

**CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA
EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS**

**LILIANA RINCÓN REYES
CARMEN ALICIA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ**

Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al
Título de Magister en Docencia de las Ciencias Naturales

Asesores de Investigación:
**SANDRA SANDOVAL OSORIO
JOSÉ FRANCISCO MALAGÓN SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES**

Bogotá, D.C. 2014

DEDICATORIA

“Dedico este trabajo a mi esposo, siempre a mi lado con amor, ayudándome a llevar adelante nuestra familia, cubriéndome en mis tareas del hogar, dándome ánimo para seguir adelante en momentos difíciles, por su paciencia y amor.

A mis hijos por darme la oportunidad de amarlos profundamente, alimento de mi alma. Stephanía, mi compañía y ternura, ella sintió mi ausencia, aun estando a su lado. Eisen quien me ha enseñado a mantener la esperanza de que algunos elementos de mi existencia sirvan de ejemplo en la suya.


A mi madre y mis hermanos un verdadero apoyo, fuerza, cariño y comprensión en momentos que sentía desfallecer

A Alicia quien me alentó a no claudicar, a seguir hasta lograrlo por confiar en mí, gracias amiga...”

Liliana Rincón Reyes


“A la tenacidad de mi hijo Andrés, a la pasión de mi hijo David, a los anhelos de mis estudiantes y a la consagración de mis colegas”

Alicia Rodríguez

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 140	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado en maestría de profundización.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central.
Título del documento	Construcción de la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias.
Autor(es)	Rincón Reyes, Liliana; Rodríguez Rodríguez, Carmen Alicia.
Director	Malagón Sánchez, José Francisco; Sandoval Osorio, Sandra.
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 140 pág.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	Actividad Experimental, Análisis Histórico crítico, fenomenología, relaciones de proporcionalidad y equivalencia, comportamiento discreto.

2. Descripción
<p>En este documento se presenta el proceso investigativo que se llevó a cabo para la conceptualización del comportamiento de la materia, desde la construcción de la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias, tomando como base los análisis histórico críticos y la actividad experimental.</p> <p>El análisis histórico crítico, posibilita la derivación de elementos para lograr establecer relaciones entre la interacción y la actividad química de las sustancias, con el comportamiento discreto de la materia. Estos elementos conllevan a la elaboración de una ruta de trabajo en el aula haciendo énfasis en la construcción de la fenomenología de la combinación de las sustancias y vinculando en el trabajo experimental la cuantificación de volúmenes y masa, con el fin de inferir las relaciones numéricas que evidencian el comportamiento discreto.</p> <p>Este trabajo se desarrolla en el contexto del programa de Maestría en docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional y se encuentra inscrito en la línea de investigación del grupo de Física y Cultura.</p> <p>La investigación parte de la reflexión pedagógica y la búsqueda de elementos y estrategias que permitan la adquisición de aprendizajes con mayor significado sobre el comportamiento de la materia y las relaciones que se establecen en su interacción, con lo que se pretende lograr implicaciones en la enseñanza de la Química.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Enciclopedia de la Universidad</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 140	

3. Fuentes

Avogadro, A. (1811). (. Journal de Physique 73, Editor) Recuperado el Agosto de 2013, de Essay on a Manner of Determining the Relative Masses of the Elementary Molecules of Bodies, and the Proportions in Which They Enter into These Compounds: <http://web.lemoyne.edu/~giunta/avogadro.html>

Ayala, M., (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Revista Pro- Posições, v. 17, n. 1 (49) - jan./abr. 2006. Facultad de Educación, Brasil. En http://mail.fae.unicamp.br/~proposicoes/textos/49_dossie_ayalammam.pdf.

Dalton, J. (1808). (Manchester, Productor) Recuperado el Julio de 2014, de A New System of Chemical Philosophy.: <http://web.lemoyne.edu/~giunta/dalton.html>

Faraday, M. (1934). Experimental Researches in Electricity- seventh series. En R. S. London, *Philosophical Transactions*. London: Richard Taylor.

Gay-Lussac, J. L. (1809). *Memorias del Sociéte d'Arcueil 2 , 207 (1809) [de Henry A. Boorse y Lloyd Motz, eds., El mundo del átomo , vol. 1 (Nueva York: Basic Books, 1966) (Traducción: Alambique del Club Reimpresión N ° 4)]*. Recuperado el Agosto de 2013, de Memoria sobre la combinación de sustancias gaseosas entre sí: <http://web.lemoyne.edu/~giunta/gaylussac.html>

Hegel, W. F. (1968). Enciclopedia de las Ciencias Filosóficas. Instituto Cubano del libro. (1999). Investigaciones Lógicas 2. En E. Husserl. Universidad Alianza.

Proust, J. L. (1806). (. Journal de Physique 63, Productor) Recuperado el Julio de 2014, de Sur les mines de cobalt, nickel et autres: <http://web.lemoyne.edu/giunta/proust2.html>


Heidegger, M. (1923) La vía fenomenológica de la hermenéutica de la facticidad. En: Hermenéutica de la Facticidad. Curso del semestre de verano de 1923.

Husserl, E. (1999) "Investigaciones Lógicas 2" Universidad Alianza pág. 89, 90 Traducción elaborada por Manuel García Morente, José Gaos

Malagón, J. F., Ayala, M. M., Sandoval, S., & Tarazona, L. (2007). La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias. Bogotá: Proyecto CIUP-Universidad Pedagógica Nacional.

Reyes, J.D. (2009) La organización de la experiencia y la elaboración de conceptos. Fase inicial de la constitución de los conceptos de átomo e ion. Programa Curricular de Licenciatura en Física Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá.

Sandoval S. (2008) "La comprensión y construcción fenomenológica: Una perspectiva desde la formación de maestros de ciencia". Tesis de Grado presentada, Magister de Educación Universidad Pedagógica Nacional.2008.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 140	

4. Contenidos


En esta Tesis se presentan seis capítulos: en el primero se formula la situación de estudio, su justificación y se describe la metodología; en el segundo se encuentra el análisis histórico –crítico de textos y documentos de los científicos de la antigüedad, que aportaron al desarrollo de la ciencia y en especial al fenómeno sobre el comportamiento discreto de las sustancias. En el tercero se presentan consideraciones sobre la construcción de la fenomenología como una forma de proceder en el aula, que posibilita la comprensión e interpretación de las cualidades macroscópicas de las sustancias a partir de su interacción no aparente o perceptible, en donde la actividad experimental juega un papel fundamental en la elaboración y refinamiento de explicaciones en torno al fenómeno estudiado mejorando así su comprensión. En el cuarto se muestra la experiencia de aula trabajada para poner a prueba la tesis, se desarrolla en cuatro fases con distintas intencionalidades que conllevan a la construcción de la fenomenología de la interacción de las sustancias, en el quinto se da a conocer las construcciones logradas y su implicación en la enseñanza de las ciencias naturales, para finalizar se ponen en consideración las conclusiones a las que llegan las autoras. Además se encuentran en los anexos las guías correspondientes a cada fase, que fueron realizadas con los estudiantes de la institución.

5. Metodología

En la investigación se abordan dos aspectos fundamentales, en primer lugar el papel del análisis histórico crítico en la re-significación de la discretización de la materia, a partir de los trabajos realizados por Berthollet, Proust, Dalton, Gay Lussac, Avogadro y Faraday. En segundo lugar el papel de la actividad experimental a través de los procesos de observación, organización y conceptualización del fenómeno.

Estos aspectos están plasmados en una propuesta de aula que consta de 4 fases concebidas como producto de las reflexiones y construcciones hechas por las autoras a partir del análisis histórico-crítico del comportamiento discreto de las sustancias en las interacciones químicas. En cada una de estas etapas se pretende que mediante el establecimiento de relaciones e implicaciones surgidas en el proceder fenomenológico, los estudiantes construyan las relaciones de interacción y equivalencia de las sustancias, partiendo de la observación detallada de las cualidades del fenómeno y la caracterización mediante la comparación, contrastación y diferenciación, logrando así hacer generalizaciones que les proporcionen elementos para construir esquemas teóricos y contrastarlos con planteamientos de los científicos en los diferentes momentos del desarrollo de la química.

Esta propuesta se implementó con treinta y cuatro estudiantes de grado décimo del colegio Grancolombiano, localidad 7 Bosa, jornada de la mañana.

 UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL <i>Formadora de Profesores</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 140	

6. Conclusiones

En el desarrollo de la investigación se consolida la importancia de la construcción de la fenomenología en el desarrollo de las clases de Ciencias, se tiene en cuenta la elaboración de un análisis histórico crítico en el establecimiento de relaciones entre la interacción de sustancias y el comportamiento determinado que tienen las mismas y se recalca el papel de la construcción de la fenomenología a través de la ruta de trabajo para la comprensión de la interacción química de las sustancias, además se deducen las relaciones numéricas que evidencian el comportamiento discreto de las mismas.


En el análisis histórico crítico el diálogo con los autores aportó al conocimiento de las combinaciones químicas y permitió extraer elementos claves para la organización del fenómeno y para construir la fenomenología, re-significando el papel que tiene el establecimiento de las propiedades que lo definen en la construcción de magnitudes. Revisar fuentes primarias de los científicos de otras épocas permitió la derivación de elementos para la construcción de significados de los diferentes fenómenos y llevó a transformar de alguna manera la enseñanza de la ciencia y a plantear estrategias metodológicas para lograr procesos de conceptualización en los estudiantes.

La construcción del modo de proceder y las relaciones que se establecieron entre lo que se observó y se interpretó del fenómeno, teniendo en cuenta la experiencia, permitió hacer y aprender ciencia. Desde esta perspectiva la fenomenología es una alternativa para lograr una mayor eficacia en el aprendizaje. Facilita el acercamiento del estudiante a la situación de estudio o fenómeno, pero teniendo en cuenta que la ciencia es una actividad de personas comunes que hacen parte de un contexto y que tienen experiencias, las cuales pueden ser modificadas para construir el conocimiento como producción social.

La apertura de espacios en el aula para la actividad experimental, teniendo como protagonista a los estudiantes, conlleva la comprensión y estructuración de conocimientos, el planteamiento de inquietudes para ampliar la experiencia y las actividades intencionadas posibilitan a los estudiantes la conceptualización sobre el comportamiento de las sustancias.

La forma como se planteó la ruta pone de manifiesto que la observación, descripción y reflexión permitió caracterizar el comportamiento que tienen las sustancias y establecer relaciones entre dichas características que constituyen unas regularidades en las combinaciones que llevan a suponer el comportamiento discreto de la materia.

Para llegar a la comprensión y conceptualización del comportamiento discreto de las sustancias se tuvo en cuenta que en una reacción química en la que las sustancias entran en combinación, la manera de evidenciar las transformaciones ocurridas es mediante la descripción cualitativa y cuantitativa de sus propiedades. La correspondencia de los componentes iniciales, que cambian con las sustancias que se forman, pudo demostrar que hay una interacción entre las sustancias y si la relación de las masas de los reactivos en los productos resultantes es idéntica, es decir, si no cambia la composición de las sustancias resultantes al variar

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 140	

las cantidades de reactivos, se puede establecer la base para describir un compuesto afirmando que tiene una composición fija o característica. Esta conceptualización es favorecida al construir la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias, con lo que se argumenta esta Tesis.

Al finalizar el trabajo se motivan discusiones y reflexiones con aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales en donde se evidencia la necesidad de construir relaciones entre elementos históricos, teóricos, culturales y vivenciales de estudiantes y docentes que hacen parte del proceso enseñanza y aprendizaje.

Elaborado por:	Rincón Reyes, Lilibiana; Rodríguez Rodríguez Carmen Alicia.
Revisado por:	Malagón Sánchez, José Francisco; Sandoval Osorio, Sandra.

Fecha de elaboración del Resumen:	06	11	2014
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	14
Revisión de antecedentes	14
Situación de estudio	20
Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos	24
Aspectos metodológicos	24
Análisis Histórico Crítico	24
Formulación de tesis, organización y construcción del fenómeno	25
Diseño e implementación de ruta de aula	25
Sistematización	26
CONSIDERACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DISCRETO DE LAS SUSTANCIAS	29
Primer acercamiento a la composición de las sustancias	30
Determinación de las leyes que rigen las proporciones en las combinaciones de las sustancias	33
Determinación de las proporciones de equivalencia en la descomposición de las sustancias	42
LA CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA: CAMINO A LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DISCRETO DE LAS SUSTANCIAS	47

Observación e interpretación del fenómeno	50
Organización de las experiencias.....	52
Concreción conceptual.....	53
Formalización de relaciones	55
Conceptualización del comportamiento discreto de las sustancias a partir de la construcción de la fenomenología.	57
El papel de la actividad experimental en la construcción de la fenomenología	59
Observación de la interacción de las sustancias, caracterización del fenómeno.....	62
Establecimiento de relaciones y proporciones en las combinaciones, generalizaciones y socialización del comportamiento de las sustancias en la interacción.	64
DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE AULA	66
Proceso de sistematización	69
Sistematización fase 1: Explicitación de saberes.....	70
Identificación de la manera como entienden las combinaciones químicas	73
Caracterización de las transformaciones químicas	75
Sistematización fase 2: Indagación acerca de la combinación de las sustancias	86
Sistematización fase 3: Relaciones y proporciones en las combinaciones químicas	92
Sistematización fase 4: Construcción de explicaciones y socialización.....	96
Electrólisis del agua	98
Electrodeposición.....	99
Cinta de magnesio con ácido clorhídrico.....	99
Carbonato de calcio con ácido clorhídrico.....	100

