincapié en una concepción del individuo como un organismo que se adapta al entorno.

El conductismo se propone como una teoría psicológica que toma como objeto de estudio lo observable y no el alma, la conciencia o cualquier otra entidad inmaterial y por lo tanto imposible de estudio objetivo. De esta manera se opone a cualquier forma de introspección y toma como base la observación. El enfoque conductista formuló una teoría psicológica en términos de estímulo-respuesta. Según esta teoría, todas las formas complejas de comportamiento, las emociones, los hábitos, e incluso el pensamiento y el lenguaje, se analizan como cadenas de respuestas simples musculares o glandulares que pueden ser observadas y medidas. La teoría del estímulo-respuesta supuso un gran incremento de la actividad investigadora sobre el aprendizaje en animales y en seres humanos, sobre todo en el periodo que va desde la infancia a la edad adulta temprana.

A diferencia, y superando el esquema elementarista -analítico y experimental-animal, propio del conductismo, se inicia con la Gestalt un movimiento que pone en el centro de la preocupación psicológica, lo que pasa en el sujeto o persona que aprende. La Gestalt trabaja más con las totalidades o estructuras que con las partes o funciones aisladas, en tanto desde aquéllas es que tienen sentido estas ('el todo significa más que la mera suma de sus partes'), tal como se evidencia en nuestras experiencias perceptuales. Es en el sujeto en quien se produce una reestructuración de percepciones e ideas (no mera reacción): así se da en el insight o discernimiento repentino (la súbita percepción de las relaciones entre elementos de una situación problemática), por lo cual el aprendizaje no depende tanto de condiciones externas (E), sino de lo que pasa en el sujeto, siendo el esquema, entonces: 'E - S - R'.

Más adelante, Piaget (1998), plantea la posibilidad de un método que busca alcanzar los mecanismos del conocimiento en su fuente y en su desarrollo,

al establecer relaciones entre la psicología del niño, la psicología genética y la epistemología. Distingue entre aprendizaje en sentido estricto, referido a la adquisición de información del medio y representado por el condicionamiento clásico y operante y el aprendizaje en sentido amplio que consiste en el progreso de las estructuras cognitivas por procesos de acomodación y de equilibración (Piaget, citado por Pozo, 1989). Al respecto Piaget afirma, que los sujetos sólo son sensibles a los estímulos externos, en tanto estos sean asimilables por las estructuras cognitivas ya construidas; y por tanto la relación Estimulo – Respuesta ($E \leftrightarrow R$) debe plantearse como relación Estimulo – Organismo – respuesta ($E \leftrightarrow Og \leftrightarrow R$), señalando la intervención del organismo en la relación de Aprendizaje; rompiendo con la sola consideración de la relación unilateral Respuesta – estímulo ($R \leftrightarrow E$) Piaget e Inhelder (1997).

Continuando con el propósito en los inicios del marco teórico, en cuanto al desarrollo cognitivo, Vigotsky (1924) planteó la necesidad de que la psicología se ocupara de los hechos de la conciencia, porque es precisamente en la aproximación a su concepto de ésta donde se encuentran algunos de los principales elementos conceptuales que configuren su teoría sociocultural del desarrollo.

Según Vigotsky, *El análisis de los signos es el único método adecuado para investigar la conciencia* (citado por Henao, 2000). Los signos median la relación de una persona con las otras y con el signo mismo. Son pues, fundamentales, para Vygotsky, los conceptos de instrumentos (todo lo que el hombre requiere para internalizar el conocimiento) y los signos como mediadores en los procesos en los cuales la “cultura” entra a hacer parte del individuo, porque de acuerdo con los planteamientos expuestos el desarrollo cognitivo es la conversión de relaciones mediadoras. Su alusión a la conciencia y a los signos e instrumentos como mediadores de los procesos de desarrollo cognitivo, marcan una clara postura crítica frente al conductismo, no sólo porque este último intencionalmente elude ocuparse de

la conciencia por considerar subjetivos los estudios relativos a ella, sino que al hablar de instrumentos y signos; Vygotsky se sitúa en el plano de lo humano, el papel del lenguaje en la construcción de significados marca la diferencia con los animales, con el conocimiento el hombre se impone al medio y al igual que los signos que son creados por la cultura humana a la que influyen y modifican.

Es significativa la importancia que tienen las ideas aportadas por Vygotsky respecto a su contribución en la fundamentación de las investigaciones acerca de las ideas previas y/o concepciones y muy especialmente se vislumbra en su trabajo las ideas que suponen la existencia de una pirámide de conceptos de la cual parte el proceso de formación del concepto científico, el cual cobra significado en relación con otros conceptos de la pirámide, ideas que podrían dar resultados en las propuestas que sobre aprendizaje significativo trabajan posteriormente Ausubel, Novak y Gowin (1998).

3.2. TEORÍA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE DAVID AUSUBEL

La Teoría de Aprendizaje Significativo planteada por David Ausubel (1978) puede ser un referente de gran valor, tanto a nivel de los principios que se dirigen a fundamentar propuestas de enseñanza y aprendizaje, así como marco conceptual de necesaria referencia en la investigación de la enseñanza de las ciencias Naturales. La teoría de Aprendizaje Significativo se sitúa en el campo del cognitivismo ya que propone la búsqueda de los mecanismos fundamentales de adquisición del conocimiento, presupone investigar los procesos de enseñanza y aprendizaje de sistemas de conceptos científicos, y considera que éstos tienen una relación obligada con los conceptos previamente formados o descubiertos en lo cotidiano y/o en la escuela.

La base de la Teoría del Aprendizaje Significativo radica en la comprensión de conceptos científicos, los cuales se aprenden a través de los procesos desarrollados en el aula donde se tiene en cuenta al enseñar los principios

de la diferenciación progresiva, la reconciliación integradora, la consolidación y la transferencia.

Aprender significativamente desde el aprendizaje significativo de Ausubel es adquirir grandes cuerpos de conocimiento a largo plazo a través del principio de asimilación; el concepto de conocimiento se puede referir al total de las asignaturas y/o todos los contenidos organizados que posee un individuo en un campo dado de una disciplina o bien las simples relaciones específicas de unos elementos componentes particulares en la estructura jerárquica de la disciplina en su conjunto.

Para abordar las explicaciones de los procesos de construcción de conocimiento, Ausubel (2002), reconoce la organización sistemática y jerárquica del conjunto de conceptos a enseñar y que ante una nueva información, las ideas previas relevantes interactúan de tal forma que se da una modificación tanto de la estructura cognitiva existente (subsumosores relevantes) como de la nueva información. Toda asimilación requiere que dicha información, se presente de un modo organizado y explícito, mediante un proceso de instrucción que consulte previamente la estructura cognitiva, es decir, el conocimiento antecedente del alumno y que éste a su vez posea la estructura cognitiva adecuada para la internalización de significados aceptados socialmente en el contexto de la disciplina.

El proceso de aprendizaje, asimilación, retención, consolidación, transferencia, tendrá el carácter significativo si la nueva información puede anclarse en algún aspecto relevante de la estructura cognitiva, es decir, si existe en ésta un subsumidor o estructura de conocimiento relevante y pertinente (el cual puede ser una idea, concepto o proposición) donde la nueva información pueda establecer relaciones con significado.

Dar significado a la nueva información requiere, de acuerdo con Ausubel, un proceso que relacione el material potencialmente significativo o la nueva información que ha de aprenderse y el subsumidor o conceptos relevantes

del aprendiz. La condición de que el material sea potencialmente significativo supone dos factores principales:

- En relación con la naturaleza del material, debe ser lógicamente significativo o tener significado lógico, que puedan relacionarse de forma sustantiva y no arbitraria con ideas relevantes con las que se correspondan.
- En relación con la persona que aprende, ofrecer la estructura cognitiva adecuada y la disponibilidad referida al esfuerzo que implica el establecimiento de relaciones no literales y no arbitrarias.

Los anteriores son los elementos básicos para que el material presentado con un significado lógico, es decir, el de la disciplina, la ciencia a enseñar, química en este caso, pase a tener un significado relevante. Existe significado cuando una palabra, concepto o proposición se convierte en un contenido definido, diferenciado y claramente articulado después de haberse aprendido de una manera significativa y puede ser evocado mediante un símbolo o grupo de símbolos después de que estos han estado relacionados de manera estructurada y no arbitraria con la estructura cognitiva.

Según David Ausubel (2002) el aprendizaje significativo basado en la recepción supone la adquisición de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado de modo relacionable con la estructura cognitiva, este tipo de aprendizaje requiere además de la actitud de aprendizaje significativa y la estructura cognitiva de la persona que aprende con ideas de anclaje pertinentes, la presentación de un material potencialmente significativo, cuando los materiales que lo constituyen estén relacionados en forma sustancial, entendible, inteligible, que se lo pueda apropiarse en su esencia, es decir, relacionarlo de una manera “no literal” (cuando el material de aprendizaje se relaciona de una manera correcta, simple, plausible, razonable y jerarquizada), en otras palabras, de manera “no arbitraria”.

Es de resaltar en el aprendizaje significativo, basado en la recepción, la *exigencia* de una enseñanza expositiva *que reconozca* tanto el principio de diferenciación progresiva como el principio de reconciliación integradora. El principio de diferenciación progresiva significa una organización del material potencialmente significativo para la enseñanza jerarquizada de conceptos con el fin que el alumno asimile de este modo. El principio de reconciliación integradora facilita la enseñanza expositiva si el profesor y las nuevas informaciones son adquiridas y elementos existentes en la estructura cognitiva pueden reorganizarse y adquirir nuevos significados.

El aprendizaje significativo basado en la recepción se *asume como un proceso activo y dinámico*, pues requiere aspectos como: el tipo de análisis cognitivo necesario para determinar los aspectos existentes en la estructura cognitiva más pertinentes a los nuevos materiales potencialmente significativos preparados por el profesor, algún grado de reconciliación con ideas ya existentes en la estructura cognitiva y la reformulación del material de aprendizaje, en caso de ser necesario, en función del vocabulario y del fondo intelectual idiosincrático de la persona concreta que aprende, esto también lo hace el profesor.

Es así como el aprendizaje significativo lo ejerce la persona que aprende, lo dinámico se refiere al proceso de aprendizaje significativo, o sea a la asimilación interacción a y A (idea previa e idea nueva), en la interacción ambos se modifican, $a'A'$, este producto se modifica (significado más elaborado); es entonces dinámico el proceso mental, la organización de la enseñanza también es dinámica al ser orientada por los principios: qué sabe el alumno, averígüese y actúe en consecuencia, diferenciación progresiva, reconciliación integradora, preparar el material potencialmente significativo acorde con el conocimiento previo y la nueva información, es decir, organizar la enseñanza es un proceso dinámico y el aprendizaje significativo también es un proceso dinámico, pero en sentidos diferentes.

La esencia del aprendizaje significativo activo y dinámico basado en la recepción, esta en el principio de asimilación, proceso mediante el cual la nueva información es vinculada con aspectos relevantes ya existentes en la estructura cognitiva, proceso en el que se modifica la información recientemente adquirida e idea previa o subsumidor, esto se logra con el discurso del profesor, cuando éste logre que el alumno realice la interacción entre la nueva información y las ideas previas pertinentes hasta proveer un significado. En el fondo, lo que el profesor debe alcanzar es la movilización de la estructura cognitiva del estudiante. Según Ausubel el proceso de interacción modifica tanto el significado de la nueva información como el significado del concepto o proposición al cual está afianzada, en otras palabras, nuevas ideas expresadas de una manera simbólica (la tarea de aprendizaje) se relacionan de una manera no arbitraria y no literal con lo que sabe el estudiante (su estructura cognitiva en relación a un campo en particular) y el producto de esta interacción activa e integradora es la aparición de un nuevo significado que refleja la naturaleza sustancial y denotativa de este producto interactivo.

Para Ausubel el proceso de asimilación es un proceso dinámico que conlleva la diferenciación progresiva y la integración de conceptos en la estructura cognitiva en constante cambio. La diferenciación progresiva es propia del aprendizaje significativo subordinado (derivativo y correlativo) y la reconciliación integradora se ajusta al aprendizaje significativo de orden superior y combinatorio.

Tipos de aprendizaje significativo basado en la recepción

- *Aprendizaje Significativo Representacional*: atribución de significados a determinados símbolos, como nombrarlos, es nombrar la palabra que designa un objeto y lo identifica en presencia o ausencia de él, es identificarlo y darle su significado, por ejemplo la palabra elemento puede tener el símbolo y el nombre pero no tener su significado,

puede tener la palabra pero puede no tener el aprendizaje representacional significativo.

- *Aprendizaje Significativo de Conceptos*: los conceptos son objetos, eventos o situaciones que se construyen al describir todas sus características o cualidades, los conceptos son también representados por símbolos particulares, pero son genéricos o categóricos dado que representan abstracciones de los atributos característicos de los referentes. Construir un concepto es caracterizarlo es tener su significado, las propiedades de los objetos se designan con palabras pero no solamente a nivel físico, el aprendizaje significativo de conceptos esta en saber dar la esencia, es ser capaz de decir las cualidades a nivel interno, es trascender el nivel de lo físico de ahí que el aprendizaje de conceptos constituya un aspecto importante del principio de asimilación. Existen dos métodos para el aprendizaje significativo de conceptos:

- el primero es *la formación de conceptos* en el que los atributos o características del concepto se adquieren por la experiencia directa, este se da principalmente en los niños.
- El segundo hace referencia a *la asimilación de conceptos* donde las cualidades del nuevo concepto se adquieren por medio de la experiencia directa, es cuando se enriquece el vocabulario, pues los atributos característicos de los nuevos conceptos se pueden precisar mediante el uso de nuevas combinaciones de referentes ya existentes disponibles en la estructura cognitiva del niño, esta forma de aprendizaje es la predominante en los niños en edad escolar y en los adultos.

- *Aprendizaje Significativo Proposicional*: aprender el significado de la idea en forma de proposición. Las palabras combinadas en una oración para constituir una proposición representan conceptos, el estudiante que se acerque a esta forma de aprendizaje es capaz de

construir un texto. El contenido cognitivo diferenciado (significados) que origina el aprendizaje significativo proposicional es un producto interactivo de la manera concreta en el que el contenido de la nueva proposición se relaciona con los significados de las ideas pertinentes ya establecidas en la estructura cognitiva. Esta relación puede generar:

- *El aprendizaje subordinado* sucede cuando una proposición lógicamente explicativa se relaciona significativamente con unas proposiciones específicas más generales en la estructura cognitiva del estudiante, el aprendizaje subordinado puede ser derivativo, si el material de aprendizaje ejemplifica o apoya una idea existente en la estructura cognitiva del estudiante o correlativo, si el material es una extensión de proposiciones previamente aprendidas por el estudiante.
- *El aprendizaje de orden superior* se da cuando la interacción entre conceptos subsumidores, originan otros más abarcadores.
- *El aprendizaje combinatorio* ocurre cuando una proposición potencialmente significativa no es enlazable con ideas específicas subordinadas o de orden superior en la estructura cognitiva del estudiante, pero si lo es con una combinación de contenidos en general de esa estructura.

La idea de jerarquía conceptual, como organización de los conocimientos, conceptos, ideas o proposiciones, de forma tal que los más generales o inclusivos establezcan relaciones de asimilación o inclusión con conceptos más específicos; da cuenta de la interacción como característica del aprendizaje significativo, en tanto éste implica reestructuración de tal orden jerárquico.

Por último y de acuerdo a Ausubel (2002), los principios que gobiernan la naturaleza y las condiciones del aprendizaje significativo basado en la

recepción se puede descubrir mediante un tipo de investigación aplicada que tenga realmente en cuenta los atributos distintivos de este fenómeno tal como se produce en el aula y esta es la investigación relacionada con la teoría en un contexto determinado donde se tiene en cuenta primero la secuencia curricular en la preparación de materias por distintas áreas y niveles de dificultad y diversos métodos de enseñar el mismo material, el segundo paso sería el diseño de métodos y materiales de instrucción adecuados para aprovechar al máximo los grados ya existentes de conocimiento y para aumentar este conocimiento cuando y donde sea necesario y conveniente.

Esta investigación ha tratado de indagar y estudiar acerca de los conceptos sustancia, elemento y cambio químico y las relaciones entre ellos, relaciones manifiestas por las estudiantes antes y después de la interacción con el material potencialmente significativo, el cual es uno de los objetivos intelectuales fundamentales, además, del desarrollo de la capacidad de pensar de una manera sistemática, independiente y crítica en unos campos particulares de la indagación.

Teniendo en la cuenta los conceptos anteriores y en aras a la claridad de este trabajo, es bueno acotar que hay definidas y muy concretas diferencias en cuanto a los términos conocimiento cotidiano, escolar y científico en el proceso del qué enseñar y el cómo se aprende.

3.3. CONOCIMIENTO PREVIO, CONOCIMIENTO COTIDIANO, CONOCIMIENTO ESCOLAR Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

De acuerdo con Gil (1994), Rodrigo (1997), Martínez (2005) y Gómez (2007) parece ser que la ciencia enseñada en la escuela, difiere significativamente del conocimiento científico, pero también se distancia del conocimiento cotidiano, saber vinculado al contexto cultural de la estudiante. Estas formas diferentes de conocimiento, implican un punto de partida para observar las

dificultades que aparecen en las estudiantes, en función de combinar estos tres tipos de saberes. Los estudios realizados consideran este cambio como un proceso complejo de modificación de las ideas previas de las estudiantes y de los principios en los cuales las estudiantes basan sus ideas.

En esta línea, es posible afirmar que existen tres tipos de conocimiento a saber: el conocimiento científico, el escolar y el cotidiano. El conocimiento común se conoce como conocimiento cotidiano y trata de un conocimiento práctico, relacionado con el mundo tangible, la observación y la experiencia. En contraposición esta el conocimiento científico relacionado con el mundo de lo abstracto, "la experimentación" que a veces requiere de aparatos contruidos a partir del conocimiento "tecno constructos". En la construcción del conocimiento escolar el alumno recibe una selección ya hecha de contenidos que debe construir o reconstruir, la mayor parte de los cuales no responden a "urgencias" del entorno ni a potenciar el conocimiento.

Hay entre estos conocimientos hondas diferencias: en el conocimiento común las explicaciones son dadas desde la experiencia, no están fundamentadas en marcos teóricos, se actúa como si las teorías y modelos intuitivos fueran reales y las teorías que lo sustentan poseen fuerte significado cultural y son socialmente compartidas, Es decir se piensa con teorías propias. En el conocimiento científico se da el desarrollo de teorías y conceptos científicos, tiene una finalidad teórica, aspira a interpretar, inferir y predecir acerca de los fenómenos, el ámbito de la explicación es científica y se trabaja en el grado de validez de las teorías, de sus modificaciones y de la creación de nuevos modelos y principios para nuevos fenómenos que no pueden tratarse con teorías anteriores. El conocimiento escolar no está conectado con la vida del alumno ni con los problemas que le preocupan. Por ello el conocimiento está desconectado del contexto y lo que se enseña no sirve para la acción porque no se relaciona con ella. El conocimiento escolar está separado de la vida y no facilita la acción.

En cuanto a los medios de cómo se adquieren se ve fácilmente: el conocimiento común no es metódico, ni crítico, se atiene a lo superficial, es decir, a la sugestión de los sentidos tomando los datos suministrados por la percepción como si fueran la realidad misma y sus juicios son simples opiniones, por tales razones carecen de valor propio. El conocimiento científico, en cambio, es una reflexión crítica en la que la opinión ha sido modificada o cambiada por juicios de valor que aspiran a la máxima certeza y a la universalidad. Este trata de reducir la variedad cambiante de los fenómenos a algo permanente, a algo simple, que escapa a nuestra observación directa por ejemplo: átomos, moléculas, movimiento, etc. El conocimiento escolar es altamente específico como puede verse en las asignaturas de matemáticas, física, química, etc. El conocimiento escolar se construye a través de las interrelaciones de adaptación, oposición o integración entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico durante el proceso de enseñanza.

De acuerdo a Bachelard (1976) entre el conocimiento común y el conocimiento científico existen grandes rupturas o discontinuidades marcadas por los mismos descubrimientos o avances científicos, este se opone totalmente al continuismo de la ciencia favorecida por el conocimiento común, para explicar estas rupturas o discontinuidades Bachelard comenta algunos progresos científicos en los cuales muestra una ciencia evolucionada, con un espíritu científico especializado el cual tiene su valor porque permite explicar muchos fenómenos, muchas cosas de lo micro y de lo macro de la naturaleza, es entonces, la especialización del conocimiento científico un trabajo bien ubicado, eficaz y organizado

Según Rodrigo (1997), aún antes de la iniciación escolar las estudiantes poseen conjuntos de conocimiento más o menos organizados y en cierta medida coherente con algún dominio de la realidad y con los que sustenta sus puntos de vista respecto al mundo, su toma de decisiones y su accionar. La joven al ingresar a la escuela y asumir el rol de estudiante empieza a

recibir de forma sistematizada y de acuerdo a un currículo grandes cuerpos de conocimiento científico acumulado generación tras generación; el trabajo de la escuela será el de facilitar a las estudiantes a tomar conciencia de cuáles ideas y relaciones no son adecuadas, cuáles más o menos adecuadas o cuáles adecuadas y también a tomar conciencia de que las inadecuadas no las utilice y a que utilice las nuevas construcciones más adecuadas con relación a su conocimiento cotidiano, el cual constituye la mayoría de las veces el conocimiento previo de la estudiante, a través de la interacción con diferentes materiales, para construir un conocimiento escolar, con algún grado de aproximación al científico, sin ser el científico.

De acuerdo a Cubero y Garcia citados por Gil (1994):

El conocimiento escolar es el conocimiento que se elabora en la escuela, que por un lado, trasciende las explicaciones cotidianas que se desarrollan fuera de los contextos académicos, y por otro, aunque tiene como marco de referencia el conocimiento científico, no es un conocimiento científico en sí, sino una elaboración de este conocimiento que se ajusta a las características propias de este contexto (Cubero y Garcia, 1994)

La construcción del conocimiento escolar, supone al parecer, un proceso reconstruir algunas, ser consciente de no utilizar otras y potenciar otras ideas, según sean adecuadas, más o menos adecuadas o no adecuadas para facilitar la aproximación del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Cambio facilitado por la mediación del profesor que implica al estudiante la modificación, integración o reinterpretación de su conocimiento cotidiano previo de acuerdo a la nueva información presentada.

Para el estudio propuesto el conocimiento cotidiano es asumido como las ideas previas de las estudiantes así como el conocimiento escolar en algunos casos ya que este es el aprendido por las estudiantes a través de los años de escolarización.

Para el caso del aprendizaje de los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico se procura que la estudiante interactúe con diferentes

materiales e interprete los cambios observables en términos de formulas e interacciones, que van más allá de lo perceptible con los sentidos. Estos conceptos se asocian como afirmaba Bachelard a un noúmeno complejo, es decir, la sustancia se asocia a aquello que es percibido por el espíritu o la razón, sin mediación de ninguna apariencia sensible y generalmente los cambios químicos, de acuerdo a Crespo y Pozo (2007), plantean más dificultades de comprensión para la mayoría de las estudiantes, puesto que implican la aplicación de un sistema complejo de interacción, en contravía, con la tendencia de los estudiantes a interpretar los cambios en términos aditivos o cambios de apariencia o formación de sólidos o gases, en vez de la interpretación de estos cambios además del nivel físico, el nivel químico.

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

El marco metodológico de este estudio se fundamenta en la investigación cualitativa, en la perspectiva de un enfoque etnográfico en aula de clase. La investigación cualitativa es un paradigma desde el punto de vista ontológico, epistemológico y metodológico, que no trata de estudiar la realidad en sí, sino de como construye la realidad un determinado grupo social.

La metodología cualitativa se ha consolidado, en las últimas décadas, como válida para la construcción del conocimiento en las ciencias sociales. Dicha metodología propende por el estudio de la subjetividad y más exactamente por indagar la intersubjetividad, los contextos, la cotidianidad y la dinámica de interacción de un grupo social, como elementos constitutivos del que hacer investigativo (Bogdan y Taylor 1992) citados por Rueda (1998).

Para Gutiérrez y Denis (1989), el propósito del paradigma cualitativo consiste en describir e interpretar sensible y fielmente la vida social y cultural de quienes participan en un grupo social. "El fenomenólogo quiere entender los fenómenos sociales desde la propia perspectiva del actor" Un rasgo central de los estudios descriptivos e interpretativos, es que pretenden una comprensión de los fenómenos estudiados mediante el análisis de los significados que las personas les asignan. En este modelo se incorporan las experiencias, creencias, actitudes, pensamientos y reflexiones de los participantes y estudia la cultura como unidad particular.