Identificación de elementos que favorecen la comprensión del comportamiento discreto	101
Caracterización de las transformaciones químicas.	101
Cuantificación de propiedades para establecer relaciones.	102
Formalizaciones logradas a partir de la actividad experimental y la ruta de aula.	105
REFLEXIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	107
Análisis histórico crítico	107
La construcción de la fenomenología a través de la ruta de trabajo para la comprensión de la interacción química de las sustancias.....	110
La inferencia de relaciones numéricas que evidencian el comportamiento discreto de las sustancias químicas	112
Implicaciones en la docencia de las ciencias naturales	114
BIBLIOGRAFÍA.....	116
 ANEXO 1. OBSERVACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE LAS SUSTANCIAS	
 ANEXO 2. INDAGACIÓN ACERCA DE LA COMBINACIÓN DE LAS SUSTANCIAS	
 ANEXO 3. RELACIONES, EQUIVALENCIAS, GENERALIZACIONES Y SOCIALIZACIÓN DE LA INTERACCIÓN Y EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA QUE DETERMINAN SU DISCRETIZACIÓN	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Relación entre cantidades de reactivos y productos (masas).....	89
Ilustración 2. Relación entre cantidades de reactivos y productos (volúmenes)	90
Ilustración 3. Comparación de productos obtenidos con la variación de uno de los reactivos	90
Ilustración 4. Determinación de cantidad de producto en una reacción de sustitución	90
Ilustración 5. Relaciones volumen – corriente eléctrica	94
Ilustración 6. Variaciones de masa con la corriente eléctrica	95
Ilustración 7. Relaciones volumen – corriente eléctrica	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructura general de la propuesta de aula	68
Tabla 2. Explicitación de saberes: Actividad N° 1 y 2 observación de la interacción de las sustancias.....	70
Tabla 3 Explicitación de saberes: Actividad N° 1 y 2 Pensemos como se dieron los cambios.....	75
Tabla 4 Explicitación de saberes: Actividad N° 3 y 4 Electrolisis y Electrodeposición	78
Tabla 5 Explicitación de saberes: Construcción de primeras explicaciones	84
Tabla 6 Indagación acerca de la combinación de las sustancias: Síntesis de la formación de sales.....	86
Tabla 7 Indagación acerca de la combinación de las sustancias: Conclusiones a partir del análisis de gráficos	88
Tabla 8 Indagación acerca de la combinación de las sustancias: Electrolisis del agua y Electrodeposición de Zn y Cu	92
Tabla 9 Relaciones, equivalencias y generalizaciones	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Etapas de la investigación.....	24
Figura 2. Relaciones e implicaciones de asumir el proceder fenomenológico.	50
Figura 3 Esquema del proceso de sistematización.....	69
Figura 4 Esquema síntesis fase 1	85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Determinación de volumen de hidrogeno en una reacción de sustitución... 59	59
Fotografía 2. Observación de la formación del carbonato de calcio.....	62
Fotografía 3 . Observación de la formación del cloruro de magnesio	63
Fotografía 4. Caracterización de las transformaciones químicas	70
Fotografía 5. Construcción de las primeras explicaciones.....	85
Fotografía 6. Cuantificación de masas y volúmenes	86
Fotografía 7. Discusión sobre regularidades encontradas en las actividades experimentales.....	91
Fotografía 8. Electrolisis del agua	92
Fotografía 9. Socialización de relaciones establecidas.....	97
Fotografía 10. Formalización de relaciones	98
Fotografía 11. Explicación del fenómeno	99

INTRODUCCIÓN

En los fines 7 y 9 de la Ley General de Educación se indica que la educación debe responder a que los jóvenes logren acceder al conocimiento, a la ciencia y a la tecnología, desarrollando la reflexión, la capacidad crítica, para mejorar en el avance científico, social y económico del País. Desde este punto de vista se debe procurar desarrollar en el aula procesos que posibiliten pensar, explorar fenómenos, cuestionarlos, comprenderlos logrando explicarlos.

Es necesario por lo tanto en el marco de la reflexión pedagógica, hacer uso de otras formas de enseñanza que permitan adquirir aprendizajes más significativos, el presente trabajo nace de dicha reflexión, en especial teniendo en cuenta la situación que se presenta en las clases de Química en donde los procesos de construcción de conocimiento de los estudiantes se ve afectado por la manera como se asume la enseñanza de conceptos, principios y teorías, los cuales son poco comprendidos.

Es preocupante ver como los contenidos de la asignatura carecen de sentido para los estudiantes, por lo que su aprendizaje resulta poco significativo convirtiéndose en un proceso memorístico y repetitivo que no les permite explicar la manera como se dan las interacciones químicas. Las razones pueden estar enmarcadas en factores de diversa índole, en especial el desinterés en una clase mecánica en donde las explicaciones surgen de las teorías dadas a los estudiantes. Esta situación ha llevado a reflexionar sobre la necesidad de implementar estrategias que permitan que el estudiante construya conocimiento a partir de otros modos de actuar en el aula. Con este trabajo se aportan elementos para la reflexión sobre la enseñanza del comportamiento de la materia y las relaciones que se establecen en su interacción.

Esta investigación, se realiza con estudiantes que hacen parte de la institución Colegio Grancolombiano, con quienes se pretende, a partir de la interacción de sustancias construir la fenomenología de las relaciones que se establecen para que a partir de ello

puedan conceptualizar y comprender temas básicos de la química, además dará alternativas para mejorar el nivel de argumentación y explicación de fenómenos relacionados con la combinación y equivalencia de sustancias, mejorar habilidades como la identificación, la explicación y la indagación, que permiten establecer relaciones con la ciencia y la comprensión de sucesos químicos.

Además sirve a los docentes del área de Ciencias de la institución, por cuanto se pretende hacerlos partícipes de los resultados del proceso y a través de ello invitarlos a reflexionar sobre sus prácticas de enseñanza, también se espera con el desarrollo de este trabajo permear a los docentes de las demás áreas, teniendo en cuenta que el proyecto educativo del colegio, plantea los referentes desde la relación que se da entre varias asignaturas (ejes), lo que conlleva a una educación interdisciplinaria, entonces esta investigación impacta positivamente toda la institución, ayudando a repensar la práctica educativa, ofreciendo a los jóvenes una manera de comprender y aprender de forma más significativa, dotándolos de herramientas para la comprensión de las diferentes temáticas.

El presente trabajo se desarrolla en el colegio Grancolombiano, localidad 7 Bosa, jornada de la mañana, ciclo V, con el grado 1001. Con este grupo se construye la fenomenología de la interacción y la equivalencia del comportamiento químico de las sustancias, favoreciendo la conceptualización del comportamiento discreto de la materia, muy importante en la comprensión de la química.

En esta investigación se presentan cinco capítulos: en el primero se formula la situación de estudio, su justificación y se describe la metodología; en el segundo se encuentra el análisis histórico-crítico de textos y documentos de los científicos de la antigüedad, que aportaron al desarrollo de la ciencia y en especial al fenómeno sobre el comportamiento discreto de las sustancias.

En el tercero se presentan consideraciones sobre la construcción de la fenomenología como una forma de proceder en el aula, que posibilita la comprensión e interpretación de

las cualidades macroscópicas de las sustancias a partir de su interacción no aparente o perceptible, en donde la actividad experimental juega un papel fundamental en la elaboración y refinamiento de explicaciones en torno al fenómeno estudiado mejorando así su comprensión.

En el cuarto se muestra la experiencia de aula trabajada para poner a prueba la tesis, se desarrolla en cuatro fases con distintas intencionalidades que conllevan a la construcción de la fenomenología de la interacción de las sustancias, en el quinto se da a conocer las construcciones logradas y su implicación en la enseñanza de las ciencias naturales, para finalizar se ponen en consideración las conclusiones a las que llegan las autoras. Además se encuentran en los anexos las guías correspondientes a cada fase, que fueron realizadas con los estudiantes de la institución.

Durante los estudios de Maestría y desarrollo de esta tesis, muchas personas hicieron de este proceso un camino agradable, enriquecedor e interesante, muchas gracias: A los asesores por el respeto a este trabajo, su amable disposición y tiempo dedicado para orientarnos, sus conocimientos compartidos, valiosas sugerencias y observaciones que enriquecieron esta investigación. La orientación de la línea sobre fenomenología permitió a las autoras comprender que la enseñanza de la Ciencia es un campo muy amplio para ser investigado y profundizado, lo que muestra caminos académicos muy interesantes. A los estudiantes del colegio Grancolombiano en donde se realizó la ruta de aula, siempre expectantes frente a la actividad experimental. A la familia por su apoyo, consideración y permanente estar al lado. A los compañeros de la maestría con quienes se compartió amistad, conocimientos y momentos muy agradables. A Dios por su iluminación en los momentos en los que la mente queda en blanco, por dar la fortaleza necesaria para poder asumir con esperanza las dificultades presentadas en el camino y por la bendición de alcanzar una meta más. A todos los que de alguna forma contribuyeron con la elaboración de este trabajo mil gracias.

PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Revisión de antecedentes

Se realizó revisión de trabajos relacionados con el tema, se encontró que existe una gran preocupación por la didáctica de las ciencias, en especial en lo que tiene que ver con la práctica pedagógica, la forma como enseña el docente, pero también la forma como aprende el estudiante, colocando toda la atención en algunos conceptos como el de mol.

Rodríguez (2011), realizó la investigación: *Reconstrucción del concepto de discontinuidad mediante la solución de problemas*, en la Universidad Pedagógica Maestría en Química, en ella se abordó una reconstrucción del concepto de discontinuidad de la materia, se trabajó con dos grupos de estudiantes experimental y de control, dando soluciones a problemas reales, a partir de conceptos previos propios de la intuición cognitiva del estudiante, se utilizó modelos previamente analizados y estructurados en busca de un aprendizaje significativo, el autor diseña y aplica una unidad didáctica, experimental, contribuyendo de forma dinámica al proceso estructural del concepto de discontinuidad de la materia.

Se llegó a la conclusión que las diferencias entre las concepciones iniciales y las finales sobre discontinuidad mejoran las explicaciones a fenómenos físicos con componentes micro para los modelos de la cinética molecular, los cambios de estado y para la naturaleza eléctrica de la materia, (Rodríguez, 2011).

Este trabajo da luces importantes sobre la forma de construcción del concepto de la discontinuidad de la materia, utiliza un trabajo didáctico centrado en la resolución de problemas. Sin embargo no deja de ser una estrategia de clase que no establece un conocimiento que pueda ser utilizado para el resto de temáticas de la asignatura.

Ramírez, (2011), realizó la investigación: *Aplicación de conceptos y relaciones estequiométricas en el trabajo practico experimental*, en la Universidad Pedagógica, Maestría en Química, en ella se diseña e implementa una estrategia didáctica fundamentada en el trabajo práctico experimental para la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría, sus conceptos y las relaciones que se dan en esta rama auxiliar de la química.

La estrategia metodológica está construida desde el modelo de los trabajos prácticos experimentales de Aureli Caamaño. La evaluación del aprendizaje significativo se hizo desde aspectos cualitativos tales como la observación, comparación, el manejo de los mapas conceptuales, el desarrollo de diagramas heurísticos, la resolución de problemas y la implementación de analogías para ello.

Desde el aspecto cuantitativo se hace un análisis estadístico de los resultados obtenidos en la implementación de los instrumentos planteados. Ramírez (2011)

La autora llega a las siguientes conclusiones: Los estudiantes se encuentran en un nivel inicial novato en los manejos de conceptos relacionados con cambios químicos, leyes ponderales y aspectos cuantitativos que se generan desde la relación entre dichos conceptos, así como la dificultad para proponer estrategias experimentales que les permitiera comprobar fenómenos.

Posteriormente se van familiarizando con el proceso de construcción o diseño de posibles experimentos que los acercan a la interpretación de fenómenos y por ende se facilita el aprendizaje mediante la ilustración de conceptos y la interpretación de experiencias.

Este trabajo muestra la importancia de las prácticas experimentales para acercar a los estudiantes a los fenómenos, la experimentación en esta tesis tiene como finalidad principal la comprobación de teorías y a partir de ello lograr un aprendizaje significativo y la elaboración de conceptos y argumentación de situaciones observadas, sin embargo

no es evidente la construcción que logran los estudiantes al poner en práctica las unidades didácticas diseñadas por la autora.

Aldana (2011) realizó la investigación: *Estrategias de aula para generar aprendizaje significativo del concepto de mol y desarrollar habilidades de pensamiento para la solución de problemas en química*, en la Universidad Nacional de Colombia, en ella presenta una estrategia de aula para alcanzar un aprendizaje significativo del concepto de mol y alcanzar habilidades de pensamiento que faciliten la solución de problemas en Química para estudiantes de grado décimo.

La investigación se realizó en cuatro fases. En la fase 1 se trabajaron los conceptos previos esenciales para la comprensión de la temática y se verificó que los estudiantes comprendían los conceptos de: masa atómica, electronegatividad, electrones de valencia, entre otros. Esta verificación se llevó a cabo mediante ejercicios de aplicación en el papel. La fase 2 consistía en la aplicación de las guías de aprendizaje activo relacionadas con las propiedades de la materia y la notación científica. En la fase 3 se realizó una estrategia de aula dirigida al desarrollo de habilidades de pensamiento y el aprendizaje significativo del concepto de número de Avogadro, la comprensión de la dimensión del concepto y un análisis del alcance a nivel macroscópico del concepto de cantidad correspondiente ha dicho valor. En la fase 4 se continuó con el concepto de mol como una cantidad de sustancia química empleada para referirse a elementos, compuestos y algunas otras entidades químicas dentro de una ecuación y/o reacción química; a partir de una guía de aprendizaje activo.

Las conclusiones a las que llegaron fueron: La estrategia de aula basada en guías de aprendizaje activo permitió desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento en la resolución de problemas en química, relacionados a las propiedades físicas de la materia: masa, volumen y densidad, integrando el trabajo práctico manual contextualizado con las teorías científicas que explican las relaciones existentes entre el número de partículas de un elemento y/o sustancia química y el concepto de mol.

En el trabajo de aula y la implementación de la estrategia metodológica se detectaron dos grandes inconvenientes que retrasaron el normal desarrollo de las actividades y que son factores asociados al proceso de enseñanza – aprendizaje: La poca capacidad lectora y la poca capacidad matemática.

Las metodologías que buscan lograr en los estudiantes habilidades de pensamiento, un aprendizaje significativo y mejorar la memoria de largo plazo, permiten la interiorización de las teorías científicas trabajadas y la utilización de un lenguaje más elaborado

La elaboración de la bitácora, permite el desarrollo de habilidades básicas de pensamiento en los estudiantes en la medida en que es allí donde consignan sus consultas bibliográficas, confrontan sus predicciones con los resultados obtenidos en las prácticas contextualizadas, toman atenta nota de los conceptos que necesitan para afianzar o poner a prueba sus ideas previas.

En esta investigación se plantea que para lograr la comprensión del concepto de mol el estudiante debe manejar una serie de conceptos teóricos y tener ciertas habilidades matemáticas que le van a permitir entender y comprobar experimentalmente el concepto que la ciencia ha establecido.

Estos trabajos revisados proponen estrategias didácticas para dinamizar el entendimiento de conceptos ya elaborados que pueden ser comprobados a partir de actividades experimentales que facilitan su utilización. En ningún momento pretenden que el estudiante construya una conceptualización propia que pueda irse ampliando y/o transformando en la medida en que se planteen nuevas situaciones, en las cuales se ponga en juego su comprensión del fenómeno.

Farieta, (2010), realizó la investigación: *Trasposición didáctica del trabajo de Amadeo Avogadro*, en la Universidad Pedagógica Maestría en Química, en ella se presentan aspectos relacionados con la trasposición didáctica del trabajo de Amadeo Avogadro y el

análisis de los libros de texto más utilizados por docentes de química de algunos colegios de Bogotá al igual que por docentes del programa de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional. A partir de un análisis histórico-epistemológico, se establecen 10 criterios de análisis especificados en cuatro categorías, los cuales fueron la base para determinar la relación existente entre el saber sabio, para este caso la lectura de los originales, en relación con el saber enseñado, en este caso lo que se presenta en libros de texto (Farieta 2010)

Este trabajo hace un recuento histórico de la forma como Avogadro conceptualizó la constitución de la materia, pasando por los estudios de varios científicos y revisa concienzudamente la forma cómo se desarrolla el concepto de átomo en los diferentes textos. Si bien es muy importante el trabajo con fuentes originales esto no da luces de la posibilidad que tiene el estudiante de producir su propia conceptualización y con ella desarrollar las temáticas de clase. Sin embargo el análisis histórico del trabajo de Avogadro, aporta al presente trabajo algunos elementos importantes en la relación que se da entre las proporciones determinadas en las combinaciones de los gases, los cuales se tienen en cuenta en la construcción de la fenomenología de la discretización de la materia elaborado por las autoras.