El paradigma cualitativo representa las tendencias interpretativa, fenomenológica, hermenéutica, naturalista y etnográfica, que orientan la investigación socio-educativa desde la década de los años setenta. Gutiérrez (1989), y Martínez (2004), consideran en la investigación cualitativa, el

enfoque etnográfico, como válido para indagar en el campo de la educación. Etimológicamente, el término etnografía significa la descripción del modo de vida de un grupo de personas que constituyen un grupo social. La etnografía es un enfoque que tiene especial relevancia en las investigaciones cualitativas de tipo cultural y social, se apoya en que las tradiciones, roles, valores y normas del ambiente en donde vive un grupo, se internalizan momento a momento y generan regularidades que pueden explicar tanto la conducta individual como la de grupo en forma adecuada. En esta clase de estudios, indagar que piensan y hacen las personas se fundamenta en la observación participante y en la recolección de información hablada y/o escrita expresada por los participantes en los eventos particulares motivo de investigación.

André (1998) destaca que los estudios etnográficos en educación permiten la interpretación y comprensión de los sistemas de representación, clasificación y organización del conocimiento cultural, así como las lógicas y las maneras de concebir y recrear el mundo, es decir, buscan desentrañar los significados culturales, las prácticas, los conocimientos y los sistemas simbólicos de los actores investigados, sin pretender encajarlos en los valores y creencias del investigador.

La investigación cualitativa etnográfica en educación, en su modalidad descriptiva e interpretativa, permite describir e interpretar las formas como se modifican los conocimientos, actitudes y creencias; los modos de ver el mundo, así como, los mecanismos de dominación, resistencia, oposición y, en general, los modos de organización en un terreno cultural que de acuerdo con Giroux (citado por André, 1998) está caracterizado por una pluralidad de lenguaje y objetos conflictivos. Para este autor, los estudios etnográficos en educación pueden llevar a la revisión seria de la práctica escolar, desde una perspectiva teórica bien definida que posibilite captar el dinamismo que le es propio y permita su análisis y descripción. La etnografía, es quizás el enfoque

cualitativo más aplicado al campo de la educación, se ha introducido al contexto escolar, al aula misma donde se llevan a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje, tratando de registrar no sólo los eventos y conductas, sino de comprender e interpretar su significado, su propósito, la intención que los actores (maestros, alumnos, padres de familia) dan a sus acciones.

Con respecto al objeto de estudio de la etnografía educativa, se busca el afloramiento del conocimiento cultural que los participantes estructuran en su mente y la forma como lo emplean en la interacción, por lo tanto, también el holismo selectivo y la contextualización deben ser requisitos necesarios para la etnografía educativa. Este enfoque centra su estudio en la vida diaria y la realidad social, la práctica educativa en este caso, considerada como un proceso que pone énfasis en el sujeto, en su relación de intersubjetividad, sus pensamientos, acciones y motivos, y al mismo tiempo percibe a todos los que forman parte e intervienen en una situación.

Andrè (1998), admite que el enfoque etnográfico por medio de las técnicas y metodologías que le son propias, la observación participante y entrevistas en profundidad, hace posible describir acciones y reconstruir el lenguaje, las formas de comunicación y los significados que se crean y recrean en el hacer pedagógico y en la práctica escolar del día a día.

Spindler y Spindler (citados por Rodríguez, Gil y García, 1996, y Henao 2001), consideran como elementos de los estudios etnográficos en educación los siguientes aspectos:

- La observación directa en el lugar del grupo participante objeto de estudio.
- La permanencia del etnógrafo por tiempo suficiente en el escenario.

- El registro de un buen volumen de datos a los cuales se debe añadir artefactos, productos y documentos relacionados con el objeto de investigación.
- El reconocimiento del carácter evolutivo del estudio etnográfico y, por tanto, la necesidad de trabajar manteniendo la mente abierta a una gran cantidad de posibilidades sin hipótesis específicas.

En esta dirección, estos autores reconocen que se deben privilegiar la observación participante y las entrevistas, aunque también admiten la utilización de otros medios como videos y escritos construidos por los sujetos investigados a modo de respuestas a cuestionarios de pregunta abierta o cerrada, ensayos y/o mapas, según las condiciones del escenario concreto que se investiga.

4.2. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente estudio se enmarca en el paradigma cualitativo, enfoque etnográfico, en el cual la investigadora como profesora observadora-participante, percibe el comportamiento y las interacciones de las estudiantes en su contexto sociocultural, aula de clase de Química. Logra registros a través de cuestionarios abiertos, cerrados, diálogos alumnas-profesora, mapas conceptuales, interacción de las alumnas con materiales y algunas actividades experimentales, escritos de las alumnas en sus cuadernos de notas, y diario de campo de la profesora. Algunos registros hablados y escritos son transformados a redes sistémicas de acuerdo con los planteamientos de .i Bliss & Ogborn (1985; 1983) citados por Jorba y Sanmarti (1994). El análisis de los datos se direcciona, a una descripción de los significados previos de las estudiantes y su posible progreso conceptual dada la intervención en el aula.

La investigación desarrollada es de corte longitudinal, porque los registros se recogieron a través del tiempo, durante la intervención de aula, en una secuencia progresiva de tres momentos:

- El primero, al iniciar la intervención, con el propósito de indagar las ideas previas para los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico.
- El segundo, con el objetivo de facilitar el aprendizaje de los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico mediante la interacción de las alumnas con materiales potencialmente significativos e indagar sobre la evolución y/o modificación de las ideas previas.
- El tercero tiempo después de finalizada la intervención con el fin de percibir la modificación, ampliación o progreso de los significados antecedente, mediante la contrastación de los diferentes cuestionarios y mapas conceptuales.

La obtención de los registros en los tres momentos, fue producto de la percepción, la comparación, la contrastación, la ordenación, la determinación de vínculos y relaciones, mecanismos que dieron cuenta del proceso de intervención en el aula. En los diferentes momentos las participantes interactuaron con los materiales potencialmente significativos y solucionaron los cuestionarios diseñados para el estudio de las ideas previas y/o el progreso de éstas y construyendo mapas conceptuales para los conceptos de sustancia y cambio químico.

Encontrados los criterios de clasificación y/o las categorías y con el fin de dar mayor claridad a la información, con la que se pretende identificar los significados utilizados por las estudiantes para referenciar los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico, se construyen redes sistémicas como una propuesta para organizar y analizar la información obtenida a través de los cuestionarios abiertos, ensayos y/u observaciones realizadas en el aula, acorde con lo que plantean .i. Bliss & Ogborn (1985; 1983) citados por Jorba

y Sanmarti (1994). Este método, y la terminología que se usa, derivan de la lingüística sistémica *interesada en la descripción y representación del significado y de los recursos semánticos del lenguaje*. También se consideró para el análisis descriptivo y para el estudio del progreso de las ideas de las estudiantes los mapas conceptuales elaborados por ellas en los momentos dos y tres.

En este estudio se realizó triangulación de datos. Al final se comparó los datos obtenidos desde los cuestionarios uno, tres y cinco, resueltos cada uno de ellos en el primero, segundo y tercer momento respectivamente, así como el cuestionario dos trabajado en el primer momento y tercer momento y los mapas conceptuales elaborados por las estudiantes. La triangulación de pares se llevó a cabo al compartir la importancia de los instrumentos con otros profesores investigadores, lo que permitió la confiabilidad de los mismos.

4.2.1. GRUPO PARTICIPANTE

La investigación, *Significados previos de un grupo de estudiantes de grado décimo acerca de los conceptos Sustancia, Elemento, Cambio Químico y su posible progreso conceptual*, fue desarrollada durante los años 2004 y 2005, en el Centro Formativo de Antioquia, CEFA, colegio oficial, ubicado en el centro de la ciudad de Medellín, Comuna de la Candelaria, y en el cual se trabaja el ciclo de Media Vocacional o Media Académica, y su título es Bachiller Técnico con especialidad en...., o Bachiller Académico. La Institución es elegida dado el compromiso de la investigadora como docente de Química de la Institución, lo cual le permite la interacción con el grupo de estudiantes.

El estudio se inicia con un grupo de cuarenta y tres estudiantes del grado décimo del Bachillerato Técnico, especialidad Ciencias Químicas con

certificación como Auxiliar de Laboratorio Químico, con edades entre quince y diecisiete años, pertenecientes a los estratos económicos uno, dos y tres en su mayoría, de familias con grado de escolaridad media en su mayoría y pocos con estudios superiores.

Las alumnas proceden de diferentes instituciones educativas, oficiales y privadas de la ciudad, con formación, intereses y culturas muy heterogéneas, pluralidad originada quizás en su entorno social, familiar y educativo. Ingresan a la institución, parece ser, por la opción de la formación técnica que ofrece el Colegio o por tradición de sus familias en la relación de formación de algunas de sus integrantes con la Institución.

La intervención se desarrolló considerando una secuencia de actividades prácticas y teóricas, durante las cuales las cuarenta y tres estudiantes interactuaron con los diferentes materiales educativos empleados para la indagación de los conceptos previos y para el estudio del progreso o modificación de los significados de las estudiantes con relación a los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico.

El cumplimiento de los objetivos, propósito de esta investigación, se desarrolló con seis alumnas, seleccionadas del grupo de cuarenta y tres estudiantes, según las siguientes consideraciones: por la actitud grata frente a la ciencia, por la capacidad de asombro, por la curiosidad de indagar, por su participación activa en la institución, por su buena disciplina y por su rendimiento académico. El análisis descriptivo y discusión de resultados se realizó con los datos obtenidos para las seis estudiantes. La contrastación de resultados se llevó a cabo con los datos logrados para dos de las seis participantes, por develarse en sus trabajos diferente grado de evolución o progreso en sus relaciones conceptuales con respecto a los conceptos previos de sustancia, elemento y cambio químico.

Las seis estudiantes seleccionadas en la investigación se nombraron a través de todo el informe como estudiante uno (1), dos (2), tres (3), cuatro (4), cinco (5) y seis (6) con el fin de guardar la confidencialidad en el manejo de la información y se identificaron como E1, E2, E3, E4, E5 y E6 respectivamente.

4.2.2. INTERVENCIÓN EN EL AULA

La intervención de aula se desarrolló en dos períodos académicos cada uno de diez semanas de actividad escolar, seis horas de clase a la semana, distribuidas en tres sesiones de dos horas cada una. El tema tratado durante la intervención fue la unidad “Estructura de la sustancia y el cambio químico”, la cual se desarrolló acorde con el plan del curso propuesto para la asignatura de Química del grado décimo en la Institución.

Durante los dos períodos académicos se realizaron tres momentos didácticos: en el primero se indagó por el conocimiento antecedente de las estudiantes. En el segundo se realizó la intervención con el propósito de facilitar el aprendizaje de los conceptos objeto de estudio y la indagación del progreso conceptual de las estudiantes en relación a los conceptos: sustancia, elemento y cambio químico. En el tercer momento las alumnas interactuaron nuevamente con el cuestionario dos y elaboraron dos mapas conceptuales para los conceptos de sustancia y cambio químico, con el propósito de comparar sus significados iniciales y finales, como una vía de lograr información para el propósito de estudiar la posible evolución de los conceptos objeto de este estudio.

Al iniciar la intervención de aula, segundo momento, las estudiantes elaboraron un mapa conceptual para el concepto sustancia. En las sesiones siguientes interactuaron con el documento “Categorías de estudio de la Química” en calidad de organizador previo; resolvieron ejercicios tomados del documento elaborado para el programa: Semillero de Química de la

Universidad de Antioquia, para develar si las alumnas diferencian bien la categoría sustancia química; seguidamente se explican algunas de las propiedades de las sustancias químicas y se introduce el concepto de cambio químico con una lectura tomada del texto escolar “Molécula I” acerca de “La evolución del concepto de cambio químico”, finalmente se desarrollan ejercicios de aplicación y profundización para el concepto de cambio químico.

4.2.2.1. PRIMER MOMENTO: Estudio de las ideas previas de seis estudiantes.

En esta primera etapa se buscaba obtener respuestas a la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los significados previos expresados por las estudiantes para los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico?, mediante los cuestionarios uno y dos, con los cuales interactuaron las alumnas de modo individual el primero y en parejas el segundo. Los ambientes escolares seleccionados para trabajar con el material propuesto fueron respectivamente el aula de clase y el laboratorio.

Cuestionario uno: elaborado con dos preguntas cerradas fue diseñado para expresar por escrito las respuestas. La primera pregunta, como se detalla a continuación, hace relación a los conceptos cambio físico y cambio químico:

- I. Terminados los siguientes procesos, ocurrirá en ellos un cambio físico o un cambio químico (escribe al frente de cada proceso el cambio que creas que ocurre).

La oxidación de un clavo de Hierro	_____.
La fermentación de un jugo de mora	_____.
El derretimiento de un helado	_____.
La trituración de una roca	_____.
La evaporación de una solución salina	_____.

La segunda pregunta orientada a clasificar un grupo de sustancias representadas mediante formulas químicas de composición, como se enuncia a continuación:

- II. Las siguientes sustancias clasifícalas como elementos compuestos o mezclas:
 $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ - $\text{NaCl}_{(s)}$ - [$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, $\text{NaCl}_{(s)}$] - $\text{Au}_{(s)}$ - $\text{H}_{2(g)}$ - $\text{Cu}_{(s)}$ - $\text{CuSO}_{4(s)}$ - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ -
[$\text{Cu}_{(s)}$, $\text{Sn}_{(s)}$]

Obtenidas las respuestas del cuestionario uno, fueron socializadas en el aula de clase mediante el dialogo profesora–estudiantes. Durante el dialogo de aula la maestra investigadora plantea situaciones cotidianas como el ennegrecimiento de las joyas de plata, la combustión del papel o la madera y nombra sustancias iguales o similares a las planteadas en las preguntas uno y dos del cuestionario uno, con el fin de propiciar la expresión oral y el intercambio de argumentos explícitos de las alumnas.

Cuestionario dos: las estudiantes organizadas por parejas interactúan con una colección de materiales, cada material rotulado como se detalla en la tabla 1. El anexo 1 muestra las diferentes clasificaciones consideradas por las parejas La propuesta de trabajo se detalla a continuación:

Con la presente colección de muestras químicas realizar diferentes propuestas de clasificaciones químicas. Argumente cada una de las propuestas de clasificación.
NOTA: Escriba cada uno de los aportes de las compañeras de equipo, no borre nada de lo que escriba, todos los aportes son valiosos.

Tabla 1: Colección de materiales

Sulfato de Cobre Pentahidratado $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	ⁱ Hierro Metálico $\text{Fe}_{(s)}$	ⁱ Plomo Metálico $\text{Pb}_{(s)}$	Alcohol Antiséptico
Sulfato de Cobre Pentahidratado $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(ac)}$	ⁱⁱ Hierro Metálico $\text{Fe}_{(s)}$	ⁱⁱ Plomo Metálico $\text{Pb}_{(s)}$	Monedas
Sulfato de Cobre Anhidro CuSO_4	ⁱⁱⁱ Hierro Metálico $\text{Fe}_{(s)}$	Plomo Metálico $\text{Pb}_{(s)}$	Acido acetico Vinagre CH_3COOH
Sulfato de Cobre $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(ac)}$	^{iv} Hierro Metálico $\text{Fe}_{(s)}$	Acetato de Plomo Trihidratado $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	Clavos Oxidados
ⁱ Cobre Metálico $\text{Cu}_{(s)}$	Sulfato de Hierro Hidratado $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(s)}$	Acetato de Plomo acuoso $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_{(ac)}$	Clavos
ⁱⁱ Cobre Metálico $\text{Cu}_{(s)}$	Tricloruro de Hierro Hexahidratado $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	Nitrato de Plomo $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2_{(s)}$	Barras de Hierro Oxidadas
ⁱⁱⁱ Cobre Metálico $\text{Cu}_{(s)}$	Tricloruro de Hierro $\text{FeCl}_3 \cdot (ac)$		Azufre $\text{S}_{8(s)}$
Nitrato de cobre $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2_{(s)}$			Sulfato de Magnesio $\text{MgSO}_4_{(s)}$
			Yodo $\text{I}_{2(s)}$

Cobre metálico: ⁱláminas, ⁱⁱalambre, ⁱⁱⁱpolvo.

Hierro metálico: ⁱpolvo, ⁱⁱviruta, ⁱⁱⁱbarras, ^{iv}láminas.

Plomo metálico: ⁱláminas, ⁱⁱgránulos.

4.2.2.2. SEGUNDO MOMENTO: Facilitación del aprendizaje e indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas de seis estudiantes.

En esta etapa se inicia la intervención con la construcción, por las alumnas, de un mapa conceptual para el concepto sustancia. Luego interactuaron con los siguientes materiales considerados por la docente como potencialmente significativos: a) “Categorías de estudio de la Química”. b) “Propiedades de las sustancias químicas”. c) “Evolución del concepto de cambio químico”. d) “El cambio químico como propiedad inherente a las sustancias químicas”. Finalmente desarrollan ejercicios de consolidación y profundización con relación a los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico.

También las estudiantes interactuaron con los cuestionarios tres y cuatro en forma individual, con el propósito de indagar en lo posible, la modificación o progreso de las ideas previas para los conceptos sustancia y cambio químico. Se solicitó a las estudiantes que expresaran por escrito sus ideas respecto al concepto cambio químico según el cuestionario tres, y para el cuatro que describieran y argumentaran por escrito con relación a los procesos. Los ambientes de aprendizaje fueron el aula de clase y el laboratorio respectivamente

Cuestionario tres: Referido a la siguiente pregunta:

¿Cual es tu comprensión para el concepto de cambio químico?

Cuestionario cuatro: Referido a la siguiente actividad:

Escribe las observaciones y conclusiones que puedas dar al realizar en el laboratorio los siguientes procesos: la disolución de un gramo de cloruro de sodio $\text{NaCl}_{(s)}$ en 50 ml de agua $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, y la adición de 10ml de hidróxido de sodio $\text{NaOH}_{(ac)}$ a 10ml de ácido clorhídrico $\text{HCl}_{(ac)}$.

4.2.2.3. **TERCER MOMENTO: Estudio y contrastación del progreso de las ideas de dos estudiantes.**

Durante el primer mes del Grado Once cada una de las seis estudiantes interactúa de nuevo con el cuestionario dos (clasificaciones de materiales) y con un nuevo cuestionario, el cinco. Para éste, Las estudiantes expresan por escrito sus ideas cuando interpretan cada una de las ecuaciones químicas propuestas, y los datos obtenidos se contrastan con los alcanzados al sistematizar el cuestionario cuatro.

Cuestionario cinco: Referido a la siguiente actividad:

Describe la mayor información que puedas obtener a través de las siguientes ecuaciones químicas.

- $\text{HCl}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}^+_{(ac)} + \text{Cl}^-_{(ac)}$
- $\text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Na}^+_{(ac)} + \text{Cl}^-_{(ac)}$
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(ac)} + 2\text{KI}_{(ac)} \rightarrow 2\text{KNO}_3(ac) + \text{PbI}_{2(s)}$
- $\text{BaCl}_{2(ac)} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(ac)} \rightarrow \text{BaSO}_{4(s)} + 2\text{NaCl}_{(ac)}$
- $2\text{HCl}_{(ac)} + \text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaCl}_{2(ac)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$

Con respecto al cuestionario dos en el tercer momento, las seis estudiantes responden las preguntas seis, siete y ocho, con el fin de observar posibles evidencias de modificaciones de sus ideas previas con respecto a los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico. El anexo 2 muestra las redes sistémicas construidas por la investigadora con la información escrita por E1, E2, E3, E4, E5 y E6 y donde dan respuesta a las preguntas seis, siete y ocho.

Pregunta seis:

¿Están de acuerdo con la información escrita?

Pregunta siete:

¿Cambiarían alguna o algunas de las propuestas?

Pregunta ocho:

¿Harían propuestas nuevas de clasificación?

Además, las alumnas construyen dos mapas conceptuales, uno relacionado con el concepto de sustancia y otro con el de cambio químico, desde los cuales se estudia también el posible progreso conceptual de las dos estudiantes para los conceptos de sustancia y cambio químico.

El anexo 3 contiene los mapas conceptuales elaborados por las estudiantes, al iniciar el estudio de la unidad Estructura de la Sustancia en el grado décimo, y los dos, después de la intervención cuando cursaban el Grado Once.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito del análisis y discusión de resultados es describir lo que en mi estudio de los datos obtenidos considero son los significados más relevantes de seis estudiantes y las relaciones conceptuales que estas presentan con relación a los conceptos sustancia, elemento y cambio químico en los diferentes momentos. El análisis descriptivo y discusión de resultados se lleva a cabo con los datos obtenidos para las seis estudiantes, y para la contrastación de resultados se analiza y discute los datos logrados para dos de las seis participantes, por develarse en ellos diferente grado de evolución o progreso en sus relaciones conceptuales con respecto a los conceptos mencionados.

5.1. **PRIMER MOMENTO: Estudio de las ideas previas de seis estudiantes.**

Las respuestas y argumentaciones de las seis participantes sustentan la descripción y análisis realizado en el primer momento cuando interactuaron con los cuestionarios uno y dos como se indica a continuación. Para el análisis y discusión algunas de las respuestas y argumentaciones de las estudiantes se toman como frases textuales las cuales son identificadas en el pie de página.

Análisis de los datos relativos a la pregunta uno del cuestionario uno.

La figura 1 presenta la red sistémica de los registros de las alumnas para la pregunta uno del cuestionario uno.

La mayoría de las estudiantes responden de manera adecuada, al diferenciar en el proceso enunciado el tipo de cambio ocurrido, pero, al argumentar sus respuestas expresan confusiones cuando se refieren a los cambios químicos o cambios físicos. Esto se evidencia cuando E4 y E6 asumen:

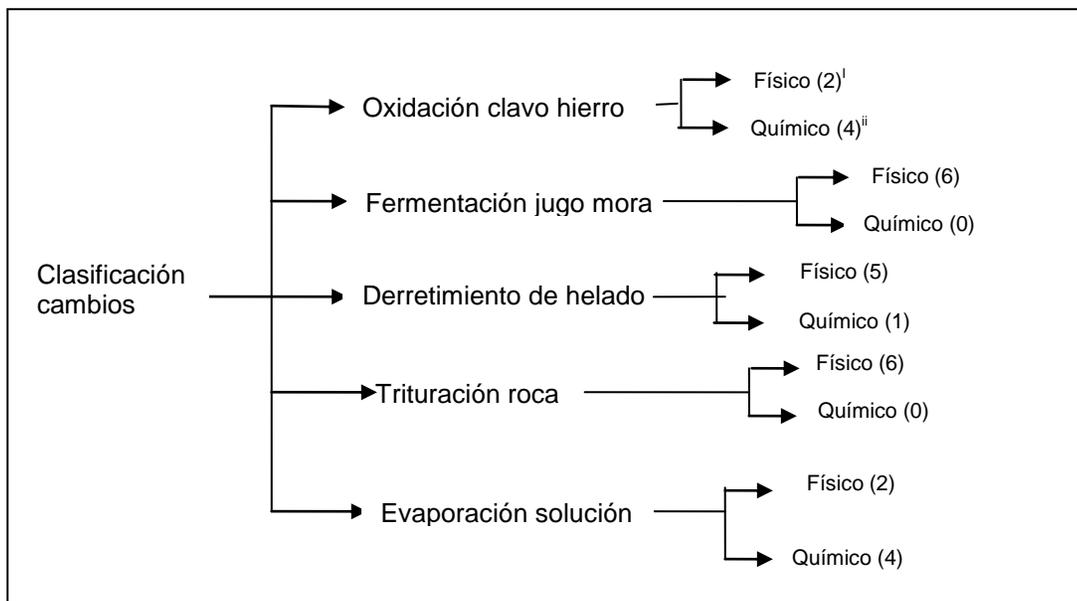
La oxidación de un clavo de Hierro como un cambio físico.

Al afirmar:

El clavo sigue siendo clavo¹.

Mientras que E1, E2, E3 y E5 lo pensaron como un cambio químico, considerado éste en términos de cambio de color.

Figura 1: Red sistémica de las respuestas de las estudiantes a la pregunta I del cuestionario uno



I Número de estudiantes que designan el proceso descrito como físico.

II Número de estudiantes que distinguen el proceso como químico

Para E4 la fusión de una sustancia es un cambio químico, para ella:

El derretimiento de un helado es un cambio químico

Su reflexión fue

Ya no es un helado²

¹ Frase textual de E4 y E6

² Frase textual de E4

Pero, E1, E2, E3, E5 y E6 lo piensan como un cambio físico. Según parece, su explicación se basa en que permanecen los materiales con los que fue elaborado el helado.

E3, E4, E5 y E6 expresan:

La evaporación de una solución salina como un cambio químico, “la solución ya no esta”³

Quizás piensan el cambio químico en términos de aparecer y desaparecer sustancias mientras que E1 y E2 lo asumen como cambio físico, al considerar que se recuperan los materiales iniciales con los que se preparó la solución.