Reyes (2009) en su artículo *La organización de la experiencia y la elaboración de conceptos. Fase inicial de la Constitución de los Conceptos de Átomo e Ion*, parte del análisis histórico de los trabajos realizados por Max Planck en su "Treatise of Thermodynamics" sobre el peso molecular y los argumentos presentados por Robert Millikan en su texto "The Electron", muestra la manera como se construyen los conceptos de átomo e ion como resultado de una estrategia de organización de la experiencia relacionada con la combinación de sustancias y gases, y con la conductividad electrolítica y gaseosa.

En primer lugar el proceso constructivo de la discretización de la materia descrito en el artículo es resultado del desarrollo de dos ideas de partición:

La primera plantea la discretización de la actividad química como un primer paso en la construcción de las ideas sobre la estructura de la materia, en un sentido atómico, basándose únicamente en los pesos equivalentes y su poder de actividad, de esta forma muestra cómo a partir de los resultados experimentales obtenidos del estudio de la combinación de las sustancias y la organización de la experiencia se configura la idea de la discretización de la materia.

Estima que la primera discretización se puede considerar cuando se combinan dos elementos ya que *"la combinación sólo tiene lugar cuando se cumplen proporciones de PESO definidas entre las sustancias a combinar"* (Reyes 2009) , con base en lo cual se ha definido el peso equivalente y a partir de este se puede establecer el número de equivalentes contenidos en las sustancias, dado por la razón entre el peso total de esta sustancia con su peso equivalente, surgiendo una primera idea de partición de la materia.

La segunda idea de partición tiene en cuenta el papel del volumen en las combinaciones químicas, la combinación de gases a las mismas condiciones de presión y temperatura se realiza siguiendo también proporciones simples y fijas de volúmenes, significando que los equivalentes de las sustancias que se combinan cambian sus respectivos volúmenes en la misma proporción. Esto sugiere un nuevo criterio para dar cuenta de las combinaciones entre sustancias, el cual involucra la consideración de particiones de igual volumen en los gases que se encuentran a la misma temperatura y presión, de estas particiones surge el término moléculas.

Con la electrolisis, aparece la posibilidad de asociar una cantidad definida de electricidad a cada paquete de actividad mínima, permitiendo establecer una relación entre la "afinidad química" y la fuerza eléctrica, por medio del análisis de los pesos de depósito de material y las cantidades de electricidad utilizadas. Se construyen las relaciones entre estos dos conceptos, surgiendo la posibilidad de concebir particiones de electricidad que le corresponderían a particiones de masa.

Lo anterior posibilita al autor, configurar el concepto de ión como base de explicación de dichos fenómenos a partir del carácter discreto de la relación materia-electricidad.

Este trabajo aporta elementos importantes en dos sentidos, en primer lugar en cuanto a la manera de abordar el análisis histórico crítico, pues establece un dialogo con los autores de las fuentes primarias y extrae elementos para la conceptualización de su objeto estudio y en segundo lugar hace un gran aporte a la manera de entender el concepto de discretización y la manera de trabajarlo experimentalmente.

Por lo anterior, el presente trabajo busca profundizar en la comprensión del comportamiento discreto de las sustancias, a partir de la construcción de la conceptualización de la misma, como base para el desarrollo de las demás temáticas de educación básica y media.

Situación de estudio

El comportamiento de la materia no ha sido un aspecto relevante en la enseñanza de la química para estudiantes de secundaria, la preocupación se ha centrado en explicar la forma como se estructura la misma y se ha entendido como la unión de partículas o pequeños trozos que componen un todo. En cuanto al aprendizaje de la misma se tiene la concepción de que la materia está constituida por partículas indivisibles o átomos, teoría muy antigua que continua siendo transmitida y para los jóvenes es una simple repetición sin que lleve al cuestionamiento o a la inquietud de profundizar en el tema. En el momento de revisar los conocimientos que se pueden generar en los estudiantes, se detectan los grandes vacíos para dar explicaciones sobre sucesos ocurridos en la química, probablemente porque además el docente deja de lado los estudios críticos de la historia que faciliten entender la forma como los científicos en la antigüedad llegaron a estas teorías y a saber que la materia es compuesta y que por medio de esta afirmación se llegó a postulados que condujeron a la observación cuantitativa de la naturaleza y que abrió camino a la teoría atómica moderna posibilitando que estas personas del siglo XIX, estudiaran y plantearan la forma como se comporta la materia. Este estudio histórico critico permitiría conceptualizar y construir elementos para mejorar la enseñanza de la química.

Lavoisier fue precursor en este aspecto, estableció las bases de la química como ciencia cuantitativa al señalar que la masa total en una reacción química no se altera. Al poco tiempo Lavoisier llegó a la conclusión que un compuesto contiene elementos en ciertas proporciones definidas y Dalton propusieron las leyes de las proporciones definidas y múltiples, al realizar la explicación experimental de la naturaleza de la materia, Dalton encontró que ciertos elementos se combinan en más de un conjunto de proporciones, lo que llevó a la base de la teoría atómica, esta exponía que si los átomos eran indestructibles, entonces los átomos presentes antes de una reacción química deben también estar después de la reacción, lo que explicaba la ley de conservación de la materia de Lavoisier, además que todos los átomos de los elementos son idénticos y se combinan en proporciones fijas de números enteros explicando la ley de Proust.

Luego con los estudios de Gay Lussac y Avogadro sobre los volúmenes de los gases demostraron importantes relaciones entre números sencillos que permitieron entender su comportamiento. La ley de Gay Lussac llevó a que Avogadro planteara que la relación de los gases que reaccionaban o se formaban era la misma que la relación entre partículas, átomos o moléculas que reaccionaban o se formaban de cada gas. Estos estudios también llevaron a afirmar que los átomos de un mismo elemento pueden unirse entre sí de lo que se deduce el concepto de molécula (agrupación de átomos).

De forma paralela Faraday trabajó en la descomposición electroquímica, estableciendo regularidades que la explica y a partir de ellas llegó a la conclusión de que tanto las cargas positivas como las negativas están divididas en porciones elementales definidas.

Es así como a lo largo de la historia, la materialización del concepto átomo con el desarrollo de la teoría atómica y al estudiar los fenómenos ocurridos en los gases observando las reacciones de composición y descomposición de las sustancias o en la electroquímica para determinar la cantidad de masa depositada en los electrodos o la cantidad de electricidad requerida para tal propósito se establecen experimentalmente relaciones de proporcionalidad y equivalencia, evidenciando la manera discreta en que se

comporta la materia que permiten calcular y predecir regularidades, las cuales han posibilitado la determinación de valores como el peso atómico, peso de equivalentes, cantidad de corriente, composición de sustancias, etc.

De otra parte en el entorno se pueden observar fenómenos químicos o cambios que ocurren en la naturaleza de la materia que tienen que ver con las sustancias que la constituyen, se ha visto la combinación de sustancias como algo que pareciera obvio, sin embargo es importante caracterizarlas y reconocerlas para entender la forma como se producen y aplicar dicho conocimiento en otras situaciones de estudio.

Muchos de estos conceptos científicos de la química se apoyan en relaciones de proporcionalidad, lo cual es necesario para comprender principios en la que los datos, relaciones numéricas y principios constitutivos de los compuestos tienen importancia creciente. Por esta misma razón comprender dichas relaciones se puede constituir como un nexo entre diferentes temáticas de la química y hacer que se ponga de manifiesto sus relaciones reforzando su aprendizaje y contribuyendo como hilo conductor a un conocimiento más profundo de cada concepto químico. De la misma forma llevar a los estudiantes a desarrollar habilidades para resolver problemas y pensar de forma crítica, aprender a manejar ideas cuantitativas, palabras y conceptos, permitirá un medio eficaz para describir el mundo que les rodea y lograr un mejor aprendizaje de la química.

Inicialmente los problemas químicos pueden resolverse con aplicación de fórmulas y bases teóricas, pero esos cálculos y teorías son insuficientes para comprender lo que sucede, por lo que es necesario utilizar la actividad experimental, para la comprensión de los fenómenos, sin embargo es difícil evitar que inclusive allí existan muchas limitantes para dar explicaciones. Es por esto que el proceder fenomenológico permite la construcción de explicaciones a partir del establecimiento de relaciones que surgen de la observación, comparación, diferenciación y descripción del fenómeno, que posibilitan ampliar la experiencia y atribuir significados propios, es una estrategia adecuada para la enseñanza de la química.

La cuestión no se reduce únicamente a diseñar estrategias didácticas en las cuales se facilite la aplicación de un concepto definido previamente, sin entender el origen del mismo, se debe ir más allá orientando la construcción del concepto a partir de comprender las dinámicas que lo generan, mediante una observación intencionada que conlleve a describir, diferenciar, comparar, interrogar y socializar las ideas que se tienen del fenómeno para ir transformando la percepción del mismo y con ello ir conceptualizándolo.

Es por esta razón que se quiere orientar este trabajo con estudiantes del grado 1001, estudiantes entre 14 a 17 años, que inician de manera formal el estudio de la química como asignatura básica del Eje Científico Técnico en el colegio Grancolombiano, hacia el estudio fenomenológico de la discretización de la materia que permita comprender las relaciones de interacción y equivalencia que se dan en su comportamiento, de esta manera establecer a partir de ellas la determinación y uso de constantes químicas para definir conceptos los cuales pueden ser re-significados al entender de donde surgen, sus implicaciones y sentido en la resolución de problemas teóricos y prácticos.

Todos estos planteamientos llevan a considerar y argumentar la tesis: **La construcción de la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias favorece la conceptualización del comportamiento discreto de la materia.** Para hacerlo se plantean los siguientes objetivos:

Objetivos

Objetivo general

Construir la fenomenología de la interacción y equivalencia de la actividad química de las sustancias que conlleve a la conceptualización del comportamiento discreto de la materia.

Objetivos específicos

- Establecer un análisis histórico-crítico que permita derivar elementos para relacionar la interacción y el comportamiento químico de las sustancias con el comportamiento discreto de la materia.
- Plantear una ruta de trabajo en el aula que haga énfasis en la construcción de fenomenologías para la comprensión de la interacción química de las sustancias.
- Inferir las relaciones numéricas que evidencian el comportamiento discreto de las combinaciones químicas, a partir del trabajo experimental y el análisis entre cantidades de volúmenes y masas.

Aspectos metodológicos

En esta tesis se plantean pasos que permiten lograr los objetivos trazados. (Fig. 1)



Figura 1 Etapas de la investigación

Análisis Histórico Crítico

Uno de los temas que más inquietó desde el inicio de la Maestría, fue la posibilidad de enseñar efectivamente el concepto de mol y los cálculos estequiométricos, a partir de dicha situación surge la necesidad de leer documentos originales y secundarios de los científicos que conceptualizaron, organizaron y explicaron conceptos como mol,

combinación de sustancias, cálculos en las reacciones químicas. La lectura de dichos textos llevó a hacer interpretaciones y a extraer elementos fundamentales que permitieron llegar a construcciones que aún se utilizan. El diálogo con los autores de fuentes primarias permitió ampliar la comprensión y conceptualización de la manera como se dan las interacciones de las sustancias y con ello cuestionar y confrontar el modo como se lleva al aula para su conceptualización, lo que conllevó a constituir el análisis histórico crítico con el que se pretende estructurar una forma propia de comprender la discretización de la materia a partir de los elementos que surgen al examinar dichos trabajos realizados a través de la historia para explicar las interacciones químicas.

Esta situación conllevó a repensar y replantear cuál era la necesidad fundamental, de esta manera se colocó como prioridad estudiar un modo de actuar que junto a la actividad experimental facilitara la conceptualización de un fenómeno que al comprenderse podría ser base para los temas antes mencionados.

Formulación de tesis, organización y construcción del fenómeno

Al tener claridad de donde se derivaron los conceptos que motivaron el análisis histórico, surgen elementos importantes para la construcción del fenómeno, tales como la interacción que se da entre sustancias, su comportamiento, equivalencia, proporcionalidad, lo que lleva al planteamiento de la tesis que se argumenta en el presente trabajo. Para lo cual se inició una organización y construcción de una forma de proceder fenomenológica en la que la actividad experimental facilita la construcción del fenómeno.

Diseño e implementación de ruta de aula

Del análisis histórico realizado surgieron variadas reflexiones frente al papel tan importante que puede tener la actividad experimental, como espacio de construcción de explicaciones, de donde se planearon actividades intencionadas en las que los elementos anteriormente mencionados fueron relevantes y lograron aportar mayor re-significación a las combinaciones químicas, consolidando aspectos fundamentales como la

caracterización, la comparación y la predicción de comportamientos de las sustancias que conduciría a ver su interacción como fenómeno. Entonces se inició el diseño de una ruta de aula y su posterior implementación que llevaría a la construcción de la fenomenología de estudio. De cada fase de la implementación de la propuesta de aula, se tomaron diversos registros tales como fotos, grabaciones de audio, video y guías de trabajo.

Sistematización

Luego de la implementación de la ruta de aula se toman los datos recopilados, se procede a su ordenamiento y clasificación bajo determinados criterios que surgen de la manera como los estudiantes van significando la interacción de las sustancias.

En esta etapa de la investigación se parte del hecho que las autoras participan interactuando con los jóvenes, y se analizan y comprenden las respuestas de ellos, su producción y construcción desde las representaciones surgidas, eliminando o apartándose de sus prejuicios y creencias, teniendo como base el acercamiento a la fenomenología.

Por otra parte se tuvo en cuenta en la sistematización dos momentos: el primero es la observación de la interacción de las sustancias y caracterización del fenómeno y el segundo el establecimiento de relaciones de proporcionalidad y equivalencia. Es necesario evidenciar las interpretaciones que lograron los estudiantes, por lo que se emplea el enfoque Interpretativo, éste se encuentra condicionado por las características de los procesos de enseñanza aprendizaje y la intención con que se realiza este estudio. Por el carácter subjetivo y complejo que se da en los procesos de enseñanza aprendizaje se utiliza este enfoque que permite comprender el significado y sentido de las acciones observables que ocurren en el aula, para esto se utilizan procedimientos o medios precisos, bien definidos, adaptados al fenómeno, conocidos como técnicas, se trabajó:

Observación.

La observación posibilita establecer relaciones entre las autoras y los estudiantes de los que se obtiene datos de la forma como están viendo el fenómeno; los aspectos que se pueden observar están determinados por los objetivos de la investigación y por los

recursos humanos y técnicos disponibles. Como instrumento de investigación etnográfica esta la observación personal participante como técnica empírica e intensiva por el tipo de información que interesa obtener. (Báez y Pérez, 2007)

Análisis del discurso.