Las explicaciones de las estudiantes posiblemente evidencian el concepto implícito que tienen de cambio químico. Para ellas se da un cambio químico si cambia la forma o apariencia física de la sustancia. Esta idea previa de cambio químico se origina posiblemente en la percepción sensorial del mundo cotidiano (conocimiento común) y/o en el mundo escolar (conocimiento escolar) con el cual interactúan.

De igual forma, el lenguaje utilizado para relatar los cambios en términos fenomenológicos como cambio de color, aparición o desaparición de sustancias, es el lenguaje natural de uso cotidiano. En algunos casos utilizan palabras del lenguaje químico, como el caso de E1 y E2, cuando asumen como cambio físico la evaporación de la solución salina, al considerar que se obtienen las sustancias iniciales con las que se preparó la solución. Esta idea es producto del conocimiento escolar aprendido a través de los años en los cursos de Ciencias Naturales.

Al parecer las ideas previas presentes en las estudiantes sobre el cambio químico y el cambio físico se develan en dos sentidos, ambos desde la

³ Frase textual de E4, E3, E5 y E6

percepción sensorial. Expresiones como: la permanencia del objeto en su forma original; la obtención de las sustancias iniciales con las que se puede volver a recrear el objeto o proceso; permanencia de los materiales; son referenciadas para el cambio físico. Argumentaciones como: cambio de color y desaparición del objeto como tal, son privilegiadas para hacer referencia al cambio químico.

La idea de cambio químico en términos de interacciones entre partículas, rompimiento de enlaces, transformaciones de las sustancias reactivos en sustancias producto, cambio de naturaleza y propiedades de las sustancias iniciales o formación de sustancias con propiedades diferentes a las de las sustancias iniciales no se evidencia en las respuestas y argumentaciones de las estudiantes.

El significado de cambio químico como conocimiento antecedente al parecer es el adquirido desde la cotidianidad y las argumentaciones dadas a las respuestas las soportan desde este conocimiento o desde el conocimiento escolar adquirido a través de los años de estudio.

Análisis de los datos relativos a la pregunta dos del cuestionario uno.

La figura 2 detalla la red sistémica de los registros de las estudiantes para la pregunta dos del cuestionario uno.

En las seis estudiantes seleccionadas se manifiestan diferencias al clasificar las sustancias. Ejemplo de esto se evidencia cuando E4 clasifica al $\text{CuSO}_{4(s)}$ como:

Elemento

Y E5 como:

Mezcla

También al $\text{CuSO}_{4.5\text{H}_2\text{O}_{(s)}}$, E4, E5 y E6 lo catalogan como:

Mezcla

Y E3 no responde a la especificación.

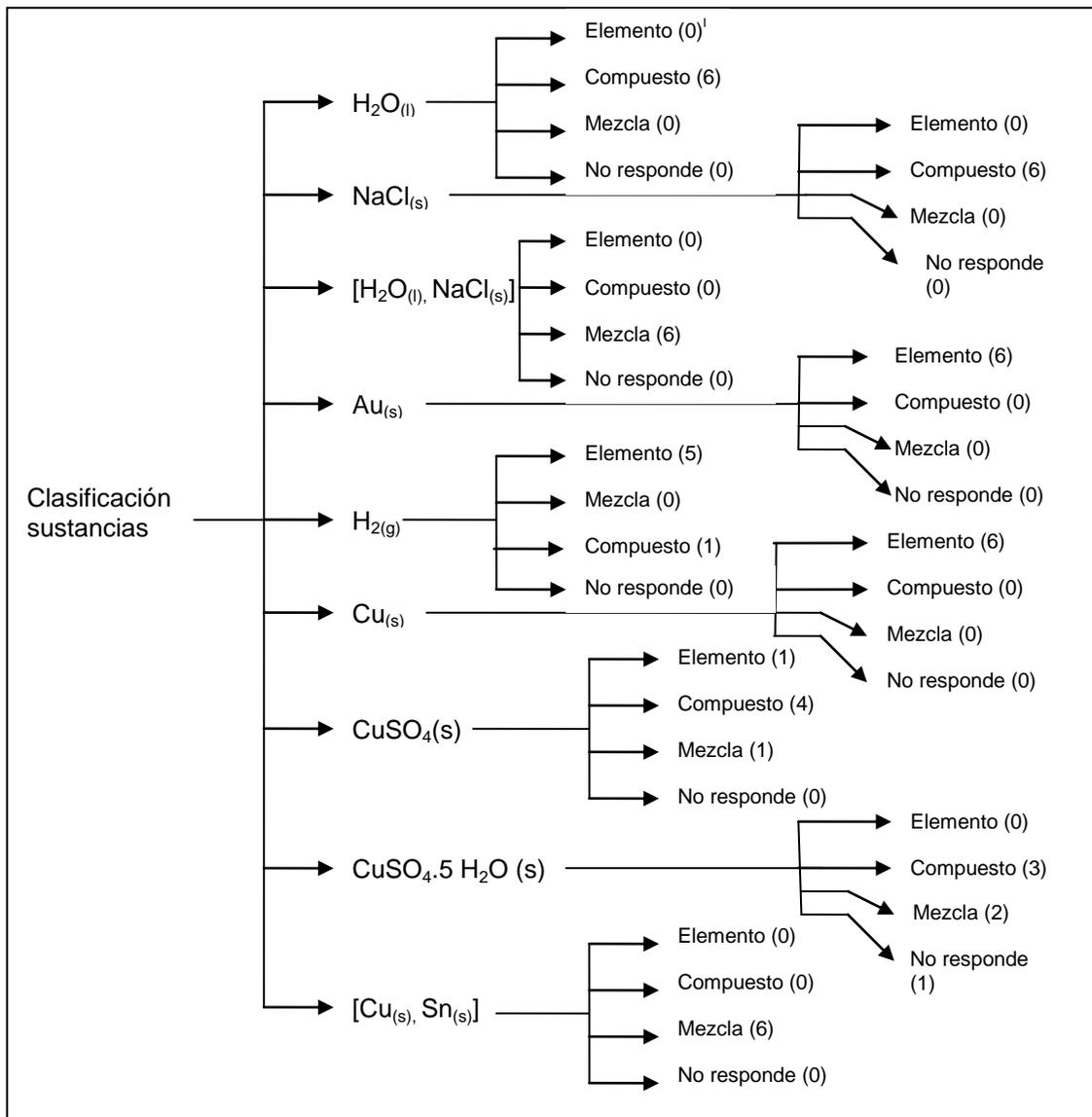
E1, E2, E3, E4 y E6 clasifican a la sustancia dihidrógeno, $H_{2(g)}$, como:

Elemento

Y E5 la clasifica como:

Compuesto

Figura 2: Red sistémica de las respuestas de las estudiantes a la pregunta II del cuestionario uno



I Número de alumnas que da la clasificación.

E1, E2, E3, E4, E5 y E6 clasifican las sustancias $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ y $\text{NaCl}_{(s)}$ como:

Sustancias compuestas

Al $\text{Au}_{(s)}$ y $\text{Cu}_{(s)}$ como:

Elementos

Y como:

Mezclas

A las soluciones de $[\text{Cu}_{(s)}, \text{Sn}_{(s)}]$ y $[\text{H}_2\text{O}_{(l)}, \text{NaCl}_{(s)}]$

Al parecer las estudiantes responden la pregunta con la información suministrada en los símbolos químicos. El elemento lo relacionan con el símbolo unitario como fórmula química de composición que representa características cualitativas. La referencia para clasificar el compuesto es la fórmula química de composición que indica características cualitativas y cuantitativas y las mezclas con la información presentada que no cumple las descripciones usadas para clasificar el elemento o el compuesto.

Probablemente los conceptos de elemento, sustancia simple y sustancia compuesta no son comprendidos y por lo tanto no son asumidos para las sustancias puras simples y las sustancias puras compuestas independientes de la fase en que se encuentren y de su asociación para explicar las mezclas, sino como materiales presentes en el mundo escolar del laboratorio y necesarios para hacer reacciones. Es decir, posiblemente, los conceptos de elemento y compuesto no son adoptados con significados y si como objetos concretos, visibles y manipulables. De este modo, parece ser que significados químicos adecuados no son disponibles. Lo anterior se manifiesta al colocarlas a interactuar con la colección de materiales y elaborar argumentaciones como ocurre con el cuestionario dos. Eventualmente el lenguaje químico y conocimiento escolar adquirido a través de los años de escolaridad no se manifiesta de modo evidente. Sus ideas previas al parecer están suscitadas más desde el mundo cotidiano que del

mundo escolar, donde al parecer la enseñanza de la química hace muy poco por establecer la diferenciación molar, molecular y eléctrica, categorías donde se presenta la relación con las sustancias y sus propiedades, la clase de representación y el grado de abstracción para los conceptos relacionados en este estudio.

Eventualmente, las ideas previas para los conceptos de sustancia y elemento, son suscitadas por las fórmulas químicas, éstas les permiten clasificar como elemento, compuesto o mezcla. Las fórmulas químicas no las asumen como un modelo empleado para representar la identidad química de las sustancias, o la composición definida de las sustancias, o como un sistema de símbolos empleado en la química para representar las sustancias químicas en términos de composición cualitativa y cuantitativa. Cualitativamente, los símbolos representan la clase de elementos químicos combinados, y cuantitativamente, los subíndices representan el número de veces que cada elemento se combina consigo mismo o con otros para producir una sustancia simple o compuesta respectivamente.

Posiblemente una aproximación al significado químico de sustancia no aparece como idea subsumidora en el conocimiento previo de las estudiantes. Esto se infiere al ellas interactuar con la colección de materiales químicos y proponer diferentes clasificaciones y argumentaciones con base en características físicas y expresadas en un lenguaje cotidiano, como es el caso cuando se refieren al grupo de: las sustancias en polvo, los líquidos, los cristales, las láminas, las barras, los granos, las monedas y el de los excluidos. También podría inferirse cuando emplean el lenguaje químico y el conocimiento escolar para clasificar utilizando términos como el elemento en común; la fase en que se encuentran los materiales; elementos; compuestos; mezclas o tipo de enlace. Otras estudiantes, según parece, las propuestas de clasificación las realizan empleando únicamente la información suministrada en las etiquetas.

Análisis de los datos relativos al cuestionario dos.

Los datos obtenidos de la interacción con la colección de materiales mediante las respuestas de las parejas de estudiantes: P1, P2 y P3, según sus propuestas de clasificación, son organizados por la investigadora en las redes sistémicas expresadas en la figura 3, figura 4 y figura 5 respectivamente. Las respuestas son expresadas en uno o varios de los siguientes criterios de clasificación:

- Clasificación sustancias que poseen elemento en común.
- Clasificación como elementos, compuestos y mezclas.
- Clasificación por cualidades percibidas por los sentidos.
- Clasificación de acuerdo a la fase o estado.
- Clasificación de acuerdo al tipo de enlace.
- Clasificación de acuerdo a la función química.

A. Pareja 1, (P1) formada por E3 y E5, plantea clasificaciones en términos de los siguientes criterios, detallados en la red sistémica, figura 3, elaborada por la investigadora desde las respuestas de la pareja uno (P1):

- Clasificación por elemento en común.
- Clasificación como elementos, compuestos y mezclas.
- Clasificación por cualidades percibidas por los sentidos.

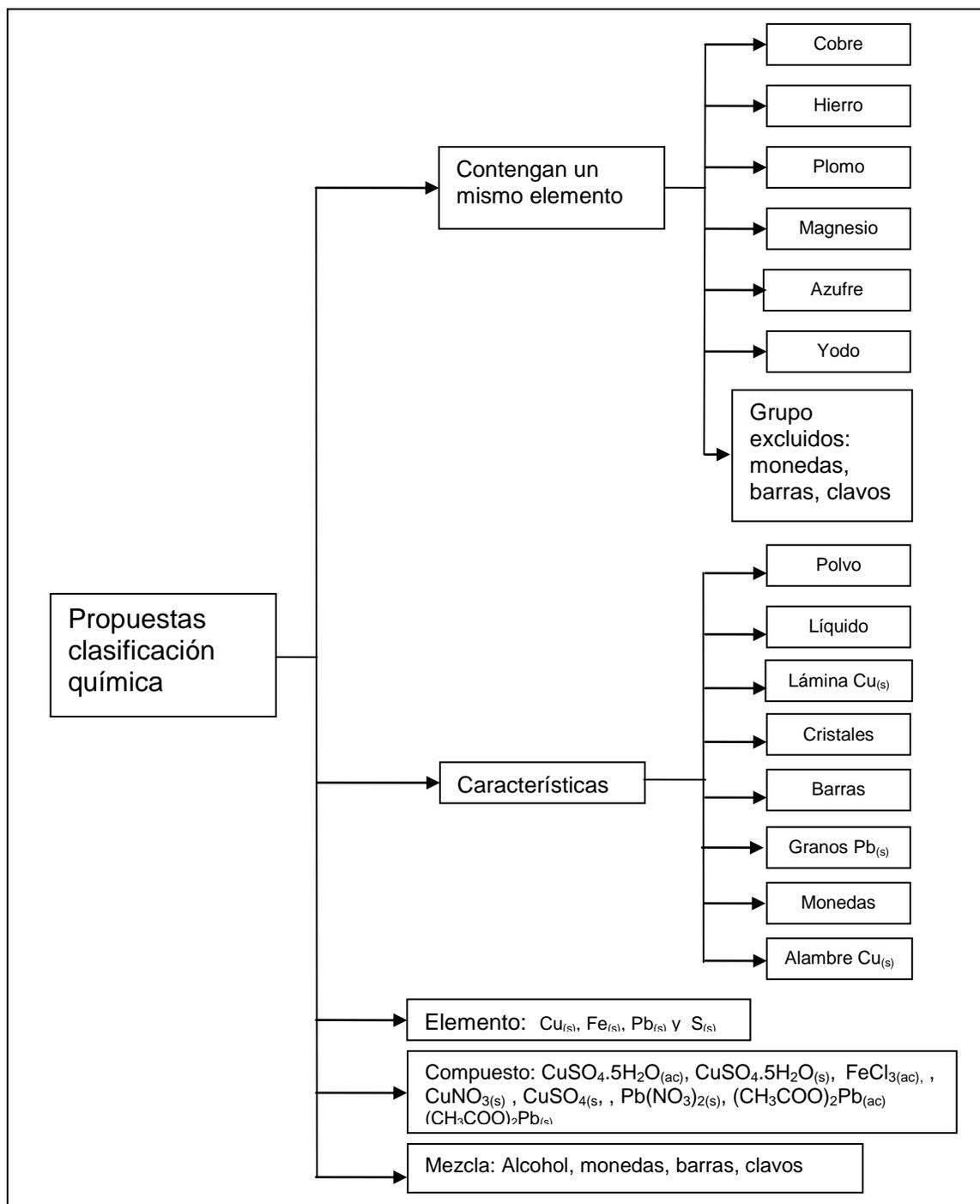
Un primer criterio de clasificación empleando el lenguaje químico, al parecer, lo proponen por la información ofrecida en las etiquetas:

Clasificación por elemento en común: Grupo del elemento cobre, grupo del elemento hierro, grupo del elemento magnesio, grupo del elemento azufre y grupo de los excluidos

Este ultimo relacionado según parece con muestras de sustancias sin formula escrita en la etiqueta como:

Las monedas, los clavos, las barras)⁴.

Figura 3: Red Sistémica de las respuestas de la pareja uno, P1, al cuestionario dos



⁴ Frase textual de P1.

Un segundo criterio de clasificación en: Elementos, compuestos y mezclas. Y utilizando lenguaje cotidiano se realiza en una segunda instancia cuando los elementos son asumidos al parecer, como materiales diferentes de acuerdo a su forma física:

Plomo metálico $Pb_{(s)}$ en bolitas, plomo metálico $Pb_{(s)}$ en láminas⁵.

Los compuestos son abordados con la información ofrecida en la fórmula química de composición escrita en el rótulo. Y las mezclas son asumidas, al parecer, como las muestras que no tienen fórmula escrita.

Con relación al tercer criterio de clasificación, desde la percepción sensorial, las clasificaciones propuestas son:

Grupo de sustancias en polvo: un polvito de color....., grupo de los líquidos, grupo de los cristales: cristales grandes, blancos, pero un poco transparentes, o cristales finos de color gris oscuro, y con brillo o cristales delgados....., grupo láminas flexible de color naranjado tirando a dorado,....., grupo de las barras: los clavos oxidados, el óxido es de color café amarilloso, huele maluco....., grupo de los granos, grupo de las monedas.

En esta propuesta posiblemente, los materiales son clasificados de acuerdo a la forma o estado en el que se encuentran, o como perciben el material:

$Cu_{(s)}$ en láminas, $Cu_{(s)}$ en alambre⁶

Esta tendencia es manifiesta al clasificar el grupo de los excluidos, el cual corresponde a las muestras rotuladas con el nombre:

Monedas, clavos oxidados y barras oxidada⁷.

Según estas propuestas, al parecer una aproximación al significado químico de mezcla, elemento o compuesto no ha sido asimilado por la pareja uno.

⁵ Frase textual de E3 y E5 (P1)

⁶ *Ibíd.*

⁷ *Ibíd.*

Las propuestas de clasificación de E3 y E5 (P1) posiblemente dan cuenta de un conocimiento antecedente adquirido a partir de lo cotidiano y un lenguaje común referido más desde la percepción sensorial, aunque en sus discusiones utiliza el lenguaje químico, empleado más bien como palabras producto de la información facilitada en el aula, pero sin el significado químico.

B. Pareja 2, (P2) formada por E1 y E2. Esta pareja clasifica los materiales de la colección según los criterios detallados en la red sistémica, figura 4, elaborada por la investigadora desde las respuestas de la pareja dos (P2):

- Clasificación sustancias que poseen elemento en común.
- Clasificación de acuerdo a la fase o estado.
- Clasificación de acuerdo al tipo de enlace.
- Clasificación como elementos, compuestos y mezclas.

Respecto al primer criterio de clasificación lo hacen teniendo en cuenta:

Muestras que contengan un mismo elemento y este presente en diferentes estados formando compuestos con otras sustancias.

Parece ser que esta propuesta de clasificación la realizan teniendo presente la información química que se les ofrece en los rótulos de las muestras.

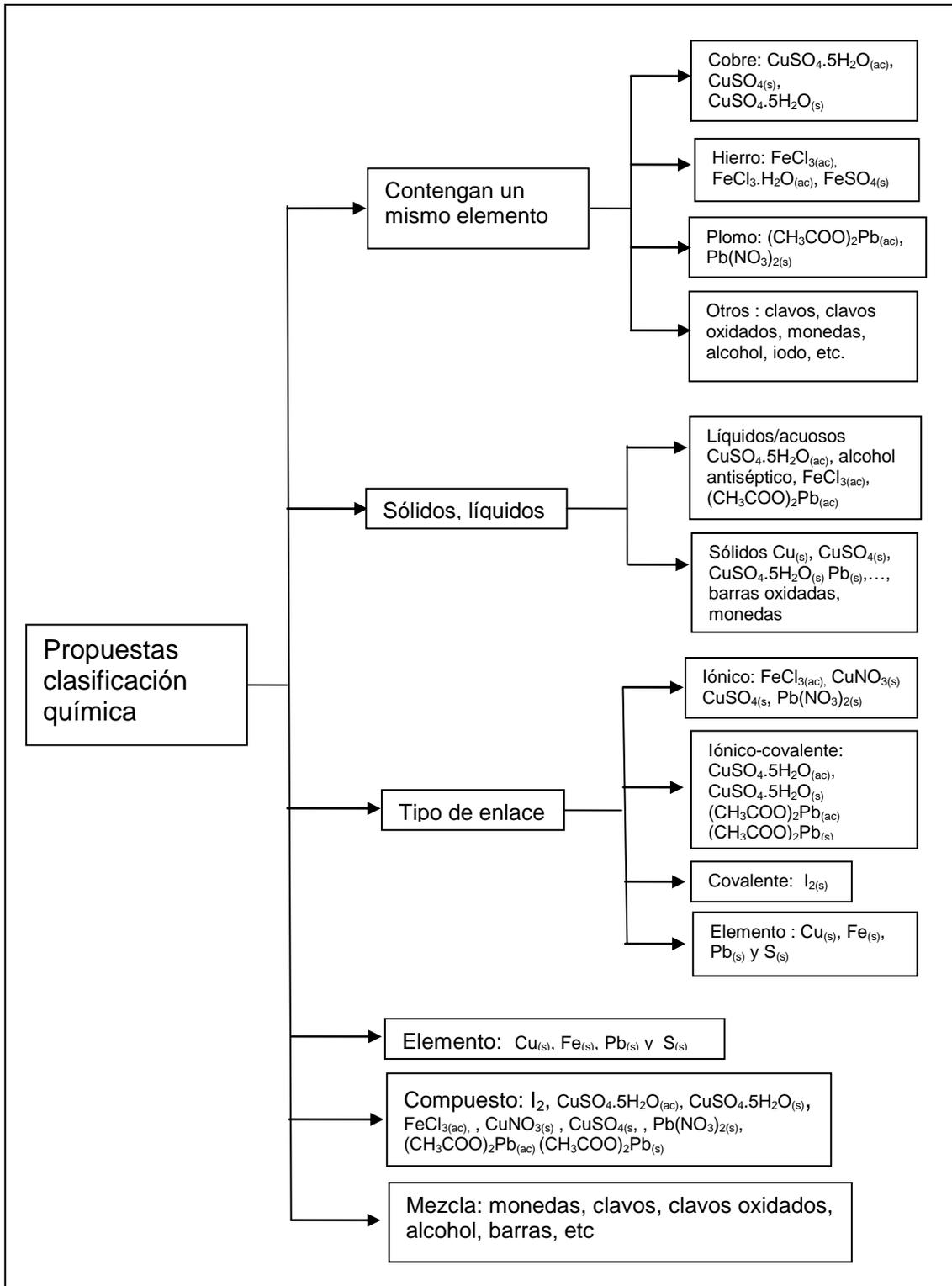
Argumentaciones como:

Es clasificado porque dentro de los grupos hay un elemento en común, el cual es el que determina esta clasificación ($\text{Cu}_{(s)}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(ac)}$, $\text{CuSO}_4_{(s)}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$, $\text{Pb}_{(s)}$, $\text{CH}_3\text{COO}(\text{Pb})_2_{(ac)}$...) o cuales elementos componen los clavos, las monedas.....en donde los podemos ubicar? De hierro, no? O cobre....ahh, pongamos eso aparte⁸

Posibilitan la interpretación de la idea escrita.

⁸ Frases textuales de E1 y E2 (P2)

Figura 4: Red Sistémica de las respuestas de la pareja dos, P2, al cuestionario dos



Clasificación de las muestras de sólidas y líquidas. Las clasificamos de acuerdo en el estado físico en el cual estaba cada compuesto: “sólidos ($\text{Cu}_{(s)}$, $\text{CuSO}_{4(s)}$, $\text{CuSO}_{4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(s)}$ $\text{Pb}_{(s)}$,..., barras oxidadas, monedas,...) líquidos/acuosos ($\text{CuSO}_{4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(ac)}$, alcohol antiséptico, $\text{FeCl}_{3(ac)}$, $\text{CH}_3\text{COO}(\text{Pb})_{2(ac)}$,...)”.

En el segundo criterio, P2 al proponer la clasificación se cuestiona la relación establecida entre:

Líquido/acuoso o ¿Por qué el nitrato de cobre es sólido y lo vemos como líquido? Ya se, es porque absorbe humedad del ambiente y por eso se ve líquido pero es sólido”⁹,

Al parecer las piensan desde lo observado y lo escrito, es decir desde la percepción sensorial y la información ofrecida

Un tercer criterio de clasificación propuesto por P2 es:

Clasificación de las muestras de acuerdo al tipo de enlace que son iónico y covalente, donde en este ultimo clasificaremos igual/ polar y no polar. “iónico: $\text{FeCl}_{3(ac)}$, CuNO_3 , $\text{CuSO}_{4(s)}$,..., covalente $\text{I}_{2(s)}$, dos elementos iguales sería apolar, elemento $\text{Cu}_{(s)}$, $\text{Pb}_{(s)}$, $\text{Fe}_{(s)}$ y $\text{S}_{(s)}$ ”.

Las argumentaciones de P2 permiten percibir el conocimiento escolar adquirido a través de los años de estudio. Al parecer, se corresponde con el aprendizaje significativo de palabras del lenguaje químico, es decir con el aprendizaje de vocabulario, más no de significados para las palabras que designan conceptos. Posiblemente esta interpretación se manifiesta en la siguiente reflexión de la pareja 2:

Pero que hacemos con esta muestra $\text{CuSO}_{4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(ac)}}$, donde esta CuSO_4 parte es iónica y esta H_2O parte es covalente y a la vez es polar, hagamos otra columna donde diga iónico-covalente, no? Vea el NO_3 es covalente pero con cobre que es? AHH PORQUE HICIMOS ESTA CLASIFICACION, es muy buena idea separar metales y no metales – si pero las derivaciones del cobre son metálicas o no metálicas? – vea el Yodo se fue – deje eso así, YA NO PODEMOS.

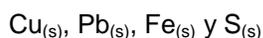
Un cuarto criterio de clasificación en: Elementos, compuestos y mezclas¹⁰. Y utilizando lenguaje químico al parecer con poco significado se realiza en una segunda instancia, Argumentaciones como:

⁹ Ibíd

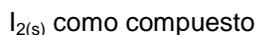
¹⁰ Ibid.

Es una mezcla porque es N con O y Cu” para el CuNO_3 , o “– no eso no es un compuesto, es una mezcla $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – no son compuestos – son compuestos porque tienen fórmula y composición definida y las mezclas no tienen fórmula ni composición definida:

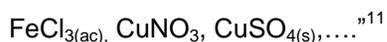
Permiten describir la clasificación propuesta por P2, aunque se replique lo escrito por la investigadora en párrafos anteriores, la clasificación de elemento la hacen asociando el símbolo unitario escrito en el rótulo:



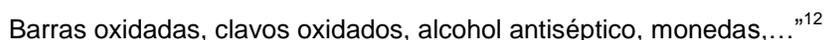
Interpretación que se admite por la clasificación que le hacen al



Para P2 el rótulo $\text{I}_{2(s)}$ representa “una fórmula química y esta parece ser, la presentan los compuestos, como:



Mientras que las mezclas al parecer no las tienen



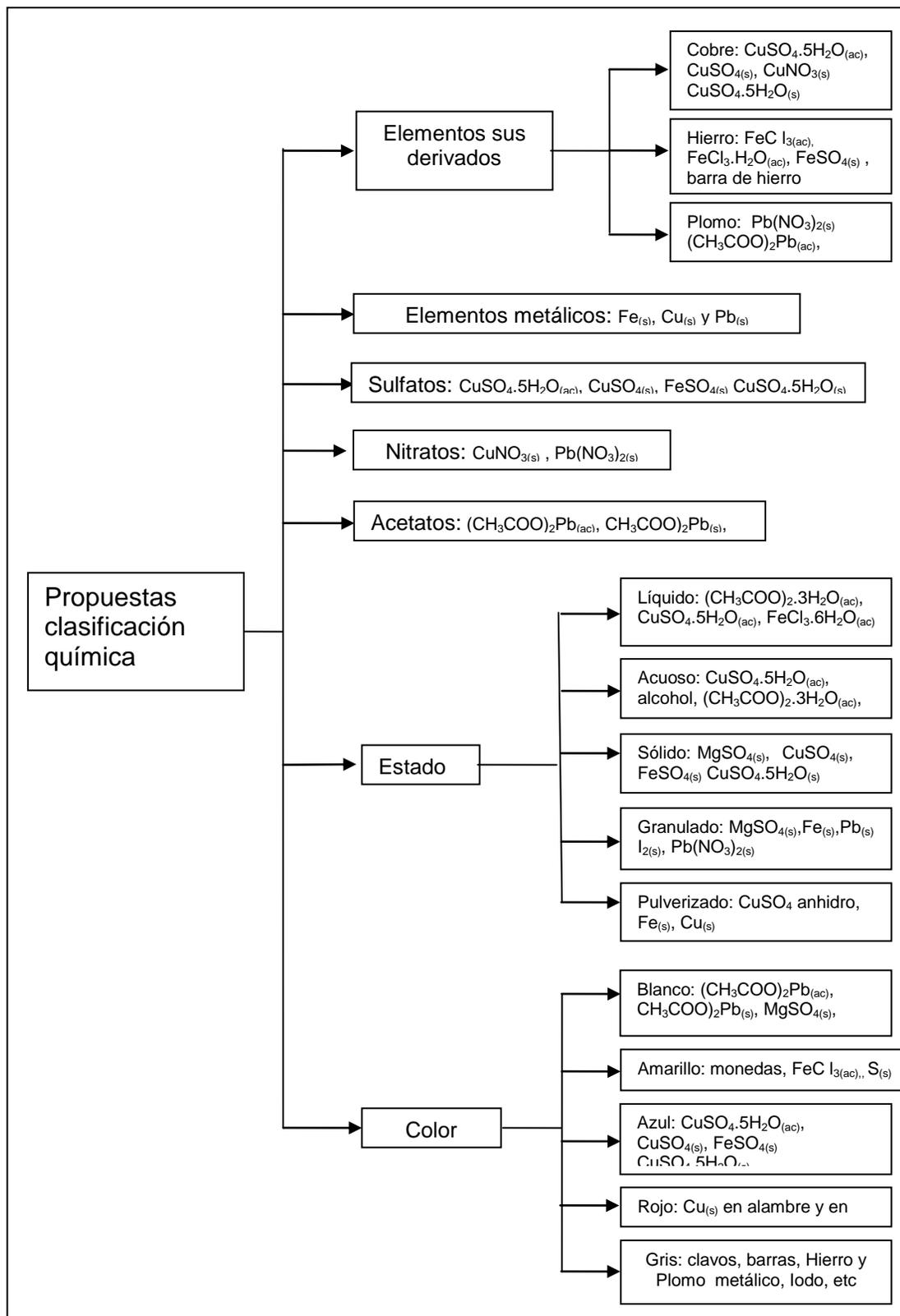
c. Pareja 3, (P3) formada por E4 y E6. Esta pareja plantea las clasificaciones en términos de los criterios, detallados en la figura 5, mediante la red sistémica elaborada por la investigadora desde las respuestas de la pareja.

- Clasificación sustancias que poseen elemento en común.
- Clasificación de acuerdo a la función química.
- Clasificación de acuerdo a la fase o estado.
- Clasificación por cualidades percibidas por los sentidos.

¹¹ Ibid

¹² Ibid.

Figura 5: Red Sistémica de las respuestas de la pareja tres, P3 al cuestionario dos



Las clasificaciones de los materiales con los criterios enunciados P3 posiblemente los empleando el lenguaje químico, pero esta es la información suministrada en las etiquetas de las muestras, prueba de ello la tienen en la transcripción de sus escritos:

Clasificación sulfatos sulfato de magnesio $MgSO_{4(s)}$, sulfato de cobre $CuSO_{4(s)}$,..., nitratos ($CuNO_3$, $PbNO_{3(s)}$).....

La pareja 3 según parece no utiliza los términos de compuesto y mezcla, empleado por las estudiantes que forman la pareja uno y la pareja dos, como propuesta de clasificación, solo emplea el criterio de elemento para la propuesta de clasificación:

Elemento y sus derivados: cobre Cu: cobre metálico $Cu_{(s)}$, $CuSO_{4(s)}$, $CuNO_3$..., hierro Fe: hierro metálico $Fe_{(s)}$, $FeCl_{3(ac)}$, barra de hierro oxidada... y elementos metálicos.

P3 utiliza el criterio de clasificación por cualidades percibidas por los sentidos cuando describe la forma como ve las muestras

Granulados, pulverizados y líquidos

O el color presentado

Amarillas como las monedas o el $FeCl_{3(ac)}$, rojas como el cobre metálico en alambre o en laminas, grises como el plomo metálico o las barras, azules como el nitrato de cobre o el sulfato de cobre y blancas como el sulfato de magnesio o sulfato de cobre anhidro.

O el estado físico de ellas lo emplea como criterio de clasificación más desde la percepción que desde el significado químico.

Estado acuoso: sulfato de cobre $CuSO_{4 \cdot 5H_2O(ac)}$, estado sólido sulfato de magnesio $MgSO_{4(s)}$, sulfato de cobre $CuSO_{4(s)}$, nitrato de cobre $CuNO_3$, nitrato de plomo $PbNO_{3(s)}$

Argumentaciones como el estado acuoso quizás muestren esta falta de significados.

A manera de conclusión, del análisis desarrollado, parece ser que las parejas uno dos y tres expresan las respuestas con palabras del lenguaje químico,

en algunas ocasiones, una interpretación viable, es porque el texto del cuestionario se las ofrece, ejemplo:

La oxidación de un clavo es un cambio químico

Pero si se le brinda en lugar del texto el objeto, *el clavo oxidado*, describe el objeto con el lenguaje común y la percepción sensorial y no expresa el cambio que en él ocurre. Argumentaciones como:

El óxido es de color café amarilloso, huele maluco

En algunas ocasiones posiblemente, se evidencia que tienen las palabras más no su significado, palabras que han familiarizado según se interpreta a través de los años de escolaridad.

Probablemente el concepto de sustancia se encuentra asociado al objeto, los conceptos de elemento químico y/o compuesto lo asocian al material (hierro metálico, cobre metálico) y al símbolo unitario ($\text{Fe}_{(s)}$, $\text{Cu}_{(s)}$) y/o a la fórmula química si se la escriben ($\text{FeCl}_{3(ac)}$, CuNO_3 , $\text{CuSO}_{4(s)}$,...), el concepto de mezcla lo asocian al objeto que no se representa a través de una fórmula química (barras oxidadas, clavos oxidados, alcohol antiséptico, monedas,...).

Llama la atención algunos de los criterios de clasificación empleados por P2 (tipo de enlace) y P3 (sulfatos nitratos, etc). Al parecer, se corresponde con el aprendizaje memorístico de palabras del lenguaje químico, es decir con el aprendizaje de vocabulario, más no de significados para las palabras que designan conceptos.

La descripción anterior permitió proponer dos nuevos criterios con características más generales para el análisis, respuestas dadas:

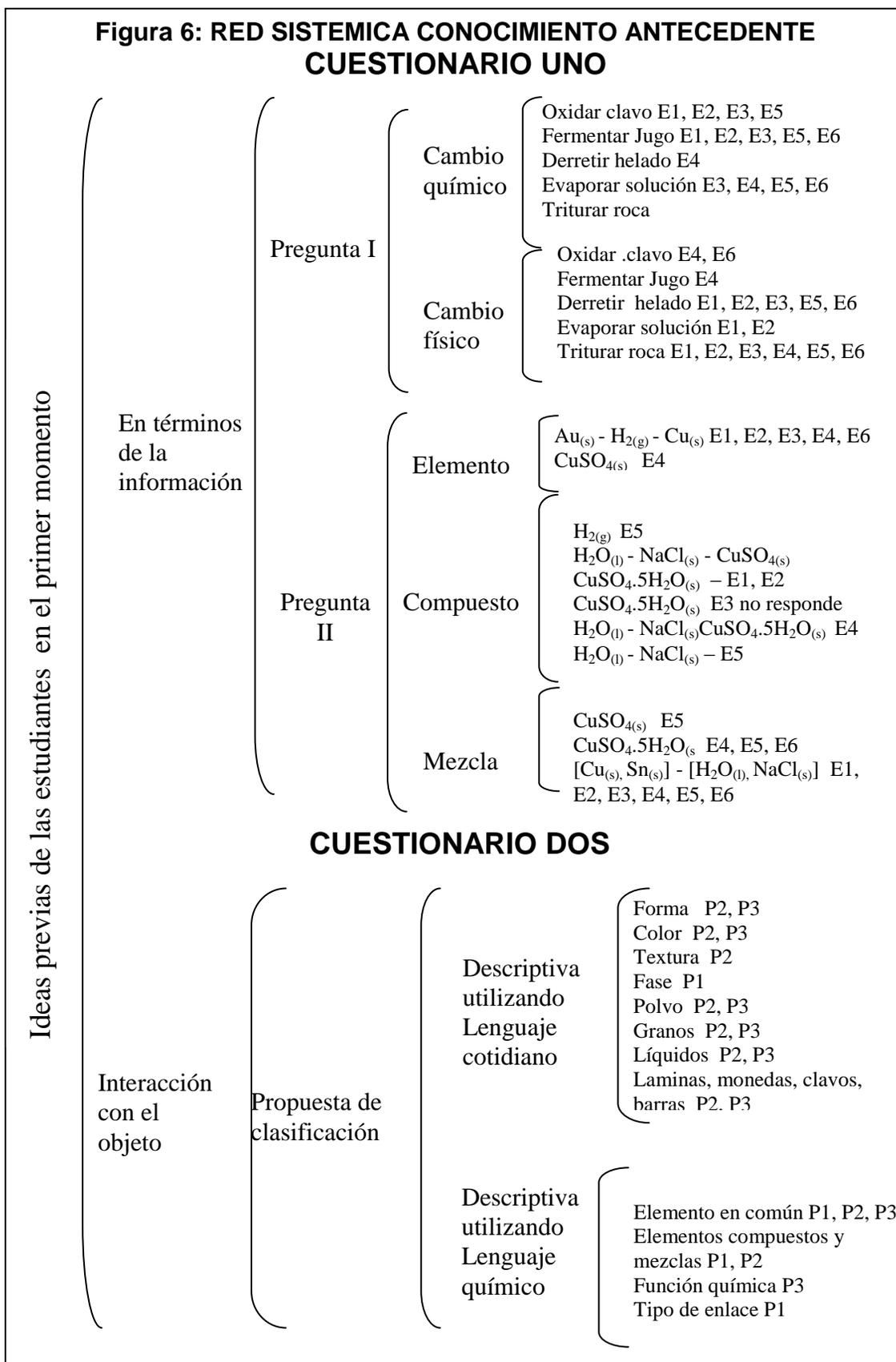
- En términos de la información
- Al interactuar con el objeto

Del segundo criterio, interacción con el objeto, surgieron dos criterios de clasificación más particulares:

- Descriptiva utilizando lenguaje cotidiano o natural. Criterio relacionado con el conocimiento cotidiano o común, el cual no necesita de teorías que lo sustenten, pero si le es funcional al individuo. conocimiento práctico que actúa como si las teorías y modelos intuitivos fueran reales .relacionado con el mundo tangible, la observación y la experiencia.
- Descriptiva utilizando el lenguaje químico. Criterio asociado al conocimiento escolar, conocimiento que es producto de la facilitación del conocimiento científico adaptado por el profesor para la intervención de aula y la relación con el conocimiento cotidiano del alumno

Tanto los criterios generales como los particulares fueron organizados en la red sistémica construida para el conocimiento antecedente indagado en el cuestionario uno y dos, como se detalla en la figura 6.

**Figura 6: RED SISTEMICA CONOCIMIENTO ANTECEDENTE
CUESTIONARIO UNO**



5.2. SEGUNDO MOMENTO: Indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas de las seis estudiantes, después de la intervención

La idea de cambio químico desde la percepción sensorial como cambio de color, cambio de fase se modifica después de la intervención, al parecer para cuatro de las estudiantes, E1, E2, E3 y E4. Éstas no solo describen lo que observan en términos de aparecer y desaparecer sustancias, piensan el cambio químico como una propiedad química, como una reacción química que implica cambio de identidad en las sustancias que se forman. Argumentaciones como:

El cambio químico implica formación de nuevas sustancias.
En el cambio químico hay transformación de las sustancias.
En el cambio químico involucra reactivos y productos.
En el cambio químico los compuestos cambian¹³.

Progreso que no sucede, al parecer en otras dos estudiantes, E5 y E6. Las explicaciones de éstas, después de la intervención, se corresponden con las ideas previas

El cambio químico es la reacción química donde se transforman elementos en compuestos con diferentes propiedades.¹⁴

O con definiciones resumidas de un texto probablemente.

El cambio son procesos. Los procesos pueden ser físicos, químicos o nucleares.¹⁵

Para el análisis de este segundo momento, se organizaron a manera de síntesis en la tabla 2 los registros de las estudiantes referentes al cuestionario tres y con los datos de esta y del cuestionario cuatro se construyeron las redes sistémicas presentadas en las figuras 7 y 8 donde se

¹³ Frases textuales de E1, E2, E3 y E4

¹⁴ Frase textual de E5

¹⁵ Frases textuales de E6

detallan la síntesis de los criterios con los que las estudiantes se refieren al cambio químico.

Tabla 2: SINTESIS DE RESPUESTAS DE ESTUDIANTES A LA PREGUNTA TRES

E1	E2	E3	E4	E5	E6
<p>Reacción es cambio químico.</p> <p>El cambio químico implica formación de nuevas sustancias por medio de la interacción de los electrones de valencia.</p> <p>En el cambio químico se involucran dos o más sustancias.</p> <p>En el cambio químico hay nueva distribución de electrones en las moléculas de y esto es de acuerdo al número de oxidación.</p>	<p>En el cambio químico se ceden y reciben electrones.</p> <p>En el cambio químico hay cambio de identidad.</p> <p>En el cambio químico se forman o se destruyen enlaces.</p> <p>En el cambio químico hay transformación de las sustancias</p>	<p>Cambio es una reacción química.</p> <p>En el cambio químico involucra reactivos y productos.</p> <p>En el cambio químico se da la conservación de cantidad de la sustancia.</p>	<p>El cambio químico es la reacción química y asocia con un cambio de estado.</p> <p>En el cambio químico los compuestos cambian.</p> <p>En el cambio químico hay transformación que se da cuando pierden o ganan electrones.</p>	<p>El cambio químico es la reacción química donde se transforman elementos en compuestos con diferentes propiedades.</p>	<p>Cambio o reacción químico.</p> <p>Son procesos en que se absorbe y libera energía.</p> <p>El cambio son procesos.</p> <p>Los procesos pueden ser físicos, químicos o nucleares.</p> <p>Las sustancias son cuerpos químicos, los elementos también.</p> <p>Cambio es una reacción química y esta definida por parámetros físicos y químicos.</p>

La descripción y análisis develó aspectos que permiten identificar la tendencia de modificación de las ideas previas de las estudiantes, así como establecer diferentes formas acerca de cómo relacionan sus ideas con los conceptos facilitados en clase. Las respuestas y argumentaciones de las seis participantes sustentan la descripción y análisis realizado en el segundo momento cuando interactuaron con los cuestionarios tres y cuatro como se indica a continuación.

Análisis de los datos relativos al cuestionario tres.

Estos datos posiblemente develan en E1, E2, E3 y E4 un poco la modificación de sus ideas. Inicialmente se refieren al cambio químico como cambio en la forma o apariencia física de la sustancia. Esta idea previa de cambio químico se origina posiblemente en la percepción sensorial del mundo cotidiano (conocimiento común) y/o en el mundo escolar (conocimiento escolar) con el cual interactúan. En el segundo momento, E1, E3 y E4, además de entender el cambio químico como una reacción le asignan nuevas características al cambio químico, ejemplo de esto se visualiza al leer las respuestas de las tres estudiantes a la pregunta tres

“Cuál es tu comprensión para el concepto de cambio químico”:

E1 escribe:

“El cambio químico implica formación de nuevas sustancias, por medio de la interacción de los electrones de valencia, en el cambio químico hay nueva distribución de los electrones y esto es de acuerdo a los números de oxidación, en el cambio químico se involucran dos o más sustancias”

E3 escribe:

“El cambio químico involucra reactivos y productos. En el cambio químico se da la conservación de cantidad de la sustancia”

E4 escribe:

“El cambio químico esta asociado a un cambio de estado, en el cambio químico los compuestos cambian, en el cambio químico hay transformación que se da cuando pierden o ganan electrones”

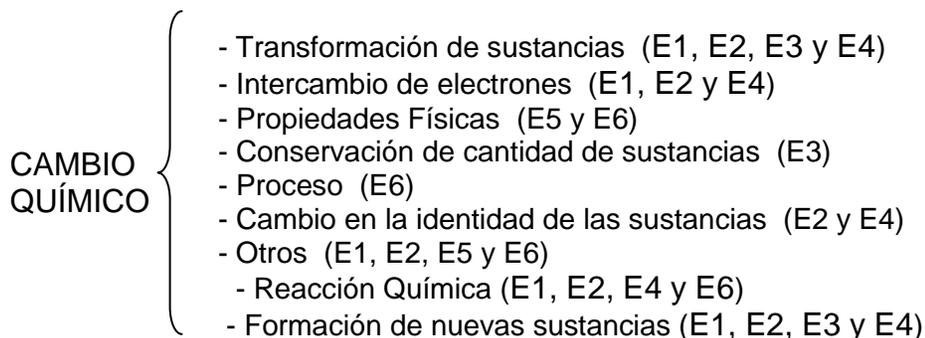
E2 escribe:

“En el cambio químico se ceden y reciben electrones, hay cambio de identidad. En el cambio químico se forman o se destruyen enlaces, hay transformación de las sustancias”¹⁶

¹⁶ Escritos textuales de E1, E2, E3 y E4

Las estudiantes E1, E2 y E4 modifican la idea previa, utilizan nuevas palabras aprendidas para dar atributos al cambio químico, esto se evidencia cuando explican el cambio químico como el que implica la formación de nuevas sustancias, o al hacer referencia a ideas de la categoría eléctrica de la química cuando escriben que en el cambio químico se ceden o atraen electrones o que la formación de nuevas sustancias es por medio de la interacción de electrones de valencia. Posiblemente la modificación de la idea previa en términos del empleo de nuevas palabras del lenguaje químico en E3 se observa cuando escribe que en un cambio químico se involucran sustancias iniciales llamadas reactivos y sustancias finales llamadas productos y hace referencia a la conservación de las sustancias.

Figura 7: Red Sistémica para el concepto de cambio químico



Las ideas a nivel molar se centran alrededor de las sustancias y sus transformaciones, a nivel eléctrico cuando hacen referencia de las interacciones de los electrones para la formación de nuevas sustancias; ideas del nivel molecular, al parecer, no son empleadas por las estudiantes para referenciar las sustancias químicas.

En E5 y E6 su conocimiento previo al parecer, no se modifica, sus escritos según parece, expresan definiciones aisladas, tomadas de un libro de texto o de las notas de cuaderno, que parece no relacionan para dar sentido al cambio químico.

“El cambio químico es la reacción química donde se transforman elementos en compuestos” o “el cambio es una reacción química definida por parámetros físicos y químicos, el cambio químico es un proceso en el que se absorbe y libera energía, los procesos pueden ser físicos, químicos o nucleares, las sustancias son cuerpos químicos y los elementos también, cambio es una reacción química y esta definida por parámetros físicos y químicos.”¹⁷

Probablemente las ideas antecedentes de las estudiantes presentan resistencia al cambio, para ellas se da un cambio químico si cambia la forma o apariencia física de la sustancia ejemplos: cambio de color, aparición o desaparición de sustancias. Esta idea previa de cambio químico se origina posiblemente en la percepción sensorial del mundo cotidiano (conocimiento común) y/o en el mundo escolar (conocimiento escolar) con el cual interactúan.

De igual forma, el lenguaje referido para relatar los cambios en términos fenomenológicos es el cotidiano. Para E5 las explicaciones se centran alrededor de las sustancias y sus transformaciones; explicaciones utilizando afines como moléculas y electrones, al parecer no son evidentes. En E6 no se alcanzan a develar explicaciones en términos de sustancias, moléculas o electrones según parece en sus escritos emplea palabras del lenguaje químico, sin lograr explicitar su idea de cambio químico

Análisis de los datos relativos al cuestionario cuatro.

Del análisis y descripción de los trabajos de E1, E2, E3, E4, E5 y E6 en el cuestionario cuatro, posiblemente se pueda inferir:

- Repuestas con el lenguaje y significado propio de la química son manifiestas en los escritos de E1, E2, E3 y E4 situación revelada cuando describen las sustancias químicas empleando ideas a nivel molar y molecular, en términos de algunas de sus propiedades y formulas de composición. Ejemplo:

¹⁷ Escritos textuales de E5 y E6

Cloruro de sodio, NaCl – compuesto binario – a temperatura ambiente se encuentra en estado sólido en forma de cristales de color blanco, o el agua, H₂O – compuesto binario – a temperatura ambiente se encuentra en estado líquido – incoloro, inodoro y sin sabor – punto de ebullición a 100 °C.

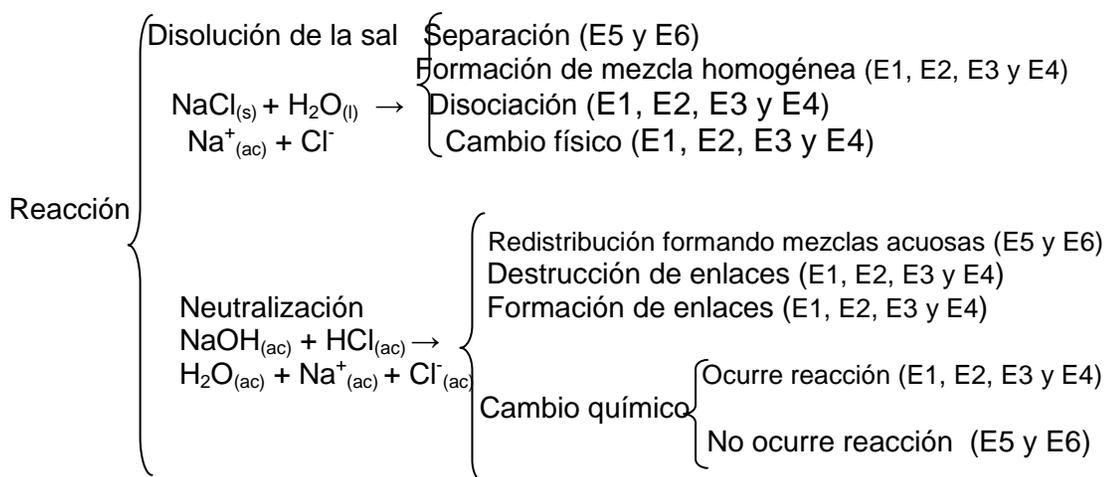
O cuando se refiere al proceso

El Na Cl se solubiliza en el agua obteniéndose una solución homogénea – el proceso que ocurre es la disociación del NaCl_(s) en H₂O(ac) – es un proceso físico porque si evaporamos esta H₂O podemos recuperar la sal inicial.