Se llama análisis de discurso, a la comprensión e interpretación de textos producidos por personas en una construcción teórica elaborada en situaciones de interacción de unos con otros. Estos discursos son sistemas estructurados y ordenados que derivan de las discusiones que se dan entre los sujetos durante la construcción fenomenológica.

Análisis histórico – crítico

Permite revisar los estudios pasados, reunir, examinar, seleccionar y clasificar los hechos de acuerdo a lo que se necesite, realizando una interpretación adecuada y permitiendo un análisis crítico de los mismos, que conlleve a una aproximación a la verdad y a la explicación de diversos hechos.

En el desarrollo de estas técnicas se utilizaron instrumentos de registro como: Instrumentos mecánicos (fotografías, videos), Cuadros de registro, Cuadros de categorías, Cuadros comparativos y las guías trabajadas por los estudiantes.

Se diseñaron y desarrollaron tres guías con cuatro fases, las cuales fueron trabajadas con los estudiantes en diez sesiones. Los estudiantes construyeron la fenomenología de la interacción de las sustancias y se hizo un seguimiento de tres aspectos: La construcción de explicaciones, Relaciones de números enteros sencillos y equivalencia entre sustancias, La conceptualización del comportamiento discreto de la materia.

Conclusiones.

En esta parte final de la investigación, se elaboraron consideraciones, en las que se destacó el rol desempeñado por cada uno de los aspectos tenidos en cuenta, para la argumentación de la tesis planteada. Estas conclusiones llevan a una reflexión profunda

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

de la labor que se tiene como orientador del proceso en el aula, el cual debe privilegiar estrategias que encaminen al desarrollo de habilidades para conceptualizar y comprender los fenómenos de las ciencias.

CONSIDERACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DISCRETO DE LAS SUSTANCIAS

La organización de la materia es un tema que a lo largo de la historia ha capturado el interés de muchos científicos, preocupados por estudiar la estructura, comportamiento y propiedades de las sustancias. Dar respuesta a estas inquietudes generó intensas discusiones acerca de las sustancias que reaccionan y la manera en que lo hacen para formar nuevos compuestos.

El interés manifiesto por comprobar y demostrar las hipótesis propuestas para responder los interrogantes generados en los diferentes momentos del desarrollo de la química, llevó a los científicos a utilizar diferentes métodos y técnicas experimentales que permitieron observar el comportamiento de las sustancias al ser sometidas a diferentes procesos físicos y químicos y con ello suponer la forma en que estas están constituidas.

Para iniciar es pertinente preguntarse qué concepción se tenía del comportamiento de las sustancias y qué relaciones se establecían para explicar la manera como se presentaba en la escala microscópica lo que se observaba macroscópicamente. Durante siglos proliferaron las interpretaciones corpusculares y mecanicistas de los fenómenos físicos. En el siglo XVII y principios del XVIII, la química era considerada una ciencia menor entre los científicos, por lo que los enfoques que predominaban para explicar los fenómenos químicos se intentaron explicar en términos físicos de corpúsculos que se asociaban según su forma y tamaño. Según esta teoría, la reacción entre un ácido y un metal ocurriría porque entre los corpúsculos del metal hay huecos, que permiten que los corpúsculos del ácido penetren en ellos terminando por romper su estructura original, propiciando una nueva reorganización de todas estas partículas. Más adelante se dio otra explicación, considerando las fuerzas de atracción y repulsión entre ellas, del tipo newtoniano; desde esta perspectiva la explicación la encontraríamos suponiendo que

entre el ácido y el metal se crean unas fuerzas de atracción, que hacen que las dos sustancias se combinen formando otra. Un tercer enfoque, en posición totalmente opuesta era en la que se encontraban los no corpuscularistas como Stahl, quienes sólo admitían la formación de sustancias por combinación de dos principios: el agua y la tierra, distinguiendo tres tipos de tierras, la *vitrificable* que confiere la solidez, la *flogística* ligera e inflamable y la *mercurial* responsable de la maleabilidad y del brillo metálico. Desde este punto de vista se puede explicar la reacción entre un ácido y un metal suponiendo que ésta es posible porque poseen un principio común. (Martín Reyes, 2010).

Es evidente el interés manifiesto por resolver las dudas generadas al no saber de qué manera eran conformados los compuestos existentes, es necesario aclarar que estos estudios se inician mucho antes del desarrollo de la teoría atómica que conocemos actualmente, y que aunque se emplea en algunos de ellos el término molécula, esta no tiene la connotación conceptual que se maneja hoy en día.

Al hacer un recorrido histórico del proceso de construcción de la forma como se componen y combinan las sustancias es necesario ubicarnos al final del siglo XVIII para vislumbrar los resultados de los estudios realizados.

Para dar cuenta de la manera como se combinan las sustancias al formar compuestos se centra la atención en los trabajos realizados por Berthollet, Proust, Dalton, Gay-lussac, Avogadro y Faraday, quienes a partir de sus diseños experimentales, en los que emplearon diferentes métodos para estudiar algunas de las propiedades de las sustancias, pudieron establecer relaciones y proporciones de la variación de dichas propiedades y con esta base formular principios que rigen el comportamiento de las sustancias

Primer acercamiento a la composición de las sustancias

Claude Louis Berthollet en 1803 afirmó que la composición de las combinaciones químicas variaba de manera permanente. Para él la capacidad de una sustancia para

unirse con otra dependía de la cantidad presente de cada una de ellas en la mezcla de reacción, es decir que al variar la cantidad de los reactivos se podían obtener diferentes productos si se variaban las condiciones experimentales, alterando así el resultado final de la reacción. Observando los depósitos de carbonato sódico en las orillas de los lagos salados en Egipto estudió la formación de esta sustancia, concluyendo que se formaban por reacción de la sal disuelta en las aguas con la piedra caliza, advirtió que la reacción era la inversa de la que tenía lugar en el laboratorio, por lo que supuso que la gran concentración de sal en el agua forzaba a que la reacción tomase un sentido opuesto al habitual consideró que la reacción se afectaba debido a la cantidad de uno de los reactivos presentes (Esteban Santos & Peral Fernandez, 2007)

Berthollet plantea entonces que la interacción química es dependiente de la masa, y que en toda unión química existe una insensible gradación en las proporciones de los principios de constitución, lo que lo llevó a afirmar que las sustancias se combinaban en proporciones variables e indefinidas y que la composición de las especies químicas originadas dependía de la forma en que se preparan. Suponía que al calentar un metal en presencia de aire, sobre la superficie de este aparecían diferentes tonalidades que podían tomarse como evidencia de la serie de óxidos posibles del metal, las cuales tenían un límite máximo y uno mínimo. (Izquierdo Sañudo, Eral Fernández, De la Laza Pérez, & Troitiño Nuñez, 2013)

Esto conllevó a muchas discusiones y uno de los contradictores más fuertes fue **Joseph Louis Proust** quien estuvo en contra de sus afirmaciones, la discusión se centró en casos particulares como los óxidos y los sulfuros metálicos. Berthollet afirmaba que se podían formar los óxidos en un rango continuo de proporciones, sostenía una variación continua en las proporciones de oxígeno y metal en la combinación, Berthollet creía que las disoluciones eran compuestos químicos producidos por las mismas fuerzas que aquellos que operaban en cualquier tipo de reacción, pero ejercidas más débilmente. Decía, por ejemplo, que cuando una sal se disolvía en agua, estas sustancias estaban unidas por cierta afinidad. Para él nunca hubo una diferencia entre disolución y combinación, ambos

eran manifestaciones de la misma acción química en diferentes grados; de acuerdo a esto las aleaciones y soluciones eran compuestos químicos de composición variable. (Furió Mas & Padilla Martínez, 2003)

Proust convencido a través de numerosas observaciones de las relaciones cuantitativas de las sustancias combinadas, suponía la existencia de dos grados de oxidación para los metales; encontró que un compuesto siempre contenía los mismos elementos en la misma relación de masa y postuló la generalización de que todos los compuestos contienen elementos en ciertas proporciones definidas y no en otras combinaciones, independiente de las condiciones en las que se hubiesen formado. Proust definió un compuesto químico, considerando que su propiedad fundamental es la proporcionalidad definida y fija de los elementos que lo forman y lo enuncia: *“De acuerdo con nuestros principios.....un compuesto es una sustancia como lo es el sulfuro de plata, de antimonio, de mercurio, de cobre, como lo es un metal oxidado, un combustible acidificado, etc.; es un producto privilegiado al cual la naturaleza asignó proporciones fijas.”* (Proust, 1806, pág. 63)

Con los trabajos realizado por Bertollet y Proust se inicia la comprensión de cómo se lleva a cabo una reacción química, dando relevancia a la cuantificación de la masa de los elementos que la conforman como característica fundamental para determinar cómo se componen las sustancias, es decir que los cuerpos no se combinan en cantidades aleatorias, sino que guardan unas proporciones que deben obedecer a algún motivo.

Estos trabajos dieron paso al planteamiento de una serie de interrogantes acerca de la composición de las combinaciones químicas, debido a que no encontraban una explicación satisfactoria que respondiera a cómo se daban estas relaciones y a qué se debían. El químico inglés John Dalton, considerando los trabajos realizados por Proust y analizando estos procesos, constató que frecuentemente dos elementos al combinarse daban lugar a más de un compuesto diferente, lo que lo condujo a explicar este comportamiento a partir de la constitución y organización interna de la materia.

En la construcción de la fenomenología que se trata en esta investigación, es relevante que la cantidad de masa de las sustancias que interactúan en una combinación química sea determinante en la constitución fija y en las características del compuesto que se forma, dado que con los mismos elementos se pueden producir varios compuestos, este comportamiento lleva a establecer un primer criterio de la actividad química de la materia.

Determinación de las leyes que rigen las proporciones en las combinaciones de las sustancias

Se inicia esta discusión teniendo en cuenta lo planteado por Dalton, quien aseguró que todos los cuerpos están constituidos de un número inmenso de partículas extremadamente pequeñas a las que llamó átomos, mantenidas juntas por una fuerza de atracción, que evita la separación de las partículas llamada atracción de cohesión, afirmaba que cada mínima parte de una sustancia resultante de una combinación (compuesto) está constituida por una porción muy pequeña de materia que conserva las propiedades de dicha sustancia, es decir los compuestos pueden ser un conjunto de agrupaciones iguales; los compuestos químicos muestran proporciones fijas de peso, producto de la combinación de los elementos; los elementos constan de partículas discretas y los compuestos son agrupaciones de estas partículas que se forman a partir de una única combinación de las mismas.

Establece la forma como están constituidas las sustancias simples y compuestas de acuerdo al número de partículas que los forman, dice que si hay dos cuerpos, A y B, dispuestos a combinarse, el orden en que las combinaciones se dan son: un átomo binario AB, un átomo ternario AB_2 o A_2B , un átomo cuaternario AB_3 o A_3B y así sucesivamente. Estableció como reglas para determinar las combinaciones que cuando se da solo una combinación debe ser binaria, cuando se dan dos combinaciones una debe ser binaria y la otra ternaria, cuando se dan tres combinaciones una es binaria y las otras dos ternarias, si

son tres combinaciones habrá que esperar un *binario*, dos *ternarios*, y uno *cuaternario*, etc. (Dalton, 1808).

Dalton partiendo del interés por las propiedades y estructura física de los gases y con el fin de explicar la uniformidad y el comportamiento de las mezclas gaseosas realizó numerosos estudios en los que consideró que los gases debían estar constituidos por partes o partículas sencillas. Para él, si en una reacción se combinaban en uno de los reactivos dos partículas, debía haber dos unidades de volumen y si en el otro reactivo actuaba una partícula era una unidad de volumen.

Este estudio fue importante, pues retomó el concepto de átomo para explicar la discontinuidad de la materia, se basó en que las sustancias elementales no se podían descomponer, que tenían siempre las mismas características si hacían parte de un mismo elemento y que al unirse formaban compuestos.

Introduce un nuevo componente o característica de las sustancias que le permite dar valor cuantitativo a la masa de las sustancias que se combinan, este es el peso de combinación de un elemento que es la cantidad de este que se combina o reacciona con un peso fijo de otro. Realizó los cálculos para determinar los pesos de los elementos utilizando como unidad el hidrógeno por considerarlo como el más ligero de los elementos, de acuerdo con lo cual consideró la formación de algunos compuestos binarios como el agua formada de hidrógeno y oxígeno, encontrando que se formaban 98 partes en peso de oxígeno y 14 partes de hidrógeno con lo que concluyó que el oxígeno pesaba $98/14 = 7$ veces más que el hidrógeno, los pesos relativos de sus dos átomos elementales guardan la razón de 1:7 aproximadamente; de forma similar calculó los valores para el amoníaco de hidrógeno y nitrógeno y los pesos relativos de sus dos átomos guardan la razón de 1:5, aproximadamente; el gas nitroso de nitrógeno y oxígeno y los pesos relativos de sus dos átomos están en la razón 5:7, aproximadamente. (Dalton, 1808)

Estableció de esta manera el concepto de peso equivalente asociado a la noción de peso atómico, significando las cantidades ponderables en que los cuerpos se combinan, expresados a través de la relación invariable entre los pesos, siendo estos siempre relativos con referencia al hidrógeno, de acuerdo con ello determinó que el ácido nítrico puede ser un compuesto binario o ternario, según como se obtenga; que se forma de un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno y su peso es 19; que el óxido nitroso es un compuesto similar al ácido nítrico y consiste de un átomo de oxígeno y dos de nitrógeno y su peso es 17; que el ácido nitroso es un compuesto binario de ácido nítrico y gas nitroso, y su peso es 31 y que el ácido oxinítrico es un compuesto binario de ácido nítrico y oxígeno, y su peso es 26. (Dalton, 1808)

Estas disertaciones le permitieron establecer que se puede presentar la combinación de dos elementos para dar lugar a varios compuestos, concluyendo que dada una cantidad de peso fijo de uno de los elementos combinado con un mismo peso o diferentes cantidades del otro, da como producto compuestos que guardan entre sí una relación que se expresa por medio de números enteros sencillos, pudiendo formar más de un compuesto a partir de variadas relaciones o proporciones, conduciendo este planteamiento a fijar un peso relativo de combinación a cada elemento, éste, es la cantidad de un elemento que se combina con el peso determinado de otro elemento que se está tomando como referencia, al que se le llamará peso equivalente.

Surge entonces la pregunta ¿por qué unos átomos se reúnen y forman grupos (moléculas) y otros no? De acuerdo con la teoría de Dalton se puede plantear que una sustancia está formada por dos o más elementos que tienen la misma masa o número relativo de partículas de cada elemento. Que durante la combinación de las sustancias, la cantidad de partículas de cada elemento constituyente en las sustancias que reaccionan son exactamente correspondientes con las que se producen, es decir que si las partículas son indivisibles, el número de ellas, que hacen parte de un elemento, debe permanecer constante sin importar las modificaciones que se produzcan.