- E5 y E6 en sus escritos continúan empleando el lenguaje cotidiano y consideran al parecer que una mezcla homogénea de sustancias es lo mismo que un compuesto. Ejemplo:

Tenemos dos compuestos individuales al mezclarlos no se ve ningún cambio ni reacción – como se ve la sal se disuelve.

Figura 8: Red Sistémica para las reacciones químicas



Las estudiantes E5 y E6 no lograron plantear situaciones relativas a los cambios de las sustancias en las reacciones químicas. La dificultad de resolver estas situaciones, posiblemente se localice en la tendencia a tratar los cambios químicos como cambios físicos. Además, ellas muestran preferencias por las explicaciones basadas en analogías superficiales (términos como las sustancias aparecen o desaparecen) en lugar de las explicaciones basadas en los modelos químicos.

Los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico son conceptos centrales en la asignatura de Química y las estudiantes quizás los interpretan con ideas del nivel molar, molecular o eléctrico. El primero presenta relación con las sustancias y sus propiedades, además de los procesos y fenómenos físicos, desde el nivel molar los cambios químicos son considerados como procesos por el cual algunas sustancias se forman y otras desaparecen. Ideas de los niveles molecular y eléctrico, poco utilizados.

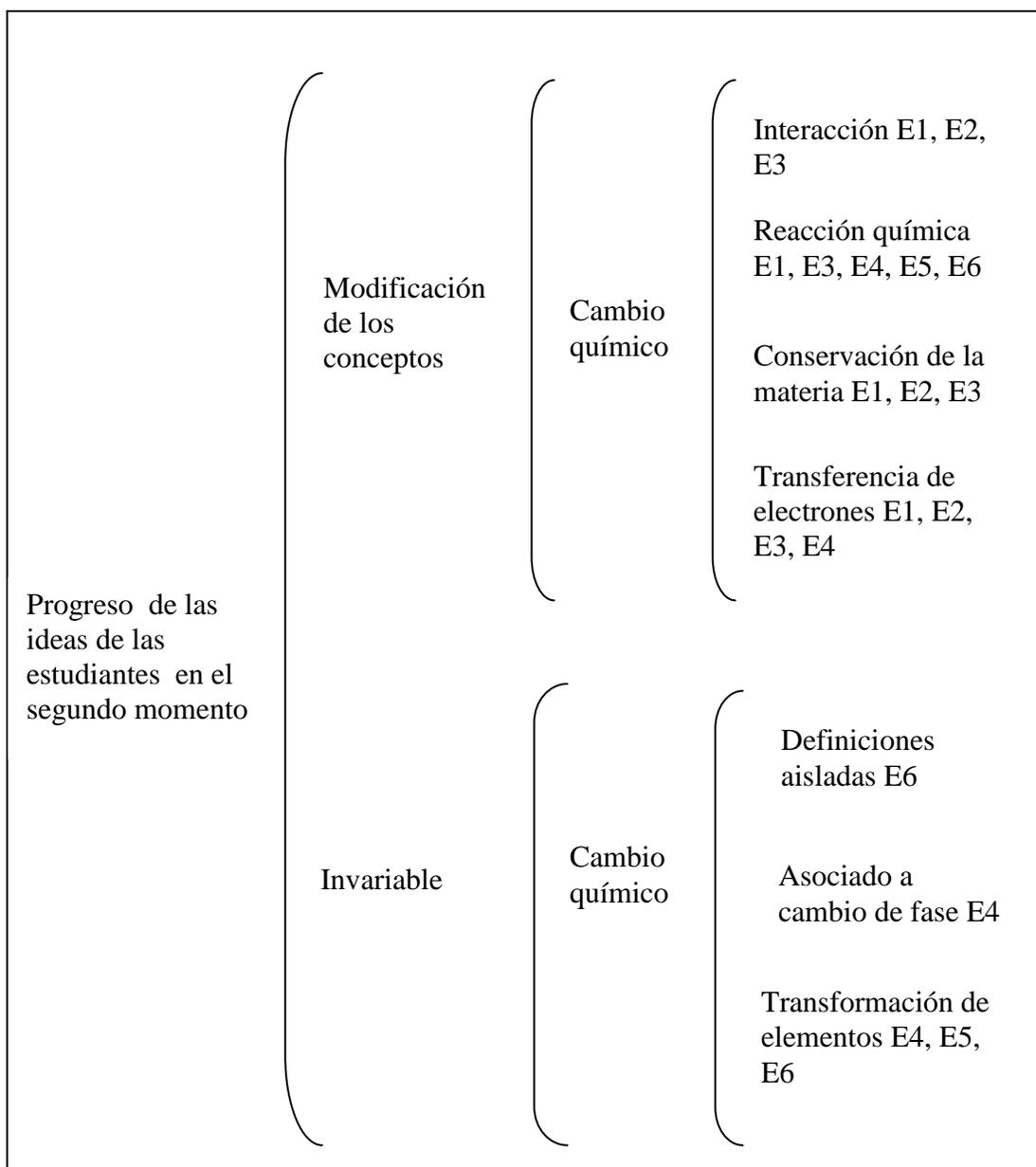
Al final, el análisis del segundo momento, permitió construir una nueva red sistémica, como se detalla en la figura 9, donde se sugieren dos nuevos criterios denominados respectivamente:

- Modificación de los conceptos. Este criterio agrupa las ideas o concepciones que poseen las estudiantes, después de cierto tiempo de la intervención, acerca de los conceptos y relaciones objeto de estudio. De este a su vez se deriva la subcategoría *cambio químico* y de ésta a su vez se derivan tres:
 - Interacciones
 - Conservación de la materia
 - Transferencia de electrones

Las cuales agrupan algunos aspectos que las estudiantes entienden del cambio químico.

- Invariable. El segundo criterio agrupa las estudiantes que al parecer no modificaron las ideas iniciales.

FIGURA 9: RED SISTEMICA PROGRESO DE IDEAS



5.3. TERCER MOMENTO: Estudio y contrastación del progreso de las ideas de seis estudiantes.

El análisis permitió identificar palabras de la química sobre los cuales se inicia, como en E5, o continúa dándose como E1, E2, E3 y E4 la modificación de los significados con respecto a las relaciones establecidas por las estudiantes, con las ideas a nivel molar, molecular y eléctrico para los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico.

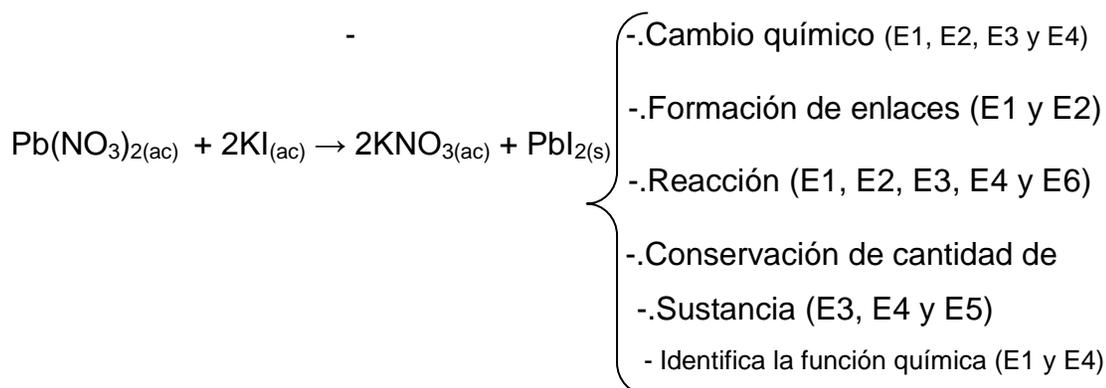
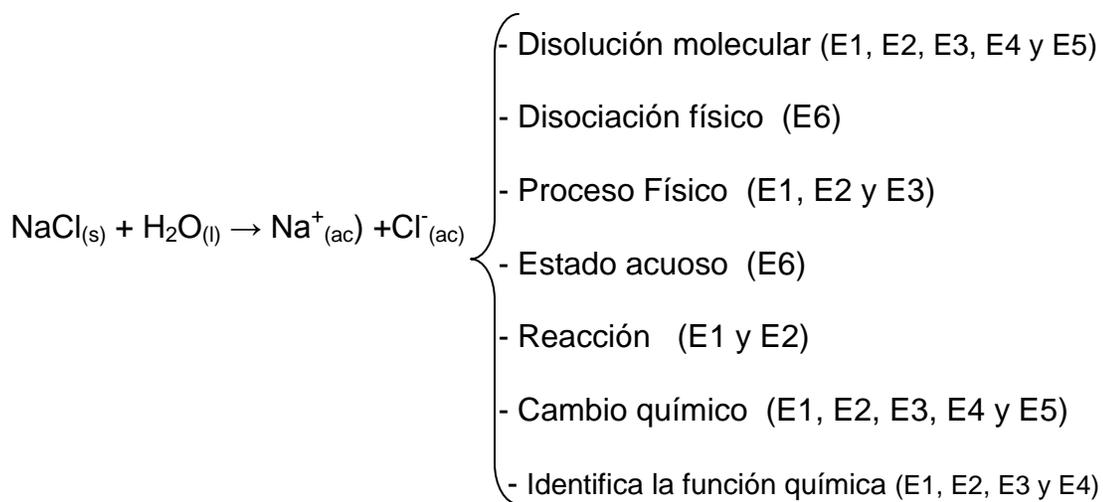
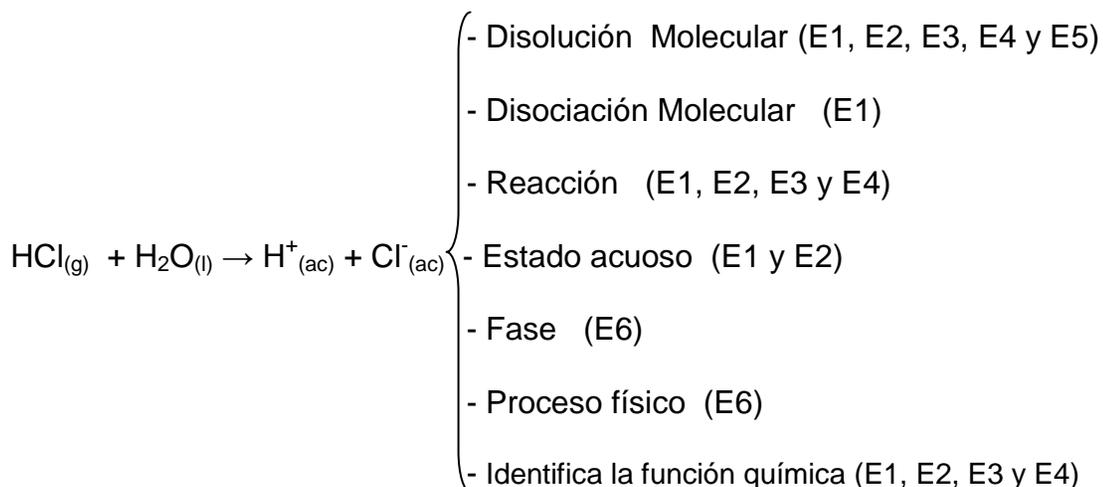
Análisis de los datos relativos al cuestionario cinco:

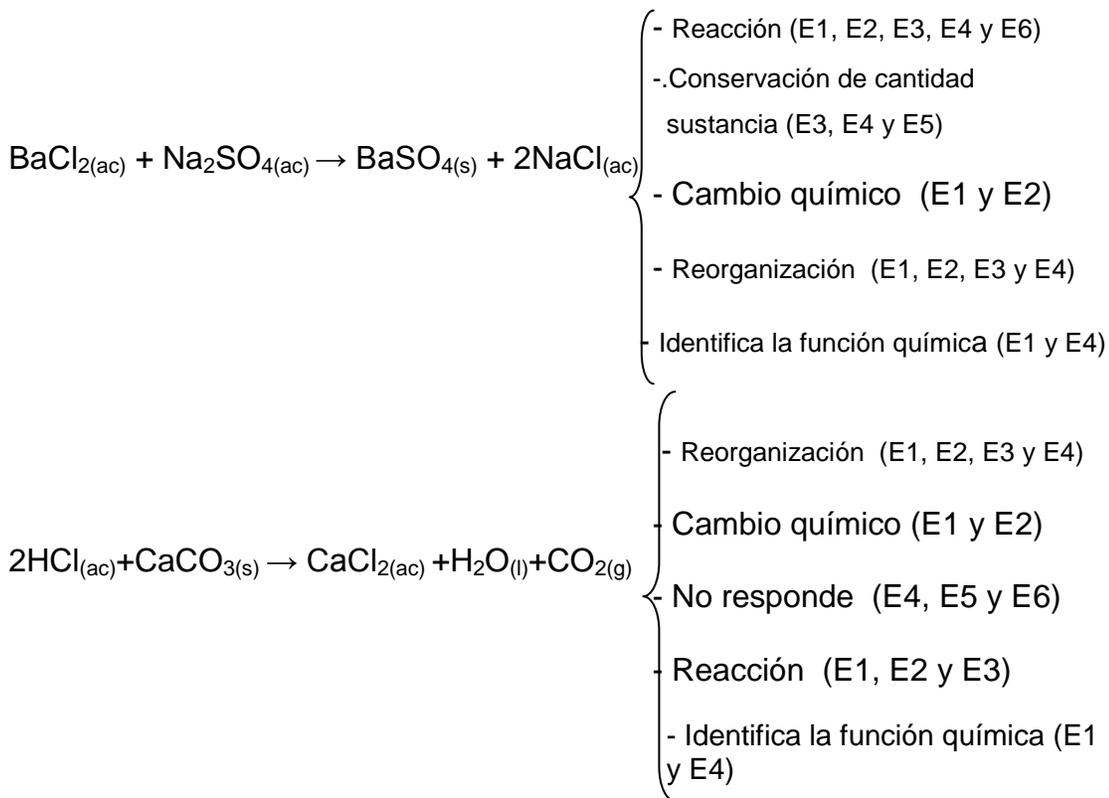
El análisis de las categorías evidenciadas en la red sistémica construida para las ecuaciones químicas detallada en la figura 10, da la idea de como las estudiantes E1, E2, E3 y E4 modifican su conocimiento, con respecto al primero y segundo momento, y en relación al significado de cambio químico. En el primer momento piensan el cambio químico en términos de aparecer o desaparecer la sustancia; se da el cambio químico si hay cambio de color o si desde la percepción sensorial evidencia alguna transformación. En el segundo momento expresan que el cambio químico es una reacción. ya no solo describen el cambio desde la percepción. Además de referirse a éste como una reacción química donde se dan interacciones de electrones, transformación y conservación de las sustancias; identifican la función química y le dan otras características como disolución molecular en las ecuaciones 1 y 2 o reorganización de elementos y rompimiento de enlaces en las ecuaciones químicas 4, 5 y 6.

Ejemplos de posibles progresos y modificaciones de las ideas previas se evidencian en E1 y E2, en respuestas como:

Es una disociación la del $\text{HCl}_{(g)}$ y esta ocurre al mezclarse con el agua, lo mismo ocurre con el $\text{NaCl}_{(s)}$.

FIGURA 10: Red sistémica construida con los registros del cuestionario cinco





O al utilizar ideas como: elementos de carga contraria, nuevos enlaces y nuevas sustancias con propiedades químicas diferentes, cuando describe la tercera, cuarta y quinta ecuación.

Una reacción, se presenta un rompimiento de enlaces entre el $Pb(NO_3)_{2(ac)}$ y el $KI_{(ac)}$ que al separarse se atrae con otros elementos de carga contraria y generando nuevos enlaces y sustancias con propiedades químicas distintas, por eso se forma el $KNO_{3(ac)} + PbI_{2(s)}$, la ecuación es la representación de un cambio químico.

Al hacer el análisis de los trabajos de E6, la modificación y/o progreso de sus ideas previas es poco clara, al parecer ella al responder, no toma en cuenta el material facilitado y las explicaciones dadas en la clase para la asimilación y aprendizaje, solo toma en cuenta la información que se le ofrece en el momento de la interacción y las palabras del lenguaje químico que tiene en su memoria pero sin el significado, respuestas como:

Al reaccionar el ácido clorhídrico HCl + el H_2O se produce hidrogeno acuoso más cloro acuoso donde el hidrógeno sede un electrón y el Cl lo gana, o al reaccionar el cloruro de sodio ($NaCl$) con (H_2O) se produce una disociación de ácido fuerte donde

la sal se convierte en Na que sede un electrón al cloro, al no producirse sustancias nuevas en esta disolución simplemente ocurre un cambio físico, o cuando se refiere a las ecuaciones donde se representa un cambio químico como la creación de sustancias nuevas.

MAPAS CONCEPTUALES

El instrumento seis sugería la construcción de 2 mapas conceptuales mínimo con diez conceptos claves pensados por ellas y relacionados con los conceptos de sustancia y de cambio químico respectivamente (el anexo 3 muestra los mapas conceptuales construidos por las estudiantes).

La construcción de los mapas conceptuales de E1 devela posiblemente los niveles sucesivos de relaciones entre conceptos relevantes y la habilidad de esta para dar coherencia y significado a la diversidad de eventos o procesos que encuentra en la química de acuerdo al conocimiento escolar adquirido. La clasificación que propone de las sustancias E1 en el mapa conceptual inicial, la hace utilizando el mismo nivel de jerarquía para lo que son las sustancias simples, las sustancias compuestas y las mezclas, al parecer no realiza ninguna diferenciación progresiva, ni existe un concepto que ella considera más general o inclusor, a la vez que no realiza reconciliación integradora entre los conceptos. El progreso de E1 se evidencia al observar la utilización de mayor cantidad de palabras concepto con respecto al mapa conceptual inicial, para E1 el concepto de sustancia química es asumido, al parecer, como una porción de materia donde las sustancias son de composición definida, sin embargo llama la atención que cuando hace referencia a la composición definida la asume según parece, como la propiedad principal de las sustancia, necesaria para identificarla y diferenciarla.

E1, de acuerdo al mapa conceptual final, realiza diferenciación progresiva en el sentido de que el concepto de sustancia es el más inclusor, conteniendo el concepto de elemento y compuesto, estos dos integrados en un segundo

nivel de jerarquización. Además, se devela en su mapa conceptual final la relación que establece entre el concepto de sustancia y el concepto de reacción química, relación que no se evidenció en su mapa conceptual inicial y cuando hace referencia al concepto de reacción lo piensa según parece en términos de que las reacciones están regidas por sus propiedades. Posiblemente en E1 se evidencia la modificación de los conceptos con respecto al mapa conceptual inicial quizás con algunas relaciones conceptuales inadecuadas como por ejemplo pensar las propiedades inherentes al cambio químico no a las sustancias químicas involucradas en el cambio.

Es evidente que no se puede afirmar lo mismo de la construcción de los mapas conceptuales de E6, estos manifiestan la poca coherencia y significado que da a los eventos o procesos de la química, parece ser que sus mapas conceptuales no son más que un enunciado de palabras aunque en algunos casos trata de jerarquizar los conceptos; al parecer, no se evidencian relaciones claras entre los conceptos solo se establece un listado de palabras concepto relacionados a manera de proposiciones, ejemplo: asume la sustancia química como el elemento y este lo diferencia como orgánico e inorgánico, privilegia el concepto de elemento más que el de sustancia química, desarrollando el mapa conceptual desde este concepto.

Comparando el mapa conceptual inicial con el mapa conceptual final, posiblemente se vea un enunciado un mayor número de palabras concepto asociadas a la química, sin embargo no hay claridad en las relaciones que establece entre ellas, hay un empleo de palabras que relaciona a través de conectores, relaciones que al parecer no evidencian la diferenciación progresiva, ni la reconciliación integradora, lo que conlleva a pensar que a pesar del empleo de palabras concepto no hay una asimilación significativa de estos.

A la vez, en el año 2005, en un tiempo anterior a la construcción de los mapas conceptuales, las estudiantes individualmente analizaron el conjunto de respuestas escritas por ellas mismas en el cuestionario dos, el cual fue construido por parejas en el curso anterior, (grado Décimo año 2004), el anexo 2 hace referencia a la red sistémica construida con las respuestas del cuestionario dos aplicado en el año 2005. Ellas, debían especificar con qué aspectos del trabajo estaban de acuerdo o en desacuerdo y explicar sus razones. Respuestas como las de E1 dejan ver la modificación y/o progreso de algunos significados.

Estoy en desacuerdo con una parte de la propuesta: clasificación de las muestras de sólidos, líquidos/acuosos, el estado físico de las muestras acuosas es el líquido, por tal razón propongo la clasificación sólidos, líquidos y elemento común cobre Cu, sólido $\text{Cu}_{(s)}$, $\text{CuSO}_{4(s)}$, $\text{CuSO}_{4.5\text{H}_2\text{O}_{(s)}}$,...líquido $\text{CuSO}_{4.5\text{H}_2\text{O}_{(ac)}}$,...; plomo Pb, sólido $\text{Pb}_{(s)}$, PbNO_3 ,...líquido $\text{CH}_3\text{COO}(\text{Pb})_{2(ac)}$,... además clasificación de muestras en orgánicas e inorgánicas.

Lo contrario ocurre con E6, al parecer, esta ignora el trabajo realizado en noviembre de 2004, expresiones como:

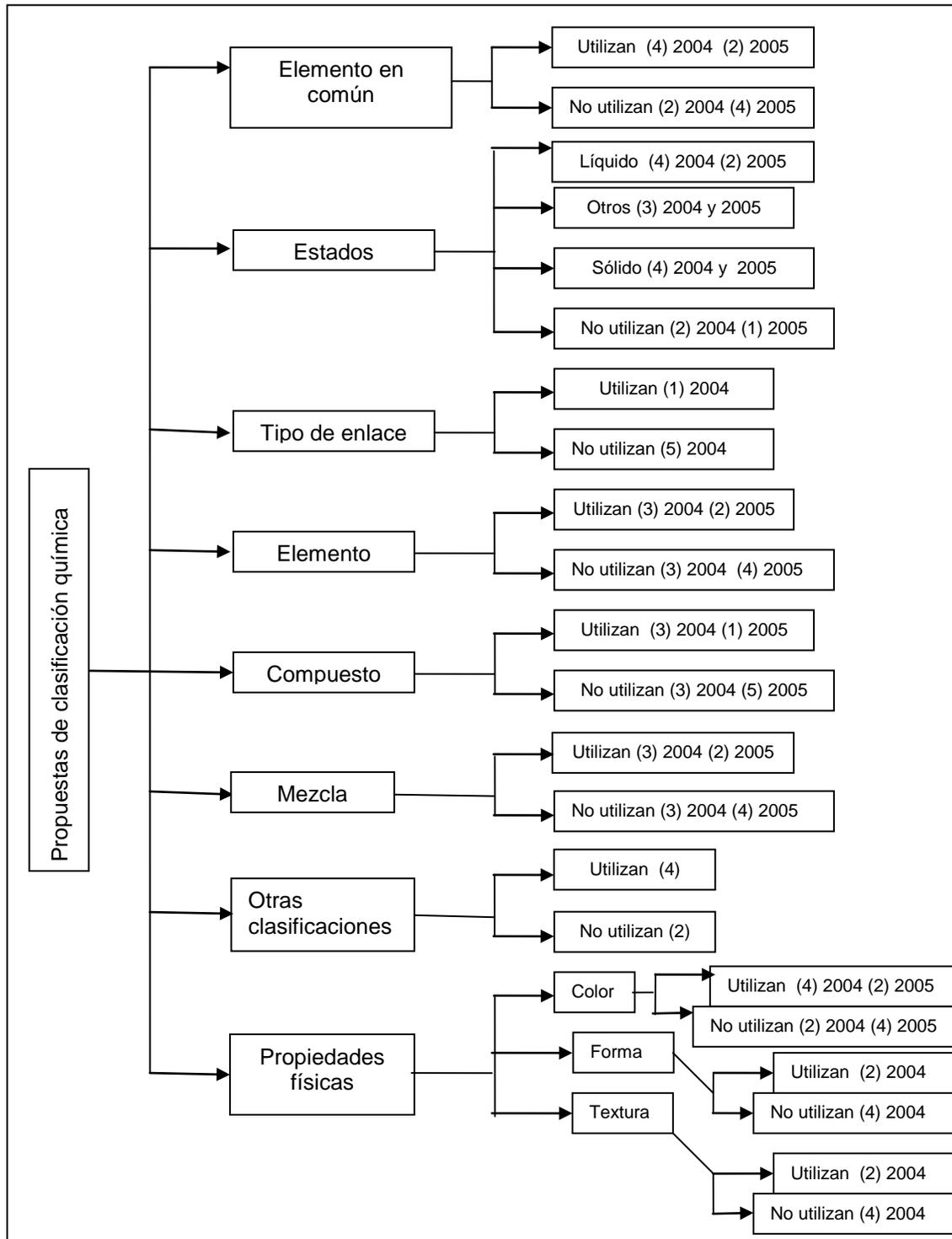
Lo único sería implementar las guías del código SIRC para mejorar todo según las reglas, Normas Icontec – establecer el listado maestro para que cada persona que entre al laboratorio sepa los cuidados y precauciones al momento de utilizar cualquier elemento,..."