Se puede entonces afirmar que aunque la propuesta de Dalton explica adecuadamente la manera como se dan las combinaciones químicas entre dos elementos esta presenta ciertos inconvenientes como que los átomos iguales no se podían combinar, debido a sus repulsiones mutuas, y sugiere que las regularidades de las combinaciones tienen que observarse en los pesos atómicos relativos, si se dispone de los datos experimentales de los pesos de combinación de dos elementos y se conocen sus masas atómicas, se podría conocer la fórmula del compuesto. Además no consideraba para nada los volúmenes, con respecto a lo cual decía que las reacciones entre gases tienen que producir necesariamente un descenso en el número de átomos libres y por tanto tienen que ir acompañadas siempre por una contracción de volumen, contrariamente a lo observado.

Paralelo a las investigaciones realizadas por Dalton, Joseph-Louis Gay Lussac avanzaba en determinar si los compuestos se forman en todo tipo de proporciones, mediante una serie de experimentos para medir las relaciones en volumen en las que los gases reaccionan. Se inicia caracterizando los fluidos elásticos (gases) como sustancias que poseen propiedades que dependen de las fuerzas de cohesión, cuando la atracción de sus moléculas es destruida bajo circunstancias similares obedecen leyes simples y regulares, que dependen de las condiciones de calor y presión produciendo aumento o disminución de volumen.

Gay Lussac experimentó con volúmenes diferentes de fluorobórico, gas muriático, y los gases carbónicos¹ haciéndolos reaccionar con volúmenes iguales de amoníaco, en estas reacciones los resultados obtenidos se vieron afectados por las condiciones experimentales, dependiendo de si colocaba primero uno de ellos y agregaba el otro después. Obtuvo dos tipos de sales con algunos de ellos, por ejemplo un carbonato compuesto por 100 partes de gas carbónico y 200 partes de amonio y otro carbonato compuesto de volúmenes iguales de gas carbónico y amoniaco, con estos resultados concluyó que en la obtención de una sal neutra o una sub-sal, sus elementos se combinan

¹ El gas muriático conocido como ácido clorhídrico, "gas fluorobórico" (ácido fluorobórico) es un complejo entre el fluoruro de hidrógeno y trifluoruro de boro: $\text{HF} \cdot \text{BF}_3$ y "El gas carbónico", también conocido en este momento como ácido carbónico.

en proporciones sencillas que pueden considerarse como límites a sus proporciones. De estos resultados concluyó que los ácidos toman exactamente su propio volumen de gas amoniacado para formar sales neutras y para la formación de las sub-sales toman el doble de volumen de gas amoniacado, mostrando así que los gases se combinan entre sí en proporciones simples. (Gay-Lussac, 1809)

Halló resultados similares al estudiar los compuestos de nitrógeno con oxígeno, las proporciones en volumen encontradas de nitrógeno con oxígeno fueron: para el óxido nitroso 100:50, para el gas nitroso 100:100 y para el ácido nítrico 100:200. Por el contrario observó que al mezclar 50 partes de oxígeno con 100 partes de óxido de carbono se producen 100 partes de gas ácido carbónico, con lo que determinó que no sólo se combinan en proporciones sencillas, sino que la reducción de volumen que sufren al combinarse tiene también una relación simple respecto del volumen de por lo menos uno de ellos. (Gay-Lussac, 1809)

De sus experimentos pudo concluir que los compuestos de sustancias gaseosas siempre se forman en proporciones muy simples, que la relación de combinación es de 1 a 1, 1 a 2, o de 1 a 3, observó que al considerar los pesos no existe una relación simple y finita entre los elementos de un compuesto, pero los gases sí parecen combinarse en proporciones simples por volumen y es sólo cuando hay un segundo compuesto entre los mismos elementos que la nueva proporción del elemento que se ha agregado es un múltiplo de la primera cantidad, dando lugar siempre a compuestos cuyos elementos en volumen son múltiplos de unos a otros. Estas proporciones en volumen no se observan con sustancias sólidas o líquidas, solamente se dan en gases en los que se presentan las mismas condiciones de temperatura y presión, lo que los lleva a obedecer unas mismas leyes. (Gay-Lussac, 1809)

La teoría de Gay-Lussac no logró explicar por qué en unos casos se producía contracción de volumen y en otros no. Para interpretar estos resultados, propuso que las combinaciones se realizaban de modo continuo, de acuerdo con la ley de las proporciones

indefinidas de su maestro Berthollet, pero que estaban especialmente favorecidas cuando los elementos cumplían relaciones sencillas o proporciones múltiples, según lo que denominaba "*la ingeniosa idea*" de Dalton. Con esto intentaba conciliar dos teorías contradictorias.

Las evidencias empíricas sobre cómo se componen las sustancias presentadas por Dalton, al estudiar las proporciones fijas de peso en que éstas se combinan y las de Gay-Lussac al analizar las relaciones de volumen en su combinación, permiten establecer propiedades de las sustancias fundamentales para entender la forma como interactúan, a través de la determinación de la masa y el volumen, se puede caracterizar su composición mediante el establecimiento de las proporciones que guardan entre sí al formar productos, estas relaciones que definen el comportamiento de las sustancias y que se dan en relaciones de números enteros, dan las primeras evidencias de la discontinuidad de la materia al mostrar un comportamiento discreto.

Es así como durante los primeros años del siglo XIX quedaba clara la manera como los elementos se combinaban para formar compuestos, convirtiéndose estas proporcionalidades en la piedra angular de la química y abriendo a la vez un amplio panorama de interrogantes acerca de las proporciones cuantitativas de las sustancias en los compuestos, con relación al número de moléculas que se forman.

Amadeo Avogadro considerando los trabajos realizados por Dalton y Gay Lussac sobre las leyes de proporciones definidas y múltiples y sobre las relaciones sencillas en los volúmenes de gases que reaccionan, realizó numerosos estudios centrando la atención en los análisis volumétricos para determinar las proporciones cuantitativas de las sustancias en los compuestos, consideró que esta dependía sólo del número relativo de moléculas que se combinan y del número de moléculas compuestas que se forman, supuso que el número de moléculas integrales en cualquier gas es siempre el mismo para volúmenes iguales, o es siempre proporcional a los volúmenes de los gases. De acuerdo a esto consideró posible determinar las masas relativas de las sustancias que se combinan ya

que estas están dadas por la densidad de los gases a igual volumen, temperatura y presión, comparadas con el aire como unidad. (Avogadro A. , 1811).

Supone que una molécula compuesta debe tener su masa igual a las masas de las moléculas que la componen de tal manera que el número relativo de moléculas en un compuesto, se puede encontrar por la razón entre los volúmenes de los gases que lo forman *“Por ejemplo, como los números 1.10359 y 0.07321 que expresan las densidades de los gases oxígeno e hidrógeno.., y como la razón entre los dos números representa en consecuencia la razón entre las masas de iguales volúmenes de estos dos gases, dicha razón también representaría, de acuerdo con nuestra hipótesis, la razón de las masas de sus moléculas. Así, la masa de la molécula de oxígeno será, aproximadamente, 15 veces mayor que la masa de la molécula de hidrógeno, o más exactamente, 15.074...Por otro lado, como sabemos que la proporción de los volúmenes de hidrógeno y oxígeno en la formación de agua es de 2 a 1, resulta que el agua es producto de la unión de cada molécula de oxígeno con dos de hidrógeno”*. (Avogadro A. , 1811)

Avogadro argumenta que si en la formación de un compuesto una molécula de una sustancia se une con dos o más moléculas de otra sustancia, la sustancia resultante debería tener una masa igual a la suma de las masas de esas moléculas y que el número de moléculas del compuesto formado debería permanecer igual al número de moléculas de la primera sustancia, en las combinaciones gaseosas cuando un gas se combina con dos o más veces su volumen de otro gas, el compuesto resultante deberá tener un volumen igual al del primero de estos gases, pero de acuerdo a los resultados experimentales en general esto no ocurre, en el agua en estado gaseoso el volumen es dos veces mayor que el volumen de oxígeno que entra e igual al volumen de hidrógeno, en lugar de ser igual al volumen de oxígeno. (Avogadro A. , 1811)

Para explicar este comportamiento propone que las moléculas que constituyen cualquier gas simple no están formadas por una sola molécula elemental sino por la unión de cierto número de ellas; de modo que cuando estas moléculas se combinan con moléculas de

otra substancia para formar una molécula compuesta, estas se dividen en dos o más partes para formar una molécula resultante que estará compuesta de un medio, un cuarto, etc., del número de moléculas elementales que formaban las moléculas integrales de cada uno de los gases que toman parte en la reacción, es fácil ver que la combinación reduce dos moléculas diferentes a una (molécula compuesta), y que habría contracción de todo el volumen de uno de los gases si cada molécula compuesta no se dividiera en dos moléculas de la misma naturaleza. De esta manera se puede explicar también el por qué la masa de las moléculas compuestas no es excesiva en comparación con la suma de las masas de moléculas de substancias simples que la componen. (Avogadro A. , 1811)

Sus postulados fueron planteados en *Annales de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, (1811), en su texto "Essay on a Manner of Determining the Relative Masses of the Elementary Molecules of Bodies, and the Proportions in Which They Enter into These Compounds" en el que formuló su hipótesis que permitiría explicar la Ley de los volúmenes de combinación, teniendo como condición que se entendiera que las substancias que reaccionan no eran átomos, sino agrupaciones de átomos, a las que dio el nombre de moléculas, plantea que las moléculas que constituyen cualquier gas simple no están formadas por una sola molécula elemental sino por cierto número de estas moléculas elementales y que cuando dos moléculas de esta naturaleza se combinan para formar una molécula compuesta, la molécula resultante estará compuesta de un medio, un cuarto, etc., del número de moléculas elementales que formaban cada uno de los gases que toman parte en la reacción, de esta forma el número de moléculas integrales del compuesto obtenido resulta ser el doble, el triple, el cuádruple, etc., del que hubiera sido de no haber ocurrido alguna división; de esta manera encuentra una forma de determinar las masas relativas de moléculas elementales de substancias y el número de las mismas, en proporciones que permiten entrar en combinación. Luego de realizar numerosos estudios y experiencias afirmó que se pueden obtener las masas relativas de las moléculas a partir de las razones de las densidades de los diferentes gases, comparadas con el aire como unidad, es decir, que las relaciones de las masas moleculares son las mismas que las relaciones de las densidades de los diferentes gases y que el número de

moléculas en una combinación, es determinado por la relación de los volúmenes de los gases que la forman, entonces, la relación entre la densidad de dos gases que entran en combinación representa la relación de las masas de sus moléculas, una molécula integral debe tener su masa igual a las masas de las moléculas que la componen.

Avogadro reconoció de esta manera que existe una relación numérica sencilla, tanto entre los volúmenes de los gases que se combinan, como entre el volumen del gas compuesto y los de sus constituyentes, advirtiendo también una relación sencilla entre los números de moléculas que forman iguales volúmenes de gases distintos.

Los razonamientos de Avogadro sobre los trabajos de Dalton y Gay-Lussac aportaron además de elementos para caracterizar las sustancias por sus propiedades como la masa, la cual fue determinada más efectivamente a través de las densidades de las sustancias y el volumen de combinación, estos razonamientos le permitieron determinar el número relativo de moléculas en los compuestos y la manera como se organizaban para formar moléculas de sustancias puras o compuestas, dando nuevos elementos para considerar la discontinuidad de la materia.

La relación de masa particular entre los componentes de cualquier sustancia sugiere la existencia de un principio estructural determinado por la forma en que las partes se unen entre sí. Para obtener relaciones cuantitativas en la combinación de partículas, es necesario saber las masas de esas partículas en cada elemento que hace parte de la reacción. La relación entre las masas correspondientes a estas partículas se puede expresar en términos de números relativos de partículas de los elementos que constituyen los compuestos.

Estos trabajos conllevan a advertir la existencia de relaciones sencillas entre las partículas que componen una sustancia elemental, así como en las agrupaciones que forman una sustancia compuesta, estas equivalencias permiten establecer relaciones cualitativas y cuantitativas al realizar una combinación de sustancias entre las sustancias reaccionantes

y las sustancias que se producen, derivando que en una reacción química la masa no se crea, ni se destruye, sólo cambia de una sustancia a otra por reorganización de partículas en donde las relaciones de proporcionalidad que se establecen reflejan el comportamiento discreto de las sustancias.

Determinación de las proporciones de equivalencia en la descomposición de las sustancias

El establecimiento de relaciones de proporcionalidad en las combinaciones químicas no solamente se da mediante las evidencias consideradas en la medición de las variaciones de la masa y el volumen sino que se pueden caracterizar también al relacionar estas propiedades con otra cuyas fluctuaciones igualmente permitan establecer razones de variabilidad, como la cantidad de electricidad capaz de descomponer un compuesto químico.

Michael Faraday creó una teoría descriptiva de la electricidad y formuló las leyes cuantitativas de la electrolisis, relacionando las cantidades de carga eléctrica con los cambios en la composición de los sistemas químicos. En 1834 presentó los resultados de su trabajo sobre la descomposición que sufren algunos compuestos químicos cuando a través de ellos pasa corriente eléctrica.