Posiblemente sus aportes los hizo teniendo como referente la práctica que realizaba al momento en el laboratorio de docencia de la universidad.¹⁸

La figura 11 muestra el esquema comparativo de las respuestas de las estudiantes al cuestionario dos aplicado en los años 2004 y 2005. Elemento en común, estado, tipo de enlace, elemento, compuesto y mezcla, propiedades físicas son criterios empleados por las estudiantes para las propuestas de clasificación, en el esquema y al lado de cada uno de los criterios se escribe el número de alumnas que lo utiliza o no como propuesta de clasificación. Al parecer el criterio, tipo de enlace, propuesta como criterio

¹⁸ La práctica a la que se hace referencia la deben realizar todas las estudiantes que están matriculadas en programas de Bachillerato con formación Técnica

FIGURA 11: Red sistémica comparativa de las respuestas de las estudiantes del cuestionario dos aplicado en los años 2004 y 2005



de clasificación para la colección de materiales por la pareja dos en el 2004 no es tenida en cuenta en el 2005, probablemente, establece la reconciliación y diferenciación con otras propuestas de clasificación; parece ser que, a las estudiantes se les dificulta la transferencia de la idea química de enlace a otro contexto y especialmente al contexto de la vida diaria. La propuesta de clasificación como elementos, compuestos y mezclas, probablemente se refuerza en las estudiantes, según parece, al comparar las propuestas de clasificación del 2004 y después de la intervención de aula en el año 2005.

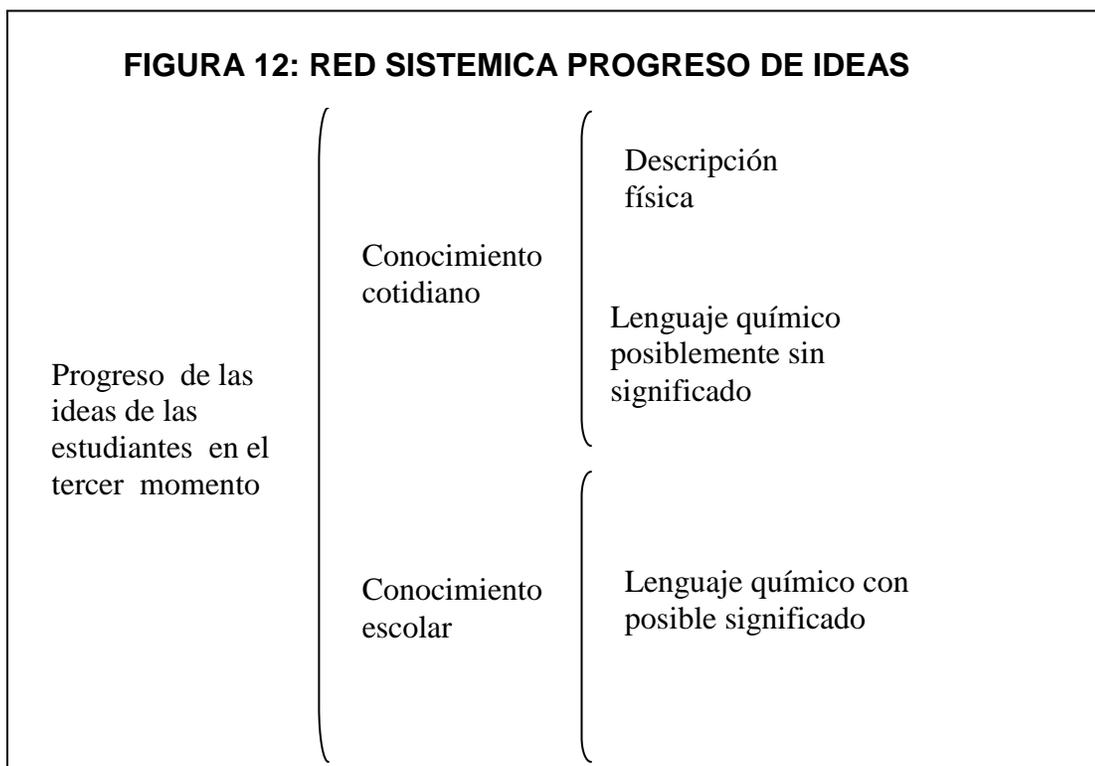
El análisis comparativo del cuestionario dos en el año 2004 y 2005 al parecer, da la idea de que las clasificaciones propuestas, basadas en la percepción sensorial visual y táctil, como forma, color no son empleadas en el 2005, lo que posiblemente da la idea de una modificación en el conocimiento antecedente al emplear un lenguaje químico, con referencia a los conceptos objeto de estudio en vez del lenguaje cotidiano utilizado en el instrumento inicial.

Los resultados obtenidos en el tercer momento de la investigación dan origen a la red sistémica denominada progreso de ideas, como se ilustra en la figura 12, los análisis muestran resultados similares a los obtenidos en la red sistémica detallada en la figura 9 progreso (cf: red sistémica, pág 77) de ideas asociadas al momento dos de la investigación cuando las estudiantes interactuaron con los cuestionarios dos, tres y cuatro, pero, a la vez se hallan algunas características diferentes que por cuestiones de facilitar el análisis, da cuenta de otra manera de nominar las categorías:

- Conocimiento cotidiano. Entendido desde el aprendizaje significativo como el conocimiento antecedente o previo de la estudiante. De esta categoría fueron derivadas dos subcategorías
 - Descripción física. Criterio elegido debido a las respuestas dadas por los estudiantes ya que se enfatizaron verbalmente

en describir los procesos y la colección de materiales, tales como, la forma, el tamaño, el color, la fase.

- Lenguaje químico. El origen del segundo criterio, fue debido a que las estudiantes, expresaban en sus escritos palabras específicas del lenguaje químico posiblemente sin el significado.
- Conocimiento escolar. Asumido desde el aprendizaje significativo como el conocimiento antecedente o previo de la estudiante luego de años de escolaridad. De la segunda categoría, fue derivada tan sólo una subcategoría, la cual recibió su nombre por los escritos y mapas conceptuales que las estudiantes construyeron, la nominación como tal fue, lenguaje químico, ya que a manera de escritos las estudiantes solo dieron cuenta del cambio químico y de las sustancias en términos de relaciones conceptuales, algunas al parecer con significado y otras no, por lo tanto no fue necesario hallar otras subcategorías.



A manera de ilustración, se muestran las tablas 3 y 4 del análisis descriptivo para estudiar la modificación de los conceptos de algunas de las respuestas de E1 y E6. En la tabla 3 se presentan algunas de las ideas principales encontradas en los diferentes respuestas de E1. Con las divisiones verticales se señalan aquellas conceptos modificados o cambiados y cuando no hay divisiones verticales se quieren mostrar las ideas que permanecieron estables durante los diferentes momentos de la investigación, tal es el caso de la idea expresada en la primera fila de la tabla 3, idea que se mantiene durante los tres momentos; un caso diferente es el relacionado con la semejanza encontrada entre cambio químico y cambio físico, la cual permanece durante los momentos uno y dos pero no en el tres. El análisis se centró en las ideas de las estudiantes que mostraron modificación en sus ideas previas, o no, durante el curso de la investigación.

Tabla 3: Principales ideas de E1 durante los tres momentos del análisis conceptual.

<p>Primer momento: Estudio de las ideas previas Cuestionarios uno y dos</p>	<p>Segundo momento: Facilitación del aprendizaje e indagación sobre la evolución y/o modificación de las ideas Cuestionarios tres y cuatro</p>	<p>Tercer momento: Estudio y contrastación del progreso de las ideas Cuestionario cinco y mapas conceptuales</p>
<p>Con ejemplos específicos de la vida cotidiana diferencia el cambio químico del cambio físico en términos de lo observado</p>		
<p>Conceptualiza sobre las sustancias químicas en términos del conocimiento cotidiano. (huele maluco, forma de alambre, lamina amarilloso</p>	<p>Conceptualiza sobre las sustancias químicas en términos físicos, desde la percepción sensorial visual o táctil, las asume como objetos concretos</p>	<p>Conceptualiza sobre las sustancias químicas en términos de las propiedades y las representa utilizando su formula de composición (ideas de la categoría molar y molecular)</p>

Al clasificar las sustancias químicas emplea el criterio de símbolo unitario para el elemento y fórmula de composición para el compuesto, al parecer para las mezclas no tiene un criterio definido.	Al manipular las sustancias realiza propuestas de clasificación teniendo en cuenta conceptos químicos: Elemento en común. Tipo de enlace. . Elemento. Compuesto. Mezcla. . Estado: sólido, líquido y acuoso, al parecer asume el estado acuoso por las soluciones acuosas.	En las propuestas de clasificación integra los estados sólido y líquido con el elemento en común, ya desaparece el estado acuoso; propone una nueva clasificación de acuerdo al origen orgánico o inorgánico
Diferencia elementos, compuestos y a veces algunas de las mezclas, trata los átomos como sustancias materiales.		Diferencia totalmente elementos compuestos y mezclas. Concibe el átomo como un modelo teórico
Considera que el cambio químico es algo semejante al cambio físico, todas sus ideas tienen origen en el conocimiento cotidiano		Considera que el cambio químico es diferente del cambio físico. Expresa sus ideas con lenguaje químico producto del conocimiento escolar.
No especifica la función química de algunas de las sustancias en los procesos químicos.		Identifica la función química de algunas de las sustancias en los procesos químicos.
Poco conocimiento de aspectos moleculares del cambio químico que permitan explicar, por ejemplo, la formación de nuevas sustancias o la función central del oxígeno en la combustión. Sobre este aspecto utiliza ideas de la categoría molar para describir algunas de las propiedades de las sustancias y de los procesos.		
Considera las soluciones acuosas como un estado de agregación de las sustancias		Solo considera los cuerpos químicos en estado sólido o líquido
Poco conocimiento de aspectos moleculares del cambio químico. Explica el cambio químico desde los cambios físicos, hay formación de nuevas sustancias		Asocia el cambio químico con las reacciones químicas, implica la formación de nuevas sustancias a través de la interacción de los electrones de valencia

No diferencia los tipos de reacciones	Diferencia en forma adecuada entre las ideas propias de las disoluciones y las reacciones químicas	Empieza a explicar en términos molares, moleculares y eléctricos las interacciones que se dan entre los elementos de las de las diferentes sustancias químicas al sufrir un cambio químico.
---------------------------------------	--	---

Tabla 4: Respuestas de E1 y de E6 al cuestionario tres y Mapa conceptual sobre reacción química. Posibles Modificaciones en las ideas existentes

Instrumento	Respuesta inicial	Respuesta final
<p>Inicial</p> <p>Cuál es tu comprensión para el concepto de cambio químico.</p>	<p><i>E1:</i> la reacción es un cambio, implica la formación de nuevas sustancias por medio de la interacción de los electrones de valencia..... (tabla 2)</p>	<p>La reacción química es el rompimiento de enlaces que existen en un compuesto químico debido..... y generan cambios... . Reacción.... en este proceso.... (anexo 3 mapa conceptual)</p>
<p>Final</p> <p>Realiza un mapa conceptual mínimo con 10 conceptos con el tema de reacción química</p>	<p><i>E6:</i> procesos en los que absorbe o libera energía (tabla 2)</p>	<p>La reacción química es el resultado de un proceso asociado al cambio químico. (anexo 3 mapa conceptual)</p>

En la respuesta inicial del cuestionario tres, E1 tiene la idea, más no la concreta, da ideas sueltas:

Reconoce que la reacción química es un cambio.

En su respuesta final dice.

La reacción química es el rompimiento de enlaces que existen en un compuesto químico debido a la interacción de los átomos y generan cambios en su estructura molecular y en su aspecto físico.

Plantea de la reacción química:

En este proceso participan electrones de valencia y necesitan energía de activación para poderse llevar a cabo.

Estas últimas ideas aparecen nuevamente en los cuestionarios cuatro y cinco con la pregunta *¿Qué ocurre a las sustancias que participan en los siguientes procesos?.....* y con la actividad propuesta: *Describe la mayor información que puedas obtener a través de las siguientes ecuaciones químicas....* al describir la información dada en estas respuestas se revela que la estudiante, al parecer, empieza a identificar diferentes contextos en los cuales sus ideas puedan ser más significativas y reconoce posibles semejanzas entre sustancias y los cambios que estas pueden sufrir, en sus explicaciones iniciales usa palabras concepto de la química, pero la idea de molécula no está. E1 emplea ideas del nivel molar para referirse al cambio químico como transformación de sustancias y en sus ideas finales se evidencia la modificación de su conocimiento al emplear además de ideas del nivel molar, ideas del nivel molecular al utilizar las formulas de composición o el símbolo unitario para representar a la sustancia compuesta o a la sustancia simple.

E6 inicialmente no escribe su comprensión, da definiciones asociadas a los procesos, a veces presenta relaciones incoherentes entre los conceptos, sus ideas van desde un realismo ingenuo o conocimiento cotidiano. Finalmente en el mapa conceptual presenta mayor cantidad de palabras concepto, pero poco estructuradas; la información dada en estas respuestas nos muestra como la estudiante utiliza las palabras del lenguaje químico para escribir sobre el cambio químico, pero al parecer no tiene el significado de este, como se evidenció al colocarle situaciones nuevas como se hizo en el cuestionario cinco.

¿Se modifican o amplían las ideas de E1 acerca del concepto de sustancia y del cambio químico?

Como posibles indicadores del *progreso y modificación* de las ideas de E1 Se considera que la estudiante construye diferentes tipos de argumentaciones según los contextos en los cuales las utilice, la gran estabilidad encontrada en las ideas de E1 puede explicarse a partir del empleo de diferentes significados en sus respuestas. Durante los dos cursos académicos las ideas de sustancia y cambio químico fueron estables y consistentes, no obstante el concepto de elemento no se evidencia como asimilado. A su vez, se observaron cambios relacionados con ideas del nivel molar y molecular, empleados en la química. Al parecer, los conocimientos específicos estudiados en clase, relacionados con el concepto de elemento, no adquieren nuevos sentidos al interactuar con sus ideas.

Llegar a identificar significados para los conceptos de cambio químico, sustancia y elemento parece ser compatible con el logro de pequeñas modificaciones en las ideas previas o al interior de éstas. El análisis de los diferentes cuestionarios realizado durante los dos cursos académicos nos muestra un cambio en el que E1 empieza a *diferenciar* el cambio físico del cambio químico. Este cambio puede parecernos, en el momento, poco avance para la adquisición del conocimiento escolar, dada la ambigüedad en la que se presenta; no obstante, si se tienen presente los procesos de enseñanza y aprendizaje como una mirada a la pedagogía tradicional memorística (cf. antecedentes, pág.6), encuentro que llegar a aprender y comprender los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico de acuerdo a la química contemporánea exige de grandes esfuerzos. Pasar de ver el cambio químico como solo cambios a nivel físico, a considerarlo como una cadena de transformaciones e interacciones requirió no sólo tiempo, sino muchos esfuerzos de investigadores.

La posibilidad de utilizar ideas del nivel molar y molecular para referirse a las sustancias y al cambio químico, le permite a la estudiante elaborar diferentes tipos de significados de tal manera que unas (las previas) se pueden adecuar mejor que otras (las nuevas) según las condiciones impuestas por el concepto o evento que quiera explicar. En tal sentido, las apropiaciones conceptuales desempeñan una función central en el proceso de elaboración de sus explicaciones y en la comprensión de los textos que analiza.

6. CONCLUSIONES

En la investigación, el proceso de aprendizaje es considerado desde un punto de vista constructivista. De acuerdo a esta perspectiva de adquisición del conocimiento, aprender es un proceso social y dinámico que permite a las estudiantes construir significados de sus experiencias reales en conexión con su entendimiento y marco social.

El conocimiento antecedente de las seis estudiantes fue analizado según los criterios conocimiento escolar y conocimiento cotidiano, categorías a partir de las cuales se establece si las ideas de las estudiantes responden al progreso y/o modificación de los significados previos y a la presencia de uno o múltiples modelos explicativos de la química, presentados desde la percepción sensorial, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar. Para las conclusiones se toma como referencia la teoría del aprendizaje significativo y las ideas de las estudiantes en términos de la apropiación del lenguaje químico, el cual utilizan y se refieren a él, términos de la química, pero no saben explicar con claridad al parecer, el fenómeno o proceso que ocurre cuando interactúan con materiales a nivel experimental.

La idea sobre el aprendizaje y el interés didáctico de la investigación, condujeron desde el inicio a indagar en qué grado se daba la asimilación de conceptos químicos en las seis estudiantes del grado Décimo de Educación Media Técnica del Centro Formativo de Antioquia, específicamente para los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico que constituyen un sistema conceptual inicial para abordar el campo del conocimiento químico, conceptos con gran contenido teórico y empírico, enseñados desde diferentes modelos explicativos, además de poseer un fuerte referente previo

(nociónes adquiridas en grados anteriores en los cursos de Ciencias Naturales).

Es así como la mayoría de las estudiantes llegan a la clase de química con ideas e interpretaciones previas sobre los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico. La estudiante crea estas ideas o interpretaciones a partir de las experiencias o realidades cotidianas adquiridas a través del contexto sociocultural y escolar aunque presenta dificultades para el aprendizaje de estos conceptos químicos por la resistencia que muestra para cambiar su pensamiento concreto, que explica cambios observables, a un pensamiento abstracto, pensar las sustancias y los cambios en términos molares y moleculares; lo que puede ser advertido cuando las estudiantes interactúan con las sustancias químicas las perciben con los sentidos, significados y experiencias que tienen de ellas. Es así como las estudiantes describen las sustancias desde lo físico empleando el lenguaje cotidiano (conocimiento cotidiano o común) o desde el lenguaje químico a veces sin significado (conocimiento escolar).

Posiblemente E1, E2, E3 y E4 se acercan a un *aprendizaje significativo representacional* en el cual se da la atribución de significados a determinados símbolos, es decir como nombrarlos, cuando nombran la palabra que designa el objeto y lo identifica en presencia o ausencia de él, por ejemplo la palabra elemento puede tener el símbolo y el nombre pero no tener su significado. También se pueden acercar a un *aprendizaje significativo de conceptos* cuando describen el cambio químico con algunas de sus características o cualidades, los compuestos también los representan con símbolos particulares, (formulas, símbolos, ecuaciones) que son genéricos, dado que representan abstracciones de la reacción química que en este caso es el referente.

E1, E2, E3 y E4 modifican la idea previa cuando explican el cambio químico como el que implica la formación de nuevas sustancias, o al hacer referencia a ideas de la categoría eléctrica de la química cuando escriben que en el cambio químico se ceden o atraen electrones o que la formación de nuevas sustancias es por medio de la interacción de electrones de valencia.

E5 y E6 no lograron plantear situaciones relativas a los cambios de las sustancias en las reacciones químicas. La dificultad de resolver posiblemente se localice en la tendencia a tratar los cambios químicos como cambios físicos. Además, ellas muestran preferencias por las explicaciones basadas en analogías superficiales (términos como las sustancias aparecen o desaparecen) en lugar de las explicaciones basadas en los modelos químicos.

Toda proceso de asimilación requiere de un material potencialmente significativo, dicha información, debe ser presentada de un modo organizado y explícito mediante un proceso de instrucción que consulte con anterioridad las ideas previas de las estudiantes, éstas a su vez deben poseer la estructura cognitiva adecuada para la internalización de significados aceptados socialmente en el contexto de la disciplina. En relación con la naturaleza del material, debe ser lógicamente significativo, que puedan relacionarse de forma sustantiva y no arbitraria con ideas relevantes con las que se correspondan. Los anteriores son los elementos básicos para que el material presentado con un significado lógico, es decir, el de la disciplina, la ciencia a enseñar, química en este caso, pase a tener un significado psicológico.

El documento “Categorías de conocimiento de la química” material empleado como potencialmente significativo, como investigadora pienso, que fue el adecuado, pero, hizo falta trabajarlo más para poder lograr una diferenciación

y reconciliación de las categorías molar, molecular y eléctrica. En cuanto al material empleado para enseñar el cambio químico creo que no fue el más adecuado pues en él no se evidencio el significado lógico que se pudiera relacionar con las ideas previas de las estudiantes.

Los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico son conceptos centrales en la asignatura de Química y las estudiantes quizás los interpretan con ideas del nivel molar, molecular o eléctrico. El primero presenta relación con las sustancias y sus propiedades, además de los procesos y fenómenos físicos, los cambios químicos son considerados como procesos por el cual algunas sustancias se forman y otras desaparecen, las ideas del nivel molecular las utilizan cuando se refieren a las formulas de composición de las sustancias compuestas o cuando diferencian los elementos que constituyen la función química y las ideas del nivel eléctrico son poco utilizadas es decir poca referencia hacen de los núcleos de los elementos y su interacción con los electrones.

A nivel general se observa una tendencia de las estudiantes hacia la modificación de ciertos significados o ideas referidas al mundo cotidiano con respecto a los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico, es así, como la idea de sustancia, a manera de materia o a modo de elemento, presente como idea previa de las estudiantes al inicio del estudio, se evoca de manera diferente luego de las clases: “la sustancia como materia de composición definida y ésta a su vez como la propiedad principal necesaria para identificarla y diferenciarla”.

E1 aunque no emplea el lenguaje químico en forma tan fluida como lo utiliza E6, al parecer se evidencia, no obstante, de modo intuitivo como reconoce las sustancias en términos de la función química a la vez que las representa utilizando las formulas de composición elemental; situación que no se evidencia en E6 aunque utilice vocabulario científico.

No se niega la persistencia en algunos casos de estos conceptos antecedentes (la sustancia pensada como materia o como elemento) en las estudiantes, pero si queda claro que al menos la intervención no refuerza sus ideas previas, caso contrario es el que por lo general ocurre en las intervenciones de las metodologías de enseñanza tradicionales (desde lo concreto, la sustancia como material), como se evidencia, al parecer, en algunas de las ideas previas expresadas por las estudiantes:

“los elementos son los que están en la tabla periódica o las diferentes formas de un elemento son diferentes sustancias”.

El análisis del mapa conceptual final permitió dar cuenta específicamente, en una de las estudiantes, E1, de un intento de acercamiento al aprendizaje de los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico. Para E1 el concepto de sustancia es el más inclusor, contiene el concepto de elemento y compuesto, estos dos los integra en un segundo nivel de jerarquización como una nueva alternativa de explicación y reconoce que el cambio químico es una reacción. Para E1,

La reacción química es el rompimiento de enlaces que existen en un compuesto químico debido la interacción de los átomos y generan cambios en su estructura molecular y en su aspecto físico.

Sin embargo, como se destacó oportunamente, en el análisis y discusión de resultados de los diferentes momentos, los aspectos de operacionalización de estas concepciones están lejos de ser alcanzadas con cierta destreza, es decir, la intervención parece aceptar en primer lugar los aspectos conceptuales del conocimiento cotidiano o del escolar relacionados específicamente con el lenguaje que utiliza la estudiante para definir los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico. Estos, a su vez, se relacionan con el lenguaje que se utiliza en el aula y así enmarcan la construcción conceptual significativa. Probablemente, y de acuerdo con

Vigostky, el pensamiento y el lenguaje están mutuamente implicados y en este sentido es posible pensar de acuerdo con los escritos y argumentaciones de la estudiante que ésta se sienta atraída por un lenguaje “nuevo”, el lenguaje de la química, que se le propone en las clases, intentando repetirlo y usarlo en situaciones o procesos relacionados con la química. Se puede mirar esto como un intento de reformulación de su lenguaje en la que están directamente comprometidas sus ideas relevantes.

Otro aspecto interesante que surge del análisis de los mapas conceptuales elaborados por E1, es la creciente diferenciación al comparar las ideas previas del inicial y el final, para el concepto de sustancia, y para cambio químico,. Aunque E1 persiste en algunos intentos de conectar los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico a través de relacionar las sustancias como:

Porciones de materia que se dividen en elementos y compuestos y que son las encargadas de las reacciones.