Fue quien sugirió la nomenclatura electroquímica. Propuso dar el nombre de *electrólisis* a la ruptura de moléculas por una corriente eléctrica, definió los polos como las puertas o caminos por donde la corriente eléctrica pasa dentro y fuera de los cuerpos en descomposición, propuso el empleo del término “*electrodo*” para la superficie metálica introducida en la solución, especificó el *ánodo* como la superficie en la que la corriente eléctrica entra caracterizándolo como negativo y al extremo positivo como *cátodo*, considerándolo como la superficie por la que la corriente sale de la sustancia en descomposición, Llamó *electrolito* a la solución a través de la cual fluye la corriente, por ser sustancias que se descomponen directamente liberando elementos disociados, los

definió como cuerpos que pueden pasar a los electrodos positivo o negativo por influencia de una atracción directa y denominó iones a los productos de la disociación explicándolo así: *“Por último, requiero un término para expresar esos cuerpos que pueden pasar a los electrodos,...a medida que avanzan bajo la supuesta influencia de una atracción directa al polo positivo o negativo.... Propongo distinguir dichos cuerpos llamando esos aniones que van al ánodo del cuerpo en descomposición; y los que pasan a la del cátodo, cationes; y cuando tengo ocasión de hablar de ellos juntos, voy a llamarlos iones. Así, el cloruro de plomo es un electrolito, y cuando es electrolizada evoluciona los dos iones, cloro y plomo, siendo el primero un anión, y el segundo un catión”*. (Faraday, Experimental Researches in Electricity- seventh series, 1834, pág. 79)

Utilizó un instrumento de medición de corriente, que había inventado llamado “volta electrómetro”, compuesto de dos tubos de vidrio graduados provistos con electrodos que contenían agua acidulada. En él recolectaba hidrógeno y oxígeno mezclado o hidrógeno solo, dando la cantidad de gas recolectado una medida de la corriente que había pasado. Recurrió al uso de electrodos de diferentes sustancias, así como también al uso de combinaciones en las que el metal bajo investigación era empleado como electrodo positivo, de manera que habría una transferencia directa del metal de un electrodo al otro, Los resultados de estos experimentos lo llevaron a concluir que sin importar el electrodo utilizado la cantidad de masa obtenida por la descomposición electroquímica está en proporción directa con la cantidad de electricidad que pasa, encontró que el electrodo positivo perdía tanto peso como el electrodo negativo lo ganaba y todo en proporción equivalente al agua descompuesta en el voltámetro. Hizo pruebas de la ley electrolítica definida para el agua, bajo una diversidad de condiciones, variando el tamaño, la distancia y la naturaleza de los electrodos, así como la concentración y el tiempo de exposición del proceso, encontró, que a pesar de las variaciones en las condiciones y circunstancias, los productos de la electrólisis siempre aparecían en una proporción fija, demostrando con ello que la descomposición electroquímica no depende del tamaño de los electrodos ni de la concentración de la solución utilizada, sino esencialmente de la intensidad de la corriente eléctrica que pasa, lo verificó cuando hizo pasar una corriente eléctrica por una muestra de agua, en la que obtuvo ocho partes de oxígeno por una de hidrógeno,

concluyendo con esto, que una carga eléctrica fija cedida en la electrólisis producía cantidades constantes de los elementos disociados. Esta observación, lo llevó a definir la descomposición electroquímica como el efecto producido por una acción corpuscular interna, ejercida de acuerdo con la dirección de la corriente eléctrica. Entre las actividades experimentales realizadas por Faraday, se encuentran la electrólisis de muchas sustancias, entre ellas el protocloruro de estaño (SnCl_2) fundido y mediante el voltámetro, halló el volumen de gas que le llevó a determinar el equivalente electroquímico del estaño, datos similares obtuvo con el cloruro de plomo, para el que consiguió resultados aproximadamente iguales al equivalente químico del plomo. (Faraday, *Experimental Researches in Electricity*- seventh series, 1834)

Dedujo que debería existir una cantidad irreducible de carga necesaria para disociar un compuesto, la carga utilizada para producir las cantidades observadas de hidrógeno u oxígeno a partir de agua, por ejemplo, era un múltiplo de la unidad electrolítica de carga básica, para todas las sustancias electrolíticas el poder químico de una corriente eléctrica, es decir la cantidad de sustancia descompuesta, está en proporción directa a la cantidad de electricidad que pasa, afirma que la relación entre las masas de los elementos en los productos de una reacción electrolítica debe corresponder a la relación entre las masas de los elementos en la sustancia que se electroliza; dedujo que aquello que la misma cantidad de electricidad descompone son los equivalentes electroquímicos, planteó que al pasar una corriente por un sistema químico, la cantidad de sustancias que se obtienen y se separan son variables y siempre están en la misma relación de los equivalentes químicos de las mismas sustancias, estableció que los equivalentes electroquímicos son siempre constantes, es decir el número que representa el equivalente electroquímico de una sustancia A es el mismo cuando se está separando de una sustancia B que al separarse de una tercera sustancia C, por lo tanto el equivalente electroquímico del oxígeno es el mismo si la separación es del hidrógeno, del estaño o del plomo y el equivalente electroquímico de plomo es invariable en la separación de este del oxígeno del cloro o del yodo.

Determinó los equivalentes electroquímicos para un gran número de sustancias por métodos electrolíticos, por lo que consideró los equivalentes electroquímicos y los equivalentes químicos como idénticos. (Faraday, 1849).

Los trabajos realizados por Faraday aportan un nuevo criterio para abordar la fenomenología en estudio, al determinar la forma como están constituidas las sustancias en una combinación química. A partir de la medición de magnitudes como la masa y el volumen, al someterlas a la acción de una corriente eléctrica, es posible establecer las razones de variación de sus componentes y con ello expresar la relación en que estos se encuentran en los compuestos, de esta manera, los efectos que produce la corriente eléctrica sobre las sustancias proporcionan nuevas evidencias del comportamiento discreto de la materia.

Es importante reconocer que científicos como Proust, Berthollet, Dalton, Gay Lussac, Avogadro y Faraday realizaron observaciones muy detalladas, tomaron datos precisos y organizaron su experiencia, lo que les permitió por medio de modelos propios de explicación plantear la manera como la materia se comporta en las combinaciones químicas y por medio de la construcción de los fenómenos llegar a conceptos fundamentales en la química actual.

A través del análisis histórico realizado se pudieron extraer elementos para la comprensión del comportamiento discreto de las sustancias, mediante el estudio cualitativo y cuantitativo, de donde surgen las variaciones entre la masa de combinación y las proporciones que guardan entre ellas, de la misma manera las que se presentan en los volúmenes y en la cuantificación de la corriente eléctrica, lo cual permitió establecer un comportamiento que dejó ver las relaciones de equivalencia surgidas y que da luces sobre la forma como se construye la fenomenología de la interacción y la conceptualización del comportamiento discreto. Se puede entonces identificar tres propiedades que permiten comprender el comportamiento de las sustancias en una combinación química ya explicadas en el presente texto: la masa, el volumen y la corriente

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

eléctrica, las relaciones que se pueden construir entre ellas llevan siempre a establecer unas regularidades en las combinaciones químicas como evidencias del comportamiento discreto de la materia que permiten determinar la proporcionalidad y equivalencia que se da en la interacción de las sustancias.

A partir de la actividad experimental se pretende la construcción y concepción de la discretización de la materia partiendo de la observación, organización y explicación de experiencias y actividades experimentales relacionadas con la interacción y combinación de sustancias, descripciones cualitativas y cuantitativas de su respectivo estudio de proporciones.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA: CAMINO A LA CONCEPTUALIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DISCRETO DE LAS SUSTANCIAS

El conocimiento de la química como ciencia que busca la comprensión del mundo a través de la observación y la experiencia, es posible, a partir de la comprensión y conceptualización que parte de formas de proceder o reflexionar frente a hechos que se presentan y fenómenos que se consideran objetos de conocimiento.

Hay diferentes formas de ver, vivenciar, percibir y comprender los fenómenos en el mundo y en su entorno, puede ser interpretado e identificado independiente de si se encuentra ligado a una experiencia inmediata o a una reflexión respecto a si mismo, es entendido y explicado por quien lo estudia de acuerdo al contexto, teniendo en cuenta que el entorno es el conjunto de las experiencias reales y posibles. Estas construcciones que se van haciendo del fenómeno parten del hecho de lo que aparece o se manifiesta, de lo perceptible.

La fenomenología como modo de proceder relaciona lo observado e interpretado de un fenómeno, la relación que se da entre los hechos y el ámbito en el que se hace presente, tiene en cuenta la experiencia y se basa en lo que se piensa del mismo, se vale de la descripción, que muestra el fenómeno tal y como es experimentado y percibido por quien lo estudia, por lo que deja que su estructura solo pueda ser captada desde el marco de referencia de quien lo vive y lo observa, pero que luego puede ser alimentado al ponerlo en consideración de los demás y al ser socializado, con lo cual se abre la posibilidad de hacer y aprender ciencia.

Heidegger (1923) expone sobre la fenomenología como una forma de construcción del fenómeno *“la fenomenología entendida en un cómo, que representa el objeto por vía de*

ponérselo ante los ojos y sólo habla de él en la medida en que hace que el objeto se le muestre en tales términos” (Heidegger 1923 pág. 79), se hace claridad en que el cómo es la forma como se adentra en el fenómeno, como se percibe, se ve, se interpreta y se muestra.

Para el estudio y la comprensión de la interacción y equivalencia de la actividad química, se busca un mejor entendimiento del fenómeno a partir de su vivencia y percepción. El conocimiento del comportamiento de las sustancias en una combinación, ha sido un tema tradicionalmente explicado a partir de saberes y teorías que están dadas, sin tener conciencia de lo que ocurre a nivel microscópico, ni comprender lo que allí acontece. La apertura de espacios que posibiliten ir a las sustancias mismas y a las relaciones que se presentan entre ellas, teniendo como protagonista o ente activo a quien va a construir esta fenomenología, permitirá percibir y comprender el fenómeno.

Husserl manifiesta que en este proceder la conciencia es fundamental, ya no es afectada por los objetos solamente, sino que, toda percepción, interpretación o comprensión que la conciencia tenga del objeto es una evidencia de su actividad y le da un sentido al mundo. Esta conciencia es definida como un conjunto de vivencias, las cuales son modificadas y ampliadas, por ejemplo, en situaciones como la que se desarrolla en esta tesis, la vivencia son los supuestos que se tienen de las combinaciones de las sustancias, que van siendo afectados por la manera como se piensa en esas transformaciones y las relaciones que van mostrándose y que a su vez, se van dando entre el sujeto y su conciencia a partir del manejo de la actividad experimental y de la socialización, lo cual hace que se modifique la forma de ver el fenómeno tal y como lo plantea Husserl *«El fenómeno de la cosa (la vivencia) no es la cosa aparente, la cosa que se halla frente a nosotros supuestamente en su propio ser. Como pertenecientes a la conexión de la conciencia, vivimos los fenómenos; como pertenecientes al mundo fenoménico, se nos ofrecen aparentes las cosas. Los fenómenos mismos no aparecen; son vividos.»* (Husserl, 1999, pág. 89) De tal manera, se lleva a un grupo de estudiantes a construir la

fenomenología de la interacción y equivalencia de las sustancias de forma descriptiva, reflexiva, evidente y por ende comprensible.

Entonces en los actos de percibir, observar, describir, entre otros, los estudiantes establecen relaciones, la conciencia varía, se modifica, se construye con el otro y van apareciendo diversas representaciones, es decir que la conciencia o conjunto de vivencias organiza y compone especialmente la representación de dicho fenómeno del cual pueden hablar, dejando de lado el hecho mismo, los conceptos y las teorías establecidas.

De otra parte, es importante tener claridad que las representaciones, construcciones y reconstrucciones del fenómeno, que tienen lugar en los estudiantes, no surgen solamente de la conciencia que estos tienen desde su punto de vista propio, sino que haciendo parte de un contexto y de un grupo, esta reconstrucción se da como el encuentro de su conciencia con la del otro, utilizando elementos de negociación y comunicación en la construcción social del fenómeno, constituyendo así la realidad y compartiendo conocimientos, por lo que el conocimiento no es particular, solo una parte se origina en la experiencia individual, el cual ha sido transmitido por otros, por lo que se puede decir que es socializado, es decir sale de las relaciones entre los sujetos y de ellos con el fenómeno.

Las relaciones que se establecen entre los estudiantes, los cuales tienen los mismos intereses y procesos de interpretación, son de interacción, relaciones que permiten que se facilite una influencia cruzada y que derivan en el dialogo y el habla como principal canal de comunicación, además se puede presentar la interpretación colectiva. Esta interacción entre los estudiantes da forma y sentido a la realidad que se percibe, llegando a consensos de sus significados y permitiendo la construcción del conocimiento.

Dicha fenomenología se construye entonces a partir de la unificación de la conciencia y el fenómeno, el ser y lo que lo rodea, lo que conlleva a que las combinaciones químicas se

estudien desde sí mismas, mirando cómo se caracterizan y cómo se manifiestan, acercándose a la situación, logrando describir de forma detallada lo que se observa, comparando, diferenciando, contrastando y enunciando con explicaciones lo que se va construyendo y comprendiendo. Esto permite establecer que la fenomenología va más allá del estudio de los comportamientos observables y controlables del fenómeno, este proceder fenomenológico ha llevado a establecer relaciones que conllevan a la comprensión y conceptualización del fenómeno, renunciando o dejando de lado las formas tradicionales de conceptualizar y comprender las temáticas químicas. (fig. 2)

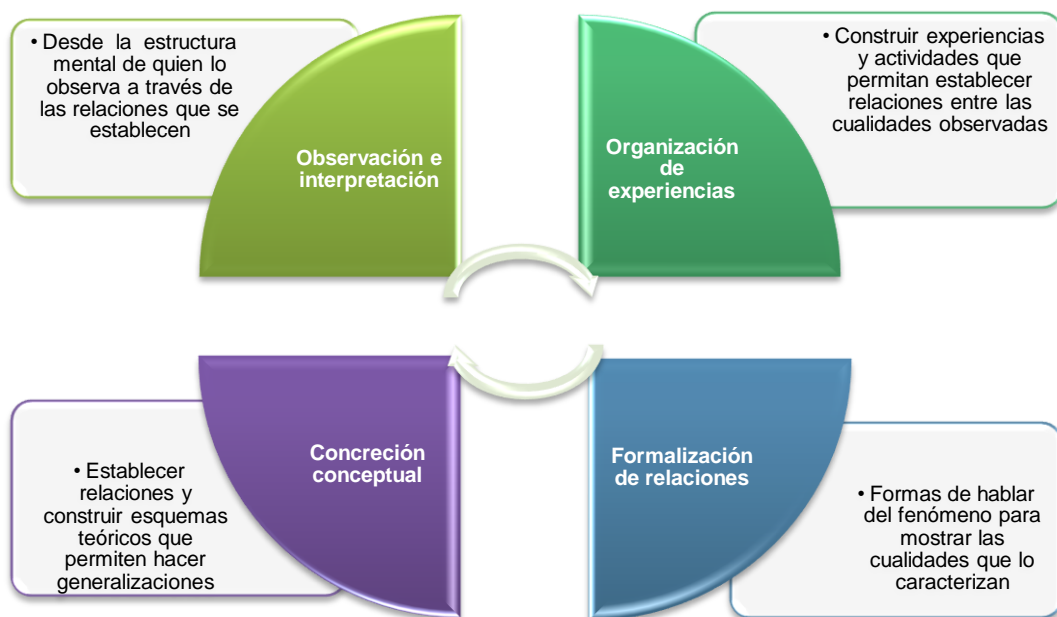


Figura 2. Relaciones e implicaciones de asumir el proceder fenomenológico.

Observación e interpretación del fenómeno

La observación, no solo como el ejercicio de apreciar con exactitud las circunstancias que acompañan el fenómeno, sino además en busca de diferenciar lo esencial de lo secundario, es decir lograr establecer relaciones que privilegian sobre qué aspectos o cualidades se debe centrar la atención. Para esto se realizan muchas observaciones en las que se hacen variar los factores que están presentes en la combinación de las sustancias y se determina el papel que desempeña cada uno de estos factores en el

fenómeno. En la interacción con el fenómeno, la observación parte del sentido que el estudiante le da a través de su percepción, la cual es captada desde adentro de él, que es quien la vive y la experimenta, dependiendo del modo de vivirla y de apreciarla como una realidad propia y única, asimismo esa observación también es nutrida por los demás, de forma que lo que vea el estudiante, lo pueda mostrar a su compañero y que lo que para él no es perceptible, el otro lo pueda hacer visible.

La conciencia en la observación es intencionada, pues constituye exclusivamente la representación del fenómeno, se proyecta hacia él, permite una descripción rigurosa y detallada cuando es percibida por el sujeto, la descripción se hace no solo con el fin de clarificar las características generales de los actos de la conciencia, de forma rigurosa para no enturbiar la posibilidad que se tiene de captar lo que se muestra, sino también con el fin de detallar las maneras como el fenómeno se presenta ante la conciencia.