Estas relaciones no parecen ser lo suficientemente débiles para que ellas regresen a sus ideas previas.

El concepto de sustancia aparece ligado al concepto de cambio químico, como encargada de las reacciones, pero incluyendo nuevos elementos de significado como su directa relación con propiedades físicas y químicas relación propuesta por E1. El cambio químico parece quedar relacionado con el de la formación de nuevas sustancias, aunque todavía no sea muy bien comprendido; la relación entre el concepto de sustancia y elemento es de superordenación, la que permite ver a las sustancias compuestas de elementos, es decir la idea de sustancia es más general con respecto al significado de elemento.

Para las seis estudiantes, el concepto de sustancia no logra asimilarse como “el conjunto formado por los cuerpos químicos puros y sus propiedades definidas para un contexto determinado por la presión y la temperatura”, en el mismo grado de asimilación que se dio con el cambio químico. Sin embargo, dicho concepto, parece gozar de buena aceptación a la hora de explicar las reacciones químicas como el cambio químico: que implica formación de nuevas sustancias, o que involucra dos o más sustancias, o en el que hay transformación de las sustancias. Las anteriores se representan a través de las ecuaciones químicas.

El tema sobre la diferenciación entre estos dos conceptos, el de sustancia y cambio químico, aún permanece oculta a partir de los resultados. Si bien E1, E2, E3 y E4 los asocian con la noción de elemento no queda clara dicha relación. La tendencia, por parte de las estudiantes, a vincular la sustancia como sustancia simple o sustancia compuesta de composición definida que permite diferenciarlas e identificarlas puede dar cuenta de un avance al respecto, sin embargo, es todavía muy débil. La debilidad en estos conceptos se presenta también en trabajos de investigación como los de Gómez Crespo, M.A. y Pozo, 2007.

A pesar de que en la propuesta de investigación se le asignó el mismo nivel de importancia a los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico, al hablar de las reacciones químicas no hay muchas evidencias de que las estudiantes lo “vieran” de esa manera. Jerarquizar estos conceptos es fundamental, a la hora de diseñar una propuesta significativa, sobre todo considerando que el concepto de sustancia no es tenido en cuenta en la mayoría de los libros de texto y tal vez se asume a manera de un concepto fundamental, tal como lo presentan en el “Programa de extensión: Semillero de Química de la U. de A.”, o en libro de “Molécula”, entre otros textos.

Otro aspecto a destacar es la modificación de las ideas, a partir de los nuevos conceptos trabajados en la clase, modificación que se evidencia al comparar los mapas conceptuales de una misma estudiante. E1, al iniciar la intervención de aula, donde para el concepto de sustancia propone un mapa conceptual con tres conceptos en el mismo nivel de jerarquía, sustancia simple, sustancia compuesta y mezcla, después de ésta se evidencia la utilización de conceptos como elemento, compuesto, materia, átomos, propiedades físicas y químicas, cambios, composición definida, identidad, reacción para la construcción del mapa conceptual relacionado con el concepto de sustancia.

7. IMPLICACIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. IMPLICACIONES

Resolver cómo es la interrelación entre los conceptos previos de las estudiantes y los conceptos científicos escolarizados del maestro para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico es tarea fundamental. Epistemológicamente este asunto significa: cómo la estudiante construye su propio conocimiento de la disciplina a partir de sus concepciones (ideas previas, conocimiento cotidiano) y las del maestro (conocimiento escolar).

Es importante resaltar que la estudiante no asimilará nuevos significados si no es consciente de las posibles limitaciones de los que ya posee y si no entiende la necesidad de modificarlos. Por tanto, el aprendizaje significativo de las ciencias no se dará por acumulación de información transmitida, sino por la adquisición de conocimiento a largo plazo.

Relacionar el material potencialmente significativo o la nueva información que ha de aprenderse y el subsumidor o conceptos previos relevantes de las estudiantes es de gran importancia para el aprendizaje de conceptos como sustancia, elemento y cambio químico. Es importante tener presente que en ausencia de ideas apropiadas para relacionar las ideas nuevas, es necesario el diseño de organizadores previos.

Una de las implicaciones con respecto al aprendizaje representacional, es la importancia que cobran las palabras concepto expresadas representaciones externas de las estudiantes en los procesos de enseñanza aprendizaje, en el sentido de ser la única vía que le permite al estudiante hacer explícito lo que tiene en su mente. Las correspondientes modificaciones de los significados,

expresado a través de las representaciones externas, por el estudiante darán cuenta entonces de que el proceso de aprendizaje ha sido significativo.

Adicionalmente conviene tener presente los tiempos didácticos (horas de clase reales) en el aula y los tiempos de aprendizaje. Se considera que estos son variables que deben tenerse en cuenta a la hora de discutir cualquier estudio que pretenda lograr aprendizajes significativos en la química u otras áreas. Además, se hace necesario que la estudiante se apropie de los diferentes espacios y ambientes de aprendizaje para que modifique o amplíe sus significados acerca de los conceptos de sustancia, elemento y cambio químico. De los datos recolectados, parece ser que el mayor o menor grado de comprensión conceptual de la estudiante, en la dirección que esta investigación sugiere, tendría que ver directamente con estas dos variables. De ahí que sea necesario reflexionar entorno a una adecuada estructuración de contenidos con el fin de potenciar al máximo y de manera coherente la estructura conceptual de las estudiantes y frente a la lectura de un texto, como material potencialmente significativo, es importante reconocer que las explicaciones de las estudiantes dependen en gran medida del contexto en el que se presenta el problema.

Por otro lado, es importante destacar lo valioso de la experiencia investigativa en diversos aspectos:

- La riqueza del trabajo de investigación se evidenció en la reflexión sobre la práctica misma y la manera de transferir propuestas de intervención significativas.
- Al aprender química un estudiante puede darse cuenta de que un fenómeno, evento o proceso (disolución de la sal, por ejemplo) se opone a sus expectativas (cambio de color, por ejemplo), es decir, no se ajusta a su conocimiento cotidiano y/o escolar existente, sin embargo la simple comprobación de esta discordancia no implica

necesariamente la modificación de su conocimiento previo. Esta modificación requiere tiempo, circunstancias favorables, además de un material potencialmente significativo que lo lleve a transformar este material con un significado lógico a un material con un significado psicológico.

- Puede considerarse, dado que el aprendizaje de conceptos científicos tiene en la comunidad educativa CEFA una reconocida importancia, su aprendizaje una necesidad para las alumnas del nivel Media Técnica.

7.2. RECOMENDACIONES

Una vez observada la primacía del *conocimiento común* en las ideas previas y la escasa conceptualización de las alumnas en la asignatura de Química, se evidencia la necesidad de implementar estrategias pedagógicas que involucren la preparación de materiales potencialmente significativos por parte del profesor que acerquen al estudiante de Educación Media Técnica desde su cotidianidad e intereses al saber científico.

Realmente son pocas las Investigaciones (Véase Revisión Bibliográfica, pág. 11) relacionadas tanto con el origen como con la modificación y evolución de los significados previos de las estudiantes sobre los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico y sus representaciones, se abren las puertas para futuras investigaciones.

Dada la ausencia de ideas relacionadas con el modelo molecular en la enseñanza de la química y dadas las dificultades de aprendizaje en las alumnas, se plantea la necesidad de establecer una jerarquización de los conceptos de elemento, sustancia y cambio químico y de las relaciones conceptuales involucradas con el cambio químico

Desde el aprendizaje significativo representacional, cobra importancia representaciones externas de las estudiantes en los procesos de enseñanza aprendizaje, a la vez que se abren puertas para futuras investigaciones, en el sentido de ser la única vía que le permite al estudiante hacer explícito lo que tiene en su mente.

Sería conveniente que el profesor diseñe el material potencialmente significativo o la nueva información que ha de aprenderse teniendo presente los conceptos previos relevantes de las estudiantes esto es de gran importancia para el aprendizaje de conceptos como sustancia, elemento y cambio químico.

Si los profesores eligen trabajar en la construcción de conceptos científicos es necesario que los profesores asuman una postura cognitiva frente al saber científico, es decir; ser congruente con la teoría cognitiva elegida para el aprendizaje; además de preparar el material potencialmente significativo, proponer situaciones nuevas que lleven a la consolidación del concepto.

Este trabajo ha permitido detectar que la enseñanza de la química, como se ha venido dando o se esta dando, desde el modelo tradicional mecanicista (en el que se continúa trabajando con el objeto material y no desde los niveles molar. Molecular y eléctrico) no permite una verdadera interiorización de los conceptos básicos. Desde esta perspectiva, el conocimiento previo no logra ser intervenido por el conocimiento escolar de la química.

8. BIBLIOGRAFIA

ANDRÉ, M.E.D.A. 1998. "Etnografía da práctica escolar".2a. ed. Sao Paulo: Papirus Editora. pág.15-64.

ALZATE, Maria, V. y COVALEDA Rodrigo. 2003, Modulo #1 Seminario Integrado Maestría en Educación: Énfasis Enseñanza de las Ciencias Experimentales, U de A. Medellín.

ALZATE, Maria, V. y otros. 2000, "Sistema Periódico en Química: Qué y Cómo Enseñar para Posibilitar el Aprendizaje Significativo en Alumnos del Primer Nivel Universitario" Cuadernos Pedagógicos, U de A. Colombia, pág 62-68

ALZATE, Maria, V. 2004, "Programa de Extensión Semillero de Química" Grupo Metodología Enseñanza de la Química. Universidad de Antioquia. Medellín Colombia

ALZATE, Maria, Victoria, 2003, "Modelos en Ciencias", documento preparado para la Maestría en Educación, énfasis Enseñanza de las Ciencias Experimentales, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

ALZATE, Maria, Victoria, 2004, "Categorías de Conocimiento de la Química", documento preparado para los Semilleros de Química, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

ALZATE, Maria, Victoria, 2004, "Estructura y Enlace", documento preparado para el curso CNQ-190, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

AUSUBEL, David, 2002. "Adquisición y Retención del Conocimiento", Paidós, España.

AUSUBEL, David, NOVAK, Joseph y HANESIAN, Helen.1992. "Psicología Educativa Un punto de vista cognoscitivo", Trillas, México.

BACHELARD, Gaston, 1973, "Epistemología", Editorial Anagrama, Barcelona, pág 254

BACHELARD, Gaston, 1976, "El Materialismo Racional, Conocimiento Común y Conocimiento Científico", Editorial Paidós, Buenos Aires, 1ª edición pág 320-346.

DE VOS, Wobbe, VERDONK, Adri. 1987 "A New Road to Reactions. Part 4. The substance and its molecules" Journal of Chemical Education, Vol. 64 N°8 pág 692 – 694.

DE VOS, Wobbe, VERDONK, Adri. 1987 "A New Road to Reactions. Part 5. The elements and its atoms" Journal of Chemical Education, Vol. 64 N°12, pág 1010 – 1013.

DRIVER Rosalind, GUESNE Edith y TIBERGHIEEN Andréé, 1999. "Ideas científicas en la infancia y la adolescencia". Ediciones Morata, Madrid.

FURIÓ y GUIASOLA. 2001. La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación: un modelo emergente.

FURIÓ y GUIASOLA. 1999. "Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol" Enseñanza de la ciencias, vol, 17, Numero 3, pág 277-292

GIL PEREZ, Daniel, 1994, "Relaciones entre el conocimiento escolar y el conocimiento científico" Investigaciones en la escuela, N° 23.

GUTIERREZ B. Lidia y Denis. 1989. "La investigación etnográfica".
www.fundacitye.org.gov.ve

GUTIÉRREZ B. Lidia. 1989. "La Etnografía como metodología de investigación", en:
<http://www.revistaparadigma.org.ve/Doc/Paradigma96/doc1.htm>

HARRISON, Allan, TREAGUST, David, 1996, Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: implications for teaching chemistry, Science Education, 80, 5, pág 509-534.

HENAO S, Berta L. 2001. "El Paradigma de Investigación Interpretativa Cualitativa" en impresión, Medellín.

HENAO S, Berta L. 2000. "Principales Teorías sobre Aprendizaje y Cognición" en impresión, Medellín.

HESSE, Joseph, ANDERSON Charles.1992. "Students' conceptions of Chemical Change" Journal of Research in Science Teaching. Vol. 29 N°3. pág 277-299

JOHNSON, Philip. 2000. "Children's Understanding of Substances, Part 1: Recognizing Chemical Change" International Journal of Science Education, Vol. 22, N°7, pág 719 –737.

JOHNSON, Philip. 2002. "Children's Understanding of Substances, Part 2: Explaining Chemical Change" International Journal of Science Education, Vol. 24, N°10, pág 1037 –1054.

JORBA, Jaume. SANMARTI, Neus. 1994. "Enseñar, Aprender y Evaluar: Un Proceso de Regulación Continua" Rascar Impresores. S.A. Barcelona, pág. 261 – 265

LÜDKE, M. & André, M. 1986. "Pesquisa em educacao: abordagens qualitativas. Sao Paulo: Editora Pedagógica e Universitaria", pág. 11-44.

MARTÍNEZ, Miguel. 2004. "La Investigación Cualitativa Etnográfica en Educación". Ediciones Gráficas Herrera Asociados Ltda, Bogotá, pág. 169.

MORA, PENAGOS, William Manuel y otros. 2002, "Molécula" 1. Editorial Voluntad, Medellín.

MOREIRA, Marco. 2000. "Aprendizaje Significativo Teoría y Práctica". Visor S.A., Madrid.

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la cultura, 1997, cap III, "Las fuentes del currículo" en: www.oei.org.co/oeivirt/curricie/curri03.htm, 21/11/1998

PIAGET, J. 1998. "Psicología y Epistemología". Buenos Aires, Emece Editores, pág. 58.

PIAGET, J., INHELDER, B. 1997. "Psicología del niño" Madrid, Morata, 14^a ed. Pág. 1-26

PERIAGO O, Maria C. 2007, "Persistencia de las ideas previas sobre potencial eléctrico, intensidad de corriente y ley de ohm en los estudiantes de segundo curso de ingeniería" en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-periago.html>

PÉREZ, Juan Carlos. 1999. Módulo: Seminario de investigación II. De la Universidad Católica de Manizales pág. 372.

POZO, J.I. 1989. "Teorías Cognitivas del aprendizaje". Madrid, Morata, pág. 254 .

RODRIGO, M. J. (1997) "El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres?", en Novedades Educativas, N° 76, pág. 59-61

RODRÍGUEZ, G., GIL, J. & GARCÍA, E. 1996." Metodología de la investigación cualitativa". Málaga: Ediciones Aljibe. pág. 23-77.

RUEDA O, Rocío. "Investigación cualitativa e Hipertexto" en: WWW.monografias.com

SOLSONA, Nuria y otros. 2003, "Exploring The Development of Students' Conceptual Profiles of Chemical Change". International Journal of Science Education, Vol. 25, N°1, pág 3 –12.

STAVRIDOU, Heleni, SOLOMONIDOU, Christina. 1998, "Conceptual Reorganization and the Construction of the Chemical Reaction Concept During Secondary Education". International Journal of Science Education, Vol. 20, N°2, pág 205 – 221.

VAN DRIEL, Jan, DE VOS, Wobbe, VERLOOP, Nico. 1998, "Development Secondary Students' Conceptions of Chemical Reactions: Introduction of Chemical Equilibrium" , International Journal of Science Education, Vol. 20, N°4, pág 379 – 392.

VELEZ, F. 1998. "Elaboración de conceptos científicos". TED, vol, 03. Primer semestre. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

ZAMBRANO, A. 1998. "La relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias" TED, vol, 03. Primer semestre. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1: Propuestas de clasificación de las parejas uno, dos y tres

Centro Formativo de Antioquia
Bachillerato Técnico en Ciencias Químicas

El presente instrumento pretende indagar sobre las ideas previas de las alumnas del décimo del bachillerato técnico en Ciencias Químicas con el propósito de cumplir uno de los objetivos propuestos en el proyecto de investigación.

PROPUESTA DE TRABAJO

Con la presente colección de muestras químicas realizar diferentes propuestas de clasificaciones químicas. Argumente cada una de las propuestas de clasificación.

NOTA: Escriba cada uno de los aportes de las compañeras de equipo, no borre nada de lo que escriba, todo los aportes son valiosos.

Propuestas de clasificación de la pareja uno formada por las estudiantes E3 y E5 en el año 2004

Fecha: 16 de Septiembre - 2004
TOCQ1.

CLASIFICACION POR ELEMENTOS, COMPUESTOS Y MEZCLAS	
ELEMENTOS	COMPUESTOS
* Hierro metálico $Fe(s)$	* Tricloruro de Hierro
* Azufre $S(s)$	* tricloruro de Hierro hexahidratado $FeCl_3 \cdot 6H_2O(s)$
* Plomo Metálico $Pb(s)$	* Sulfato de cobre Anhidro $CuSO_4$
* Hierro Metálico $Fe(s)$	* Nitrato de Plomo $Pb(NO_3)_2(s)$
* Cobre Metálico $Cu(s)$	* Sulfato de Cobre Pentahidratado $CuSO_4 \cdot 5H_2O(s)$
* Hierro Metálico $Fe(s)$	* Sulfato de Magnesio $MgSO_4(s)$
* Yodo $I_2(s)$	* Acetato de Plomo trihidratado $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O(s)$
* Plomo Metálico $Pb(s)$	* Acetato de Plomo $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O(ac)$
* Cobre Metálico $Cu(s)$	* sulfato de Cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O(ac)$
* Mezclas	* Nitrato de Cobre $Cu(NO_3)_2(s)$
* Monedas	
* Clavos oxidados	
* Bureas oxidadas	

Porque el nitrato de Cobre es azul y porque es solido pero de apariencia liquida?

El nitrato de Plomo porque es parecido a la piedra lumbre.

Eso no es Piedra lumbre porque la fórmula es sulfato de Aluminio

Clasificación por características

Grupo: Características en polvo

Sulfato de Cobre Anhidro:

Es un polvito que parece blanco grisáceo

Sulfato de cobre Pentahidratado

- Su color es azul claro

zupie

Es de color amarillo claro:

hierro metálico

tiene un color gris oscuro

colorosa de Hierro Hexahidratada

tiene un color naranja

Grupo: Características liquidas

cloruro de Hierro

Es un liquido de color amarillo

acetato de Plomo

Es de color blancosusos

ato de Cobre

Es un liquido de color azul muy

claro

Grupo: Laminas

Cobre metálico

Es flexible y de color

naranja tirando a

rojo, es delgado

Plomo metálico

4. Grupo: Cristales

Acetato de Plomo trihidratado

- Es de cristales pequeños blanco

Nitrato de Plomo

- Cristales grandes, blancos un poco transparentes,

Sulfato de Magnesio

- Son cristales delgados, blancos con brillo.

Hierro metálico:

- cristales finos, de color delgados, con brillo.

Nitrato de Cobre

- Cristales grandes aunque están volviendo liquido color azul rey.

Yodo

- Cristales pequeños, brillan color gris-plateado, con morados.

Para

5. Grupo: las barras
 clavos oxidados
 - El oxido se ve de color cafe amarilloso, huele maluco, esta oxidado por partes, son opacos, son pequeños, medio gruesos.
 Hierro metálico
 - largos, delgados, color plateado, tiene brillo, sirve para clavos
 Barn oxidado
 - tiene color vinafinto, en forma de columna, cuadrados, largos, grueso, pesada

6 Grupo: Granos
 Plomo metálico
 - son bolitas, pesadas, livianas, color negro o gris oscuro, no tienen brillo, son de tamaño mediano

7 Monedas
 - Pequeña, redonda, plana, de color amarillo dorado, es tallada de \$20, es de metal, lámina, no sabemos, cobre.

8 Alambre
 - Es largo, roscado de tiene brillo

CLASIFICACION POR ELEMENTOS

1 Grupo: Elemento del cobre
 Nitrato de Cobre
 fórmula: $Cu(NO_3)_2(s)$
 Cobre Metálico
 fórmula: $Cu(s)$
 Sulfato de Cobre Anhidro
 fórmula: $CuSO_4$
 Sulfato de Cobre Pentahidratado
 fórmula: $CuSO_4 \cdot 5H_2O(s)$
 Sulfato de Cobre
 fórmula: $CuSO_4 \cdot 5H_2O(ac)$
 Cobre Metálico (Lámina)
 fórmula: $Cu(s)$

2 Grupo: Elemento
 - Acetato de Plomo
 fórmula: $Pb(CH_3COO)_2$
 - Nitrato de Plomo
 fórmula: $Pb(NO_3)_2$
 - Plomo metálico:
 fórmula: $Pb(s)$
 - Plomo metálico:
 fórmula: $Pb(s)$
 - Acetato de Plomo
 fórmula: $Pb(CH_3COO)_2$

3 Grupo: Elemento del hierro
 Hierro metálico
 fórmula: $Fe(s)$
 Hierro metálico (Polvo)
 fórmula: $Fe(s)$
 Sulfato de Hierro Hidratado

- Tricloruro de Hierro
 fórmula: $FeCl_3$
 - Hierro metálico
 fórmula: $Fe(s)$

4 Grupo: Elemento del Magnesio

- Sulfato de Magnesio

Fórmula: $MgSO_4(s)$

5. Grupo: Elemento del Azufre

- Azufre: (Polvo)

Fórmula: $S(s)$

6. Grupo: Elemento del Yodo

- Yodo

Fórmula: $I_2(s)$

7. Grupo de los excluidos

- Clavos oxidados

- Puntas oxidadas

sin fórmula.

Respuesta individual de
E5 al instrumento 2 en
el 2005

19/07/05

Clasificar estas muestras primero por el orden alfabético de los elementos, luego por el estado en el que se presenta, si es orgánico o inorgánico, también es importante dividirlo por la función a la que pertenecen; por sus propiedades físicas, y por sus repercusiones en la sociedad.

El presente instrumento pretende indagar sobre las ideas previas de las alumnas de décimo del bachillerato técnico en Ciencias Químicas con el propósito de cumplir uno de los objetivos propuestos en el proyecto de investigación.

PROPUESTA DE TRABAJO

Con la presente colección de muestras químicas realizar diferentes propuestas de clasificaciones químicas. Argumente cada una de las propuestas de clasificación.
NOTA: Escriba cada uno de los aportes de las compañeras de equipo, no borre nada de lo que escriba, todo los aportes son valiosos.

Propuestas de clasificación de la pareja dos formada por las estudiantes E1 y E2 en los años 2004 y 2005

Respuesta individual de E2 al trabajo propuesto en julio de 2005, luego de la intervención de aula y la interacción con el material

FECHA: 19, JULIO.

ESTOY DEACUERDO CON LAS PROPUESTAS YA PLANTEADAS LO QUE NOS HARIA FALTA SERIA HACER UN LISTADO MAESTRO. MI OCARLE EL COPILGO SIRC, EN EL LISTADO MAESTRO ^{EL CUAL} NENDRIA CLASIFICADO X SOLUCIONADOS, MIOT PRIMERA...

PROPUESTAS DE CLASIFICACION DE MUESTRAS.

☆ Lorena

10G4.

☆ Stefanny

① Primera propuesta: clasificación de las muestras que contengan un mis elemento, y éste se presente en diferentes estados, formando compuestos con otras sustancias.

- | | | | |
|---|---|---|------------------------|
| ☆ Cu(s) | ☆ Fe(s) | ☆ Pb(NO ₃) ₂ (s) | ☆ Clavos |
| CuSO ₄ · 5H ₂ O(s) | FeCl ₃ · 6H ₂ O(ac) | Pb(s) | Clavos Oxidados |
| CuSO ₄ | FeSO ₄ · H ₂ O(s) | Pb(CH ₃ COO) ₂ · 3H ₂ O(s) | Monedas |
| CuSO ₄ · 5H ₂ O(ac) | FeCl ₃ (ac) | | Barra oxidada |
| Cu(NO ₃) ₂ (s) | | | |
| ☆ S(s) | ☆ I ₂ (s) | ☆ Alcohol antiséptico | ☆ CH ₃ COOH |

Argumentos y comentarios: es clasificado así porque dentro de los grupos hay un elemento en común, el cual es el que determina esta clasificación -Cuales elementos componen los clavos, las monedas,... en donde las podemos ubicar? De hierro, zinc? ó cobre... ahh, pongamos eso aparte.

② Segunda propuesta: clasificación de las muestras de sólidos y líquidos

- | | |
|---|---|
| Sólidos | Líquidos / acuosos |
| - Cu(s) | - CuSO ₄ · 5H ₂ O(ac) |
| - CuSO ₄ · 5H ₂ O(s) | - FeCl ₃ (ac) |
| - CuSO ₄ | - Alcohol antiséptico |
| - Cu(NO ₃) ₂ (s) | - Acido acético CH ₃ COOH |
| - Fe(s) | |
| - FeSO ₄ · H ₂ O(s) | |
| - Pb(NO ₃) ₂ (s) | |
| - Pb(s) | |
| - Pb(CH ₃ COO) ₂ · 3H ₂ O(s) | |
| - Clavos | |
| - Clavos oxidados | |
| - Monedas | |
| - Barra oxidada | |

Argumentos: los clasificamos de acuerdo en estado físico en el cual estaba cada compuesto -Por qué Nitrato de Cobre es sólido y lo vemos como líquido? Ya sé, es porque absorbe la humedad del ambiente por eso se ve líquido pero es sólido.