Una buena observación conlleva una buena descripción y una buena descripción posibilita darse cuenta de la interacción de las sustancias y de las diferentes maneras en que esta interacción está presente en los estudiantes, entonces, el fenómeno se describe en su manifestación con espontaneidad, e “inexperiencia” observando lo que más se pueda, todos los elementos y detalles, cuanto más detallada sea la descripción individual, más se aportará a la construcción colectiva, logrando organizaciones generales que son válidas para todos.

La observación llega a captar los aspectos esenciales que caracterizan la interacción de las sustancias y que son extraídos de la actividad experimental, así la observación y percepción se configura como referente que se ubica en un primer aspecto para organizar el fenómeno. Los estudiantes pueden describir, detallar y hablar sobre el comportamiento de las sustancias a partir de la percepción que se hace de la interacción entre ellas o con una de las propiedades tomadas en este estudio, (masa, volumen y corriente eléctrica) y de su comprensión. Esta percepción se ordena, a partir de las

mediciones, las cuales generan relaciones que posibilitan hablar del fenómeno sin recurrir a teorías establecidas.

De la misma manera el interpretar el fenómeno, se presenta como una interrelación de los cambios y transformaciones que se dan en las sustancias, la cual permite la concepción, ordenación y expresión de lo que se observa (cambios de color, olor, producción de gases, formación de precipitados, variaciones de temperatura) en los procesos de síntesis y descomposición de sustancias, lo que encamina a hablar del fenómeno.

Entonces la observación e interpretación parten desde la estructura mental del estudiante a través de las relaciones que se establecen, una observación planificada y controlada, con intención de saber que se observa, cómo y cuándo, basada en todo caso en el aislamiento de las variables que determinan el comportamiento de las sustancias químicas y el establecimiento de relaciones entre dichas variables. Luego, la observación se concreta mediante la formulación u organización que se logra en las actividades experimentales.

La interpretación de las observaciones conlleva a una visión de lo real, destacando las cualidades del fenómeno, reconociendo por una parte el contexto significativo y lo que se percibe y por otra la situación basada en los hechos, colocándose en disposición de comprender lo que constituye el fenómeno. Una buena interpretación permite integrar las relaciones del fenómeno, lo que le da identificación y distinción y al mismo tiempo abre la posibilidad de nuevas observaciones.

Organización de las experiencias

En la construcción de la fenomenología de la interacción y equivalencia del comportamiento químico de la sustancias, se reconstruyen experiencias y actividades que permiten establecer relaciones entre las cualidades observadas las cuales pueden ser organizadas, permitiendo de esta forma llegar a relaciones más puntuales. La experiencia

ayuda a ampliar el campo de conceptos que se tiene del fenómeno, por lo que se puede afirmar que organizarla permite una mayor comprensión y construcción del fenómeno y origina un enlace entre las formas de hablar, de percibir el fenómeno y de explicarlo. Esta organización hace parte de la significación que se le da a las características y condiciones y a su relación con las elaboraciones hechas sobre el fenómeno.

La ordenación de las experiencias lleva a que en la clase de química, se pueda constituir el fenómeno de la interacción entre las sustancias a medida que se le va dando sentido y asignando su significado en el proceso de las combinaciones químicas, pues de esta forma puede ser aprendido y precisado el comportamiento de las sustancias, el sentido que se da a la interacción y equivalencia de las sustancias se origina en las vivencias que se presentan en el proceso de síntesis y descomposición de las sustancias y son transformadas en experiencias de la conciencia, conectándolas con otras para darles enlace y relacionarlas. Esta organización se da luego de la percepción de las cualidades que surgen y los criterios que permiten establecer la transformación ocurrida y que evidencian que las sustancias interactúan, las percepciones pueden ser variadas, lo que conllevaría a diferentes organizaciones que hacen progresar el fenómeno y tener cambios permanentes en la mirada que se hace sobre la transformación que se presenta en el interior de las sustancias al interactuar unas con otras, tomándolo como posibilidad de ampliar la experiencia, se empieza entonces a elaborar cuestionamientos nuevos y planteamientos que son más generales; esta organización permite demostrar la interpretación que se ha logrado, a partir de la forma de hablar sobre el fenómeno y de los cuestionamientos que han surgido del por qué y el cómo se da la interacción de las sustancias, logrando cada vez, a partir de la experiencia acrecentar la descripción, la precisión de relaciones y hacer explicaciones más elaboradas y ampliadas.

Concreción conceptual

Los seres estructuran saberes sobre el entorno en el que viven a partir de conocimientos o saberes conscientes, pero pocas veces se alcanza la comprensión de los conceptos que no siempre son claros y que requieren ser reconstruidos de los

esquemas que se tienen, los cuales son adquiridos a partir de la experiencia. Puede ser importante revisar que es un concepto. Gagne y Briggs (1974) citados por Santelices (1989) hacen una diferenciación entre lo que es concepto concreto y definido. El concepto concreto permite identificar una propiedad o característica del objeto, el segundo requiere que el ser tenga la habilidad para expresar el significado de los objetos y sus relaciones, las cuales llevan a organizar y dar significado en el proceso de la conceptualización y es en este sentido que cobra gran importancia por cuanto en la fenomenología se establecen relaciones que parten del sujeto y su encuentro con los objetos o con los fenómenos. Se habla del concepto por cuanto es la representación mental que se tiene de una situación, por ejemplo en la química, los conceptos en ocasiones son definiciones que no presentan ningún significado, por lo que la conceptualización del fenómeno permite establecer el grado de comprensión que hay sobre su manifestación. Esto, porque la reflexión que surge en la perspectiva fenomenológica conduce a la argumentación real de lo que se conoce y se sabe.

En esta investigación se plantea la conceptualización del comportamiento discreto de las sustancias, la cual está ligada a la posibilidad de dar cuenta del fenómeno, de establecer relaciones y construir esquemas teóricos que permitan hacer generalizaciones, lo cual surge de las diferentes representaciones sobre el comportamiento de las sustancias en su interacción y la necesidad de revelar lo que muestran estas interacciones.

Estas relaciones que se dan en la concreción conceptual, encaminan a que las producciones más detalladas y definidas, permitan puntualizar otras nuevas explicaciones más ordenadas y se puedan generar incluso nuevos fenómenos.

La conceptualización surge de una evolución que se presenta del concepto mismo, es decir, a medida que se expresa más específicamente su naturaleza, a medida que se van encontrando nuevas formas de dar cuenta de él y que se van evidenciando sus propiedades, el concepto va siendo más claro y concreto. De acuerdo a esto González

2006 afirma que Hegel señala el concepto como concreción de la ciencia, cuando manifiesta que: *“El concepto como concreto y toda determinación en general, es esencialmente en sí misma, una unidad de determinaciones distintas. Si pues la verdad no fuese otra cosa que la ausencia de contradicción, sería preciso examinar ante todo si cada concepto no contiene en sí mismo una tal contradicción interna.”* (Hegel, 1968, pág. 57)

Teniendo en cuenta lo que dice González (2006), se entendería como concreción conceptual, la movilización de aspectos que lo engloban y que permiten lograr más relaciones, permitiendo ser aplicado a otros fenómenos, en otras condiciones.

Formalización de relaciones

Dar cuenta de las relaciones que se establecen y que caracterizan el fenómeno se presenta de acuerdo a la forma como se habla del mismo y que muestra las cualidades que lo identifican, por lo que se tiene que recurrir a la explicación, la cual es estructurada a partir de la descripción y enlace de los elementos que emergen del fenómeno.

Para explicar, se recurre al lenguaje que se correlaciona con el conocimiento. Arcà, Guidoni y Mazzoli afirman al respecto que *“... la estructura base según la cual está organizado el conocimiento común contiene, implícita y esbozada, la estructura según la cual está organizado también cualquier conocimiento especializado y científico”*. (Arcà, Guidoni y Mazzoli, 1990, pág. 29). Puesto que hablar del conocimiento que se adquiere, es posible si se ordena en lenguajes específicos, que se originan a partir de la organización de las experiencias. El lenguaje que se emplee para hablar del fenómeno, debe estar referido a dichas experiencias que hacen parte de la situación de estudio. Hablar del fenómeno implica la ampliación de la experiencia y esto se convierte en conocimiento y si además se hace con un lenguaje específico se denota las relaciones que se han establecido en su construcción.

Por otra parte, se habla del fenómeno desde diferentes construcciones conceptuales, en esa perspectiva afirman Arcà, Guidoni y Mazzoli (1990) que para el trabajo en el aula es necesario desarrollar modos de ver la realidad y de establecer relaciones con ella, buscando modos de pensar, expresar, actuar y cuestionar esas relaciones del hombre con el mundo. Esas relaciones conllevan al proceso de formalización del fenómeno y requieren ser informadas, para lo cual es fundamental la elaboración de explicaciones. En la formalización de la interacción de las sustancias se hacen necesarias relaciones cuantitativas de los cambios químicos de las sustancias, elaboraciones precisas de razón y proporción, que son trabajadas en la reacción de sustancias con formación de unas nuevas sustancias estableciendo relaciones de proporcionalidad entre pesos de productos obtenidos a partir de diferentes cantidades de reactivos.

De la misma forma se establecen relaciones en los procesos de descomposición de sustancias percibiendo la variación de volumen de gases obtenidos y su relación con la composición conocida inicialmente de la sustancia, la relación de los pesos y volúmenes obtenidos con la variación de la intensidad de la corriente.

A partir de los cálculos realizados se establecen relaciones de la forma como se comporta la materia y se construyen esquemas teóricos que permiten hacer generalizaciones y establecer regularidades, estas producciones permiten mostrar la forma como se ve el fenómeno y hablar de él, hablar de forma ordenada, utilizando un lenguaje estructurado y haciendo explícitas las relaciones que se presentan entre las sustancias que interactúan.

La manera de representar las formalizaciones de las relaciones establecidas, es una evidencia de la forma como se está modificando, ampliando la experiencia, conceptualizando y aprehendiendo los elementos que surgen del fenómeno. Esta representación que se liga al conocimiento adquirido, se puede considerar como un proceso dialéctico entre Experiencia, Lenguaje y Conocimiento, como es manifestado

por Arcà, Guidoni y Mazzoli (1990), que hacen una connotación importante sobre el hablar de las experiencias, en relación con un conocimiento que va transformándose en nuevas experiencias, lenguajes y conocimientos. Entonces el lenguaje es una manera de formalización, que da forma a las percepciones que se dan en el transcurso del fenómeno. Hablar de las sustancias y del comportamiento de las mismas en las combinaciones químicas requiere de la construcción de un lenguaje particular, el cual se irá profundizando a medida que se van estableciendo las relaciones entre las cualidades y se va dando su organización.

Formalizar es entonces un proceso cognitivo que posibilita representar el modo como se conoce y reconocen las relaciones que emergen del comportamiento de la materia en la interacción entre las sustancias, mediante esquemas que puedan ser aplicados en otras situaciones o fenómenos que puedan aparecer.

Conceptualización del comportamiento discreto de las sustancias a partir de la construcción de la fenomenología.

El análisis fenomenológico en las ciencias naturales permite lograr mayores comprensiones del mundo que nos rodea dado que se parte del mismo ser y de sus relaciones con el otro y con su contexto, separándose así, de ideas establecidas que son lejanas para los jóvenes y permitiendo mayor cercanía a la vivencia y ampliación de la experiencia, al cuestionamiento, a la incertidumbre, al interés y a no aceptar teorías terminadas.

La fenomenología es sin duda una oportunidad para lograr la conceptualización de contenidos que son de difícil comprensión, además afianza los procesos de enseñanza y aprendizaje partiendo de la experiencia, elaborando preguntas y conocimientos, acrecentándolos y logrando un mayor aprendizaje, por medio del experimento en el que se pueden organizar las observaciones y dar explicaciones que pueden ser estructuradas mediante la socialización que permita comprender el objeto de estudio, logrando llegar

como lo manifiesta Sandoval (2008) a *“la conexión entre los lenguajes, los fenómenos y los ámbitos de explicación”*.

La fenomenología permite conceptualizar aspectos de la química que tienen definiciones, significados o principios que han sido producidos y establecidos por una comunidad científica, que son teorías que se encuentran en los textos para ser comprobadas, que son indiscutibles y que se encuentran alejadas de la comprensión o del verdadero conocimiento. El proceder fenomenológico conduce a la teorización sobre los fenómenos de interacción de las sustancias reflejándose en nuevas formas de ver, pensar y hablar, por lo que los estudiantes llegan a conceptualizar contenidos importantes a partir del hablar, discutir y confrontar las nuevas miradas que se tienen de los mismos. La socialización, además, permite contrastar las explicaciones que se dan y llegar a un consenso de los esclarecimientos más idóneos de acuerdo a la situación que se plantea, para luego llegar a la comunicación de los mismos.

Con el proceder fenomenológico se logra reflexionar sobre las experiencias de conocimiento, realizando explicaciones cada vez más elaboradas. A partir de los elementos conceptuales que surgen se pueden plantear más preguntas y se encuentra que el fenómeno se renueva y surgen más cuestionamientos que van mostrando más objetos de conocimiento o fenómenos, tal y como lo indica Sandoval en la ciencia se toma como base de estudio las posibilidades que se encuentran de observar diferentes relaciones de los fenómenos, lo que hace que se muestren otras cualidades que pueden configurar otras situaciones de estudio, *“está aquí presente la cualidad que se tiene de hacer de los fenómenos nuevas realidades en la medida en que las distintas aproximaciones a una realidad nos construyen nuevos fenómenos”*. Sandoval (2008 pág. 96).

De esta forma la construcción de relaciones que se establecen en el proceder fenomenológico de la interacción y equivalencia de la actividad química de las sustancias, a partir de la caracterización de su comportamiento posibilita abstraer elementos que

emergen de las manifestaciones que tiene el fenómeno, organizar la experiencia, ampliarla, formalizar relaciones, comprendiendo lo observado y así, concretar la conceptualización del comportamiento discreto a partir de las interacciones, relaciones y equivalencias.

Las equivalencias son distinguidas como la igualdad en el comportamiento que se presenta en las relaciones de proporciones fijas, en números definidos de alguna de las propiedades (peso, volumen, corriente eléctrica) en las sustancias que entran en reacción, lo que implica un comportamiento discreto que conlleva a que se produzcan compuestos que solamente pueden constituirse por una única relación en la combinación de esas sustancias. En esta actividad discreta de las sustancias se tiene en cuenta la equivalencia como la igualdad en el poder de combinación de una sustancia a otra.

Lograr de esta forma la conceptualización conlleva un cuadro muy diferente de ciencia a la que tradicionalmente se enseña en los textos y en el aula. Por lo que el proceso de enseñanza – aprendizaje posibilita asumirla como una actividad de establecimiento de relaciones: Observación e interpretación del fenómeno, Organización de las experiencias, Concreción conceptual, Formalización de relaciones, en donde la actividad experimental pasa a ser parte de la realidad del estudiante que conoce y comprende.