Tercera propuesta: clasificación de muestras de acuerdo al tipo de enlace que son: Iónico y covalente, donde en este último clasificaremos igual/ polar y no polar.

IONICO	IONICO-COVALENTE	COVALENTE	Elementos
- CuSO ₄ · 5H ₂ O(s)	- CuSO ₄ · 5H ₂ O(ac)	I ₂ (s) (apolar)	Cu(s)
- Cu(NO ₃) ₂ (s)	- CuSO ₄ · 5H ₂ O(s)		Pb(s)
- Pb(NO ₃) ₂ (s)	- Pb(CH ₃ COO) ₂ · 3H ₂ O(s)		S(s)
- FeCl ₃	- Pb(CH ₃ COO) ₂ · 3H ₂ O(ac)		Fe(s)
	- FeSO ₄ · H ₂ O(s)		

Pero que hacemos con esta muestra donde esta parte es ionica y esta es covalente
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(s)$ } Polar.
 Ionico Covalente

Hagamos otra columna donde diga "ionico - covalente" ¿no? Vea el NO₃ es covalente, pero con Cu que es?

Los elementos iguales seria apolar.

AHH PORQUE HICIMOS ESTA CLASIFICACION? @

Es muy buena idea separar metales y no metales → si pero las derivaciones del Cu son metalicas ó no metalicas?

④ Cuarta propuesta: clasificación de las muestras en Mezcla

ELEMENTO	COMPUESTO	MEZCLA
- Pb	- I ₂ *	- Monedas
- Fe	- CuSO ₄	- Clavos
- S	- FeCl ₃	- Clavos
- Cu	- Cu(NO ₃) ₂	- Barras
	- Pb(NO ₃) ₂	- Alcohol
	- FeCl ₃	
	- Pb(CH ₃ COO) ₂ · 3H ₂ O	

- Es una mezcla porque es N con O y Cu.
- No esa no es un compuesto, es una mezcla (FeSO₄ · No, son compuestos)
- Es que son mezclas porque no tienen fórmula, ni composición y son compuestas porque → tienen fórmula y comp

Respuesta individual de E1 al trabajo propuesto en julio de 2005, luego de la intervención de aula y la interacción con el material

11o 19/2005

① Propuesta 1: Clasificación sólidos, líquidos y elemento común

Cobre (Cu)		Hierro (Fe)		Plomo (Pb)	
Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Cu(s) CuSO ₄ Cu(NO ₃) ₂ (s)	CuSO ₄ · 5H ₂ O Cu(NO ₃) ₂	Fe(s)	FeSO ₄ · H ₂ O FeCl ₃ · 6H ₂ O	Pb(s) Pb(NO ₃) ₂	

② Propuesta 2 : Clasificación de muestras orgánicas e inorgánicas

INORGANICO	ORGANICO
Cu CuSO ₄ Cu(NO ₃) ₂	Pb(CH ₃ COO) ₂ ·3H ₂ O CH ₃ COOH Alcohol antiséptico

Propuestas de clasificación de pareja tres formada por las estudiantes E4 y E6 en el año 2004

El presente instrumento pretende indagar sobre las ideas previas de las alumnas del décimo del bachillerato técnico en Ciencias Químicas con el propósito de cumplir uno de los objetivos propuestos en el proyecto de investigación.

PROPUESTA DE TRABAJO

Con la presente colección de muestras químicas realizar diferentes propuestas de clasificaciones químicas. Argumente cada una de las propuestas de clasificación.
 NOTA: Escriba cada uno de los aportes de las compañeras de equipo, no borre nada lo que escriba, todo los aportes son valiosos.

1ª clasificación → Elemento y sus derivados

Cobre Cu
 Cobre Metálico $Cu(s)$
 Sulfato de Cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O(ac)$
 Nitrato de cobre $Cu(NO_3)_2(s)$
 Sulfato de cobre pentahidratado $CuSO_4 \cdot 5H_2O(s)$
 Sulfato de cobre Anhidrico $CuSO_4$

Hierro Fe
 Hierro Metálico $Fe(s)$
 Hierro Oxidado Fe_2O_3

2ª clasificación → Por color
 Tricloruro de Hierro $FeCl_3 \cdot 6H_2O$

3ª clasificación → color
 Blanco: Sulfato de cobre Anhidrico
 Sulfato de Magnesio Me
 Nitrato de plomo $Pb(NO_3)_2$
 Acetato de plomo Trihidratado
 Acetato de plomo $Pb(CH_3COO)_2$

Azul: Nitrato de cobre $Cu(NO_3)_2(s)$
 Sulfato de cobre pentahidratado
 Sulfato de cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Verde: Monedas
 Tricloruro de Hierro $FeCl_3$
 Azufre S_8

4ª clasificación → color
 Negro: Cobre Metálico $Cu(s)$ polvo
 Cobre metálico $Cu(s)$ Alambre

5ª clasificación → color
 Gris: Clavos Oxidados
 Clavos
 Plomo Metálico $Pb(s)$
 Barra de Hierro Oxidada
 Hierro Metálico $Fe(s)$
 Yodo $I_2(s)$

6ª clasificación → Granulados
 Sulfato de Magnesio $MgSO_4(s)$
 Plomo Metálico $Pb(s)$
 Yodo $I_2(s)$
 Hierro Metálico $Fe(s)$
 Nitrato de plomo $Pb(NO_3)_2$

7ª clasificación → Pulverizados:

2da Clasificación → Ele

Cobre Metálico $Cu(s)$

Hierro Metálico $Fe(s)$

Plomo Metálico $Pb(s)$

3ra Clasificación → Sulf

Sulfato de cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Sulfato de cobre pentahidrato

Sulfato de Magnesio $MgSO_4$

4ta Clasificación → Nit

Nitrato de cobre $Cu(NO_3)_2$

Nitrato de plomo $Pb(NO_3)_2$

5ta Clasificación → Aceta

Acetato de plomo $Pb(CH_3COO)_2$

6ta Clasificación → clavo

Clavos

Clavos oxidados

7ma Clasificación → esta

Sulfato de cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Acetato de plomo $Pb(CH_3COO)_2$

Tricloruro de Hierro $FeCl_3 \cdot 6H_2O$

acetato de plomo $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O (ac)$

sulfato de cobre $CuSO_4 \cdot 5H_2O (ac)$

tricloruro de hierro $FeCl_3 \cdot 6H_2O (ac)$

Julio 19 / 200

Respuesta individual de E6 para el instrumento dos

o unico sería implementar los guías del código SIRC para mejorar y tener todo según las reglas normas conteo y el establecimiento del listado maestro para que cada persona que entre al laboratorio sepa los cuidados o precauciones en el momento de utilizar cualquier elemento Me gustaría sugerir la implementación de manual para el laboratorio

JULIO 19

Respuesta individual de E4 para el instrumento dos en el año 2005

Los clasificaría por sus respectivos nombres y fórmulas teniendo en cuenta si son líquidos; sólidos y sus colores; muy similar al trabajo pasado. también sus características, elementos, sus mezclas, su grupo funcional,

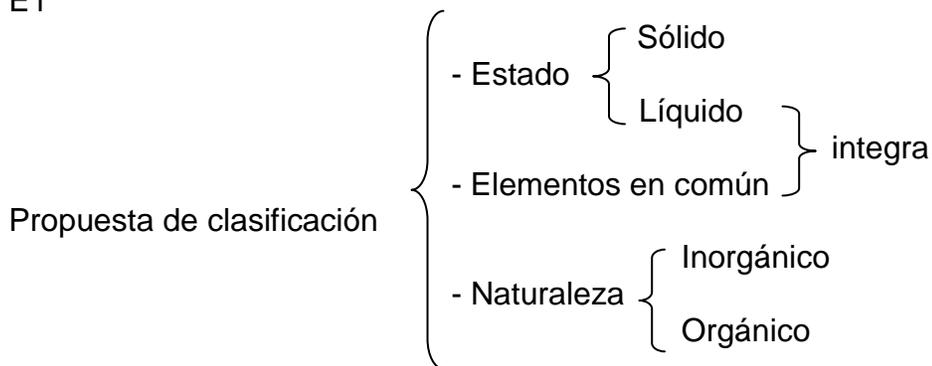
9.2. Anexo 2: REDES SISTEMICAS

PROPUESTA DE TRABAJO

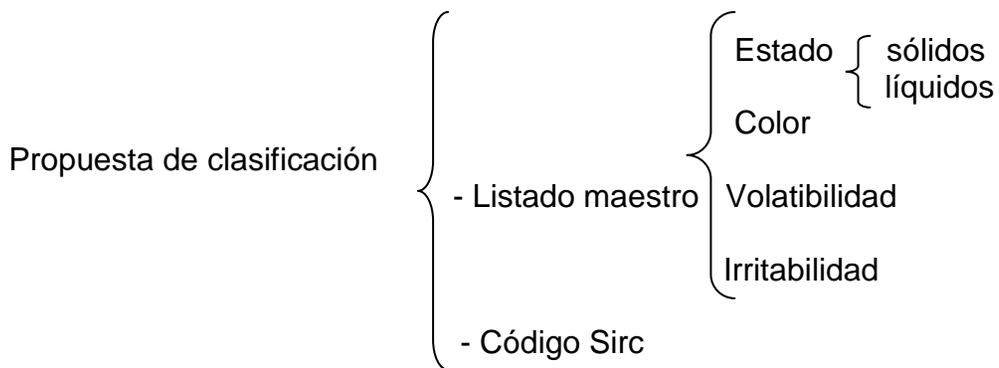
- ¿Están de acuerdo con la información escrita?
- ¿Cambiarían alguna o algunas de las propuestas?
- ¿Harían propuestas nuevas de clasificación?

RED SISTEMICA

E1



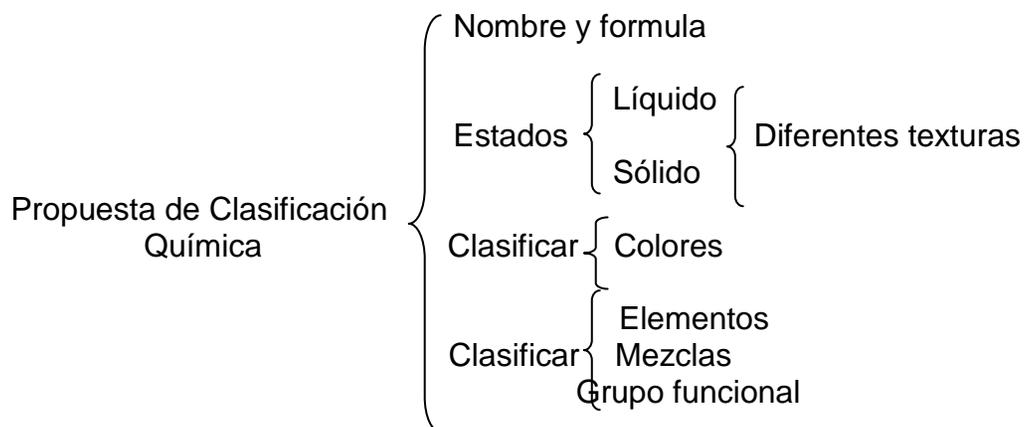
E2



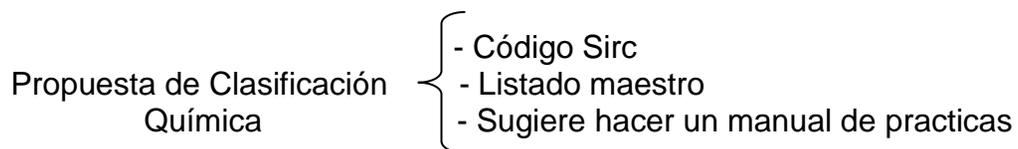
RESPUESTAS DE E1 y E2 CUESTIONARIO DOS 2005

RED SISTEMICA

E4



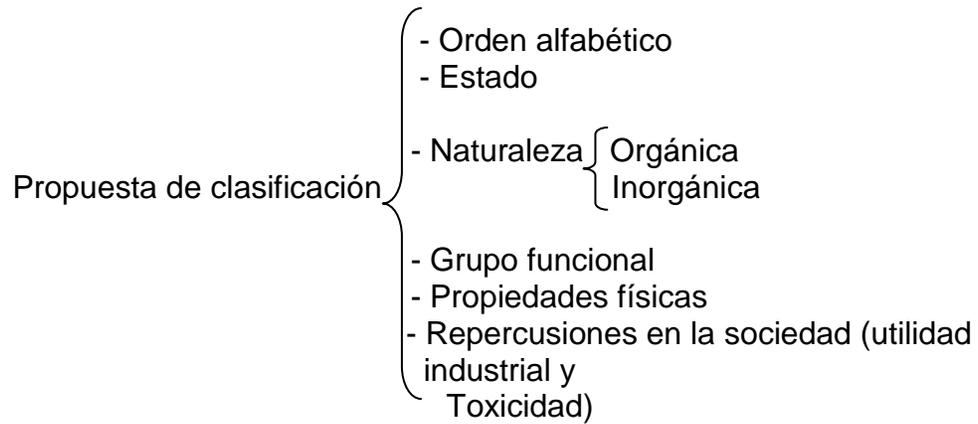
E6



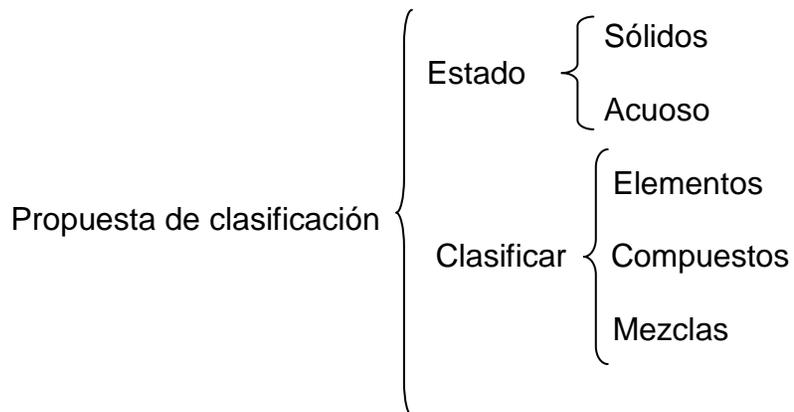
RESPUESTAS DE **E4** y **E6** CUESTIONARIO DOS 2005

RED SISTEMICA

E3



E5



RESPUESTAS DE **E3** y **E5** CUESTIONARIO DOS 2005

9.3. Anexo 3: Mapas conceptuales de E1 y E6

Mapa conceptual escrito por E1 antes de iniciar la intervención de aula

1:1 \Rightarrow 1 gr = 35,45 gr d (Terminas de masa) 1 vez de doro

☆ Agua H_2O 2 veces hidrógeno
1 vez de oxígeno

2:1
2 gramos de hidrógeno : 16 gramos de oxígeno (Terminas de masa)
2 volúmenes de H : 1 volumen de O (Terminas de volumen)

LA FORMULA QUIMICA ES UN MODELO + REPRESENTAN LA IDENTIDAD DE LAS SUSTANCIAS ADEMÁS SE DEBE EXPRESAR LA FASE O ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA DICHA SUSTANCIA

LA COMPOSICION DE UNA SUSTANCIA SIEMPRE ESTARA EN PROPORCIONES INVARIABLES

☆ Peróxido de hidrógeno = H_2O_2

SUSTANCIAS

```

    graph TD
      S[SUSTANCIAS] --> Sim[Simple]
      S --> Comp[Compuestas]
      S --> Mez[Mezclas]
      Sim --- SimDef[composición definida e invariable]
      Mez --- MezDef[Composición variable de sustancias químicas simples y compuestas]
  
```

Ejemplo de mezcla:
• zumo de Naranja: ácido cítrico, ácido ascórbico (vitamina C), Fructuosa, Agua, Colorante

Mapa conceptual construido por E1 tiempo después de la intervención de aula y la interacción con el material

SUSTANCIAS QUIMICAS

son formas de materia que poseen composición definida se dividen en

PRINCIPAL PROPIEDAD — composición definida — permite — identificar las / diferenciarlas

```

    graph TD
      SQ[SUSTANCIAS QUIMICAS] -- son --> FM[formas de materia]
      SQ -- que poseen --> CP[composición definida]
      SQ -- se dividen en --> E[elementales]
      SQ -- se dividen en --> C[compuestas]
      E --- EA[agrupación de átomos idénticos]
      C --- CA[agrupación de]
      CP --- R[reacciones]
      R --- LP[limitadas por sus propiedades]
      LP --- F[físicas]
      LP --- Q[químicas]
      F --- FList[Olor, color, textura, viscosidad, densidad]
      Q --- QList[formación de nuevos compuestos, oxidación, combustión]
  
```

elementales: agrupación de átomos idénticos

compuestas: agrupación de

reacciones: limitadas por sus propiedades

físicas: Olor, color, textura, viscosidad, densidad

químicas: formación de nuevos compuestos, oxidación, combustión

Mapa conceptual construido por Lorena tiempo después de la intervención de aula y la interacción con el material

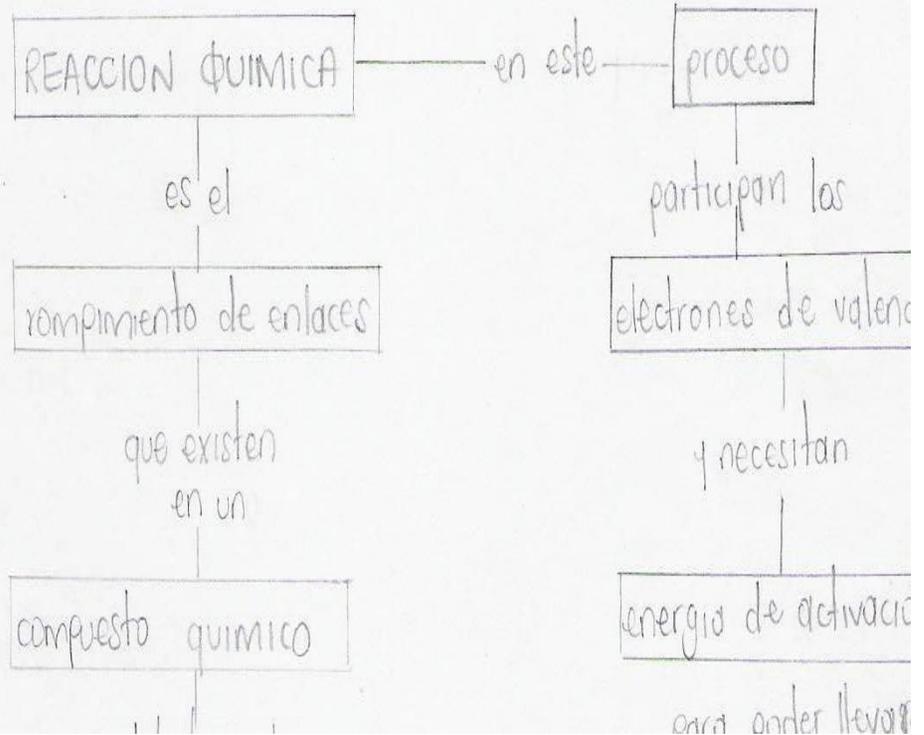
☆ Mapa conceptual, mínimo con 10 conceptos

TEMA: reacción química

ambio ✓
interacción ✓
átomos ✓

rompimiento enlaces ✓
compuesto químico ✓

6 estructura ✓
7 aspecto físico ✓
8 electrones de valencia ✓
9 proceso ✓
10 energía de activación ✓



Mapa conceptual construido por E6 antes de iniciar la intervención y la interacción con el material

Nombre	Identidad Formule.	Estado.
Agua	$H_2O(l)$	Sustancias Compuestas
Sal	$NaCl(s)$	Sustancias Compuestas
Glucosa	$C_6H_{12}O_6(s)$	Sustancias Compuestas
Cobre Metálico	$Cu(s)$	Sustancias Simples
Aluminio Metálico	$Al(s)$	Sustancias Simples

$He(l)$	1 vez sust. Hidrogeno
I_2	1 vez sust. Iodo
I_2	35,45 g/mol
H_2O	2 veces Hidrogeno
H_2O	1 vez oxigeno

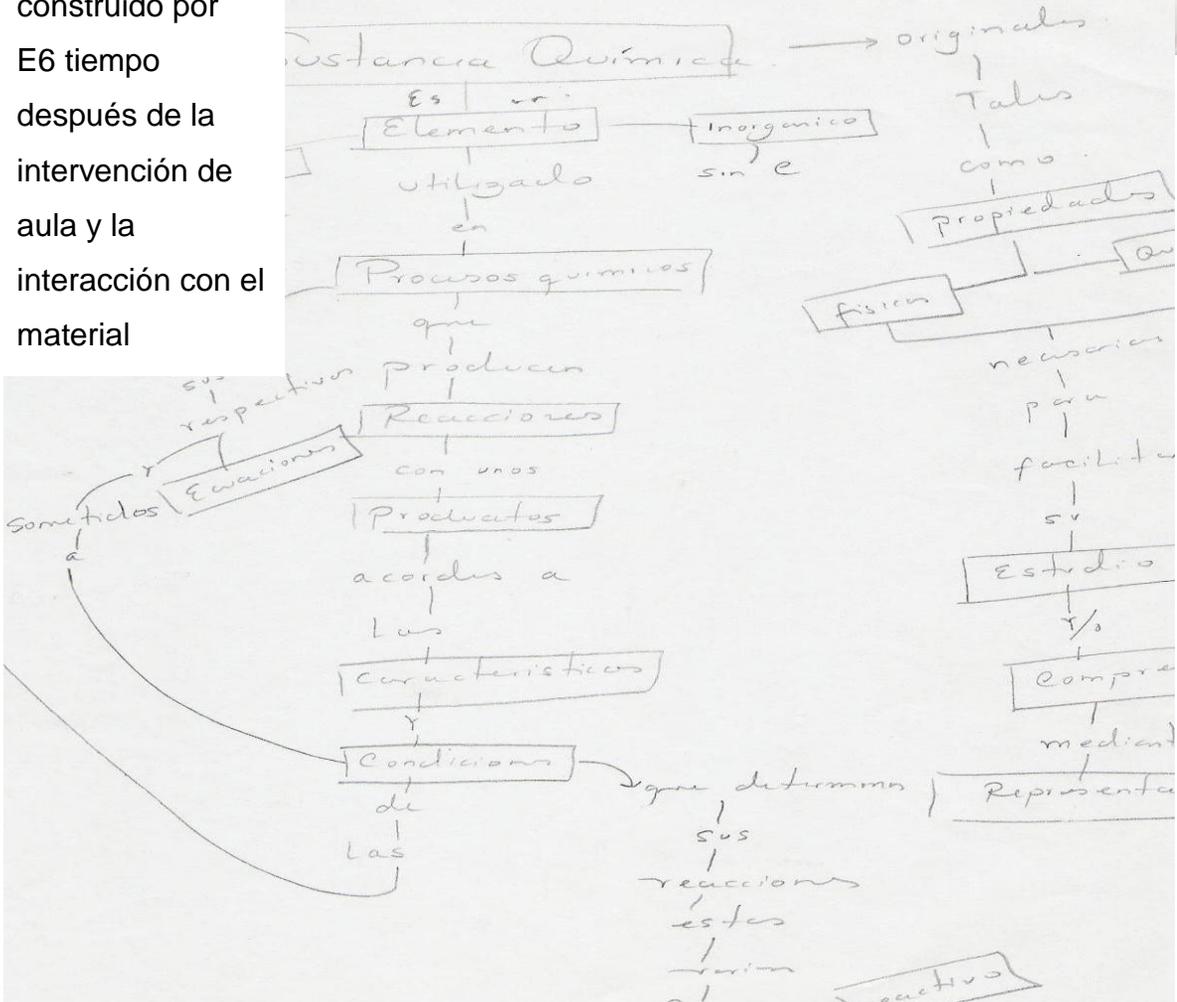
es un modelo y presentan la identidad de las sustancias además se debe expresar la fase o estado en que se encuentra dicha sustancia. Lo que identifica a un compuesto es su composición invariables.

Sustancia Simple	Compuestas	Mezclas
Composición invariable o definida		Composición Variable.
		Agrupación de sustancia
		Simples

Actividades: fórmulas de: Compuestas

Mapa conceptual construido por E6 tiempo después de la intervención de aula y la interacción con el material

→ Realizar un mapa conceptual con Química.



Mapa conceptual construido por E6 tiempo después de la intervención de aula y la interacción con el material.