El papel de la actividad experimental en la construcción de la fenomenología



Fotografía 1. Determinación de volumen de hidrogeno en una reacción de sustitución

El papel de la actividad experimental es el de la construcción del conocimiento a partir de sentidos, significados y explicaciones que surgen de la observación, la indagación y la reflexión del fenómeno, que permite realizar producciones teóricas, acrecentarlas y extenderlas. Ésta supone observaciones y vivencias o experiencias.

Como se comentó anteriormente, la experiencia es fundamental en la construcción de la fenomenología, es la forma de ver el mundo y de interactuar en él, como lo planteó (Guidoni et al., 1990, pág. 28) *“la experiencia es aquello que se vive en la interacción directa con la realidad”*, esta experiencia no está dada, hay que construirla, es decir, por medio de la actividad experimental, se reflexiona sobre el fenómeno y se llena de sentido lo que se observa, entonces la experiencia permite hacer afirmaciones organizadas del mundo y proceder de determinada forma de acuerdo a lo que se dice. Cuando esta experiencia es intencionada y utilizada como espacio de reflexión y se coloca al estudiante a pensar sobre ella, se llega a la ampliación, puede decir más cosas, por lo que cambia también su manera de proceder y de hablar.

La experiencia que se tiene del mundo establece relaciones dinámicas, no estáticas que van cambiando luego de su ordenación y se evidencia en el lenguaje, transformando la forma de hablar y demostrando el conocimiento que se ha construido, el cual es comunicado y compartido con otros, de esta forma todo lo que se sabe se entreteje en la construcción del conocimiento y se moviliza cuando se forman mayores relaciones y se saben más cosas, que se pueden argumentar mejor, entonces el lenguaje se vuelve un sistema de recursos para construir significados, para dar sentido a los hechos. Como lo manifiesta García: *“Una buena comunicación implica tener presentes tres aspectos de forma integral; no se puede transmitir un conocimiento si no se dispone de un lenguaje para hacerlo, no se puede hablar de algo de lo cual no tenemos ninguna experiencia y no se puede construir un lenguaje a partir de algo que desconocemos”*. (García Arteaga, 2011, pág. 92) De esta forma como lo indica Arcà et al (1990) la experiencia, el lenguaje y el conocimiento se relacionan.

En la construcción de la fenomenología de la interacción y equivalencia de la actividad química de las sustancias se privilegia la actividad experimental al ser ésta un acto intencionado, puede ser visto como una acción conceptual y procedimental de relación dinámica, basada en percepciones nuevas que aparecen en determinado orden y que permite que el estudiante transforme su experiencia, reflexione y pueda establecer nuevas relaciones que después puedan ser confrontadas en otras situaciones.

La actividad experimental se inicia con la vivencia que trae el estudiante, que ha sido construida en su interacción con el entorno y de los años académicos que ha cursado, de lo que se tiene algunas concepciones que en el laboratorio cambian y empieza a tener una vivencia más consiente, con intención en el reconocimiento del fenómeno, por lo que se da la posibilidad de no solo movilizar lo que se sabe, sino ser consciente de ello, estableciendo una ruta para estructurar el conocimiento, entonces la actividad experimental es un espacio en el que se privilegia, la observación, la interpretación, la organización de las experiencias, la concreción conceptual y el acto de formalización, a través de los cuales se constituyen las relaciones de la construcción fenomenológica.

El papel fundamental de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias debe estar orientado a la construcción de explicaciones de los fenómenos a través del planteamiento de problemas conceptuales que permitan observar, organizar y medir cualidades de forma que se facilite la formalización de los fenómenos mediante su caracterización.

Por otra parte la actividad experimental no puede desligarse de las construcciones teóricas, su relación es de doble vía ya que las teorías proporcionan elementos de análisis a tener en cuenta en los diseños experimentales y la actividad experimental proporciona elementos y evidencias que permiten replantear los fundamentos que explican los fenómenos, ampliando y profundizando su formalización.

Desde este punto de vista, en la actividad experimental se pone en evidencia la relación que existe entre la teoría y la experimentación, la una no es subsidiaria de la otra sino que se complementan, sin embargo se debe tener en claro que la actividad experimental no puede ser simplemente una comprobación de teorías, lo cual además impide la comprensión e importancia de la misma, sino que cumple roles que posibilitan la comprensión de un fenómeno, como lo manifiesta. Malagón (2002) la experimentación juega tres roles: permite organizar la experiencia y lograr procesos de formalización, favorece el planteamiento de problemas conceptuales y facilita la construcción o ampliación de un fenómeno, estructurado a partir de una teoría, es decir la actividad experimental es un nexo entre el mundo de las ideas y el mundo sensible.

En la presente investigación se diseñan actividades experimentales en las que se ponen en juego el estudio del fenómeno de la interacción y equivalencia de la actividad química en la combinación de sustancias, mediante la clasificación, organización y medición de sus cualidades para la conceptualización del comportamiento de la



Fotografía 2. Observación de la formación del carbonato de calcio

materia. La intención es observar, indagar y cuestionar el suceso y establecer cualidades que permitan dar cuenta de él, organizarlas, compararlas, ordenarlas, construir una explicación, hasta lograr conceptualizar y hacer más fácil la comprensión de las diferentes temáticas de la química. La transformación de las sustancias obliga a pensar y hablar de lo que la forma, las relaciones que se dan entre ellos, y la posibilidad que esas mismas sustancias puedan formar otros compuestos diferentes.

La actividad experimental que se plantea se basa en la búsqueda de relaciones que se establecen a partir de la caracterización del comportamiento discreto de las combinaciones químicas, relaciones que emergen de los diferentes procesos que se desarrollan y que permiten dar cuenta del fenómeno. Estos procesos se dan en dos momentos (Observación de la interacción de las sustancias y caracterización del fenómeno. Establecimiento de relaciones y proporciones en las combinaciones y generalizaciones, socialización) que llevan a la construcción de la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias.

Observación de la interacción de las sustancias, caracterización del fenómeno.

Por medio de la observación de reacciones de síntesis y descomposición de sustancias, los estudiantes manifiestan la manera como se realizan las combinaciones químicas. La descripción detallada de las observaciones que se realizan, llevan a organizar las cualidades de dicha interacción entre sustancias, a compararlas para diferenciarlas y establecer relaciones entre ellas.



Fotografía 3 . Observación de la formación del cloruro de magnesio

Es importante tener en cuenta que, observar intencionadamente el proceso de descomposición conlleva a comprender su composición, la descomposición muestra la separación de las sustancias que lo componen y esto permite comprenderlo. Por

otra parte, poder ver en la descomposición del agua, el oxígeno y el hidrógeno

separados, permite realizar cuestionamientos de la forma como se organizan y cómo interactúan y la posibilidad de diferentes organizaciones para formar otras sustancias o predecir su formación en el laboratorio. Organizar la experiencia posibilita las formas de hablar del fenómeno por lo que hablar de transformación de la materia y no solo de descomposición o composición de sustancias, ha sido producto de la organización que ha permitido al estudiante observar, caracterizar, relacionar y hablar.

Esta observación se realiza a partir de las evidencias que muestran que cada sustancia se comporta de manera diferente cuando se relaciona con otras sustancias, por ejemplo en la percepción del cambio de color, producción de gases, cambios de temperatura, precipitación de sustancias entre otros. De igual forma se observa la influencia que ejerce la aplicación de calor o la electricidad en los cambios que se dan en las sustancias tanto en la combinación como en la descomposición.

En la observación juega un papel importante la experiencia que caracteriza el fenómeno, sin embargo puede darse que no sea lo suficientemente amplia para identificarlo, por lo que las cualidades observadas y detalladas son unos primeros factores que posibilitan la construcción de la experiencia a partir de la actividad experimental. Sandoval indica: “se solicita que se muestre la experiencia desde la cual el estudiante considera que tiene unos marcos de referencia para que éstos en su exhibición sean cuestionados e interrogados por el sujeto mismo. Esto es, la existencia está puesta en la comprensión e interpretación”. (Sandoval 2008. Pág. 67) por lo que esa primera experiencia se amplía a partir de las

cualidades observadas organizadas y categorizadas, lo que conlleva a modificar la forma de hablar de la interacción de las sustancias y fijar relaciones que se dan entre las cualidades que se muestran y los cambios que se producen, y a caracterizar el fenómeno.

Establecimiento de relaciones y proporciones en las combinaciones, generalizaciones y socialización del comportamiento de las sustancias en la interacción.

Por medio de la formación de sales se incluyen propiedades como la masa, el volumen y la corriente eléctrica, lo que conlleva a iniciar cuestionamientos sobre lo que se sabe del fenómeno y que tienen que ver con la cantidad de productos que se obtienen al cambiar las cantidades de los reactivos, estableciendo unas primeras relaciones de proporción entre los reactivos y los productos. De esta forma se definen y discuten preguntas como: Al duplicar una cantidad de reactivo, ¿se duplica también la cantidad de producto? ¿Se obtiene la misma cantidad en los distintos casos?, esto permite construir conciencia de lo que está ocurriendo y lleva a mirar y pensar diferente el fenómeno, de modo que va cambiando la forma de hablar y de comprenderlo.

Estas actividades ayudan a especificar la forma cómo interactúan las sustancias para formar otras, de manera que se logra una organización que lleva a establecer relaciones de orden entre variables y se inicia la fijación de criterios que permitan representar al fenómeno. Sandoval afirma: *“Estas formas de proceder en el estudio y las explicaciones de los fenómenos hacen énfasis en la necesidad de una organización de la experiencia, una elaboración de preguntas y una comprensión y construcción del fenómeno que permita la conexión entre los lenguajes, los fenómenos y los ámbitos de explicación. (Sandoval, 2008, p. 16).* Estar cambiando la forma de ver el fenómeno obliga a enriquecerlo, por lo que se hace necesario producir condiciones para ampliar los efectos relacionados con las cualidades encontradas mediante la comparación de los comportamientos producidos, entonces se hace muy importante medir esas cualidades, como lo señalan Ayala, M.M., et al. (2011, pág. 46): *“la medición es el aspecto más destacado cuando se trata de caracterizar la actividad experimental, identificándose la*

*CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE
LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS*

medición con la acción o proceso por la cual se asignan números a atributos de entidades del mundo físico para medir la propiedad en cuestión del cuerpo o sistema considerado". Estos números que pueden ser asignados a la comparación de las propiedades masa, volumen y corriente eléctrica, indican que hay una regularidad que se repite en las relaciones de proporcionalidad y equivalencia que muestra el fenómeno y que facilita su entendimiento. Abordar las preguntas que surgen y construir organizaciones en el campo conceptual, tiene una íntima relación en la ordenación de la experiencia que es percibida y que posibilita la construcción de continuidades y generalidades que exigen nuevas formas de proceder y por lo tanto nuevas formas de explicar y de dar modelos de las relaciones que se encontraron.

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE AULA

Con el propósito de situar los planteamientos de esta tesis, se diseñó una propuesta de aula que consta de una serie de experiencias encaminadas a la construcción fenomenológica de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias, a través de una serie de actividades experimentales, las cuales están concebidas para estudiar las combinaciones químicas desde sí mismas; partiendo de la observación detallada de las cualidades del fenómeno que les posibilita a los estudiantes percibir cómo se manifiestan las interacciones, para caracterizarlas mediante la comparación, contrastación y diferenciación, llevándolos a establecer relaciones entre las cualidades observadas en las diferentes interacciones y con ellas hacer generalizaciones que les proporcionen elementos para construir esquemas teóricos que les permitan explicar estas interacciones y relacionarlas con las propuestas teóricas planteadas por los científicos en los diferentes momentos del desarrollo histórico de la química.

La propuesta consta de 4 fases concebidas como producto de las reflexiones y construcciones hechas por las autoras a partir del análisis histórico-crítico del comportamiento discreto de las sustancias en las interacciones químicas, en cada una de estas etapas se pretende que mediante el establecimiento de relaciones e implicaciones surgidas al asumir el proceder fenomenológico, los estudiantes construyan las relaciones de interacción y equivalencia de las sustancias.

Fase 1 Explicitación de saberes. Consta de cuatro actividades experimentales con las que se pretende, mediante la observación de los cambios cualitativos que se producen cuando se combinan las sustancias y cuando se descomponen, que los estudiantes expresen la manera como entienden las transformaciones químicas, y en segundo lugar que caractericen las transformaciones químicas y las diferentes maneras en que ellas se pueden dar. (Anexo 1)

Fase 2 Indagación acerca de la combinación de las sustancias. Esta fase se compone de dos actividades experimentales, realizadas en dos montajes diferentes utilizando los mismos reactivos y variando sus proporciones para medir en cada uno de ellos una propiedad diferente. Se pretende que los estudiantes realicen mediciones de masa y volumen de los productos obtenidos en una reacción química y a partir de ellas establezcan relaciones entre cantidades de reactivos y cantidad de producto obtenido, para con ello caracterizar la manera como se dan estas combinaciones químicas. También presenta algunos elementos históricos de experimentos realizados por científicos para explicar las combinaciones químicas, relacionando los resultados obtenidos con las explicaciones dadas por Berthollet, Proust, Dalton y Gay-Lussac sobre la combinación de las sustancias. (Anexo 2)

Fase 3 Relaciones y proporciones en las combinaciones químicas. Esta fase pretende que los estudiantes, mediante la determinación de volúmenes de gases obtenidos en la descomposición del agua por electrólisis y la medición del peso de los electrodos de Zn y Cu en una electrodeposición, relacionen intensidad de corriente con las cantidades obtenidas para establecer relaciones de proporcionalidad en la composición de las sustancias. (Anexo 2)

Fase 4 Construcción de explicaciones y socialización. En esta fase se retoman los resultados obtenidos en las actividades anteriores y las construcciones hechas por los estudiantes, para relacionarlas con los planteamientos realizados por Avogadro y Faraday sobre las proporciones en que se dan las combinaciones químicas y a partir de ello elaborar esquemas teóricos y generalizaciones sobre el comportamiento de las sustancias en las combinaciones químicas. (Anexo 3)

Para la implementación de la propuesta de aula se trabajó con un grupo de 34 estudiantes de grado décimo del Colegio Grancolombiano IED de la localidad 7. La dinámica de trabajo planteada para el desarrollo de cada una de las actividades propuestas consta de tres momentos: primer momento experimentación, segundo momento construcción de

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

explicaciones de acuerdo a los resultados obtenidos por cada grupo y tercer momento plenaria de socialización de las construcciones realizadas por los grupos.

Tabla 1. Estructura general de la propuesta de aula

Pregunta orientadora		¿Qué relaciones se establecen a partir de la caracterización del comportamiento discreto de las combinaciones químicas?	
FASE	INTENCIONALIDAD	ACTIVIDAD	PROPÓSITO
Fase I Explicitación de saberes Observación de la interacción de las sustancias	Conocer las formas de hablar y la estructura que tiene el estudiante sobre la manera como se realizan las combinaciones químicas	Sintesis del Carbonato de Calcio	+ Describir y detallar la manera como se comportan las sustancias químicas.
		Descomposición del Carbonato de Calcio	+ Precisar el comportamiento de la materia a partir de la comprensión de sus interacciones
		Electrolisis del agua	+ Organizar observaciones sobre el comportamiento químico a partir de las cualidades y características de la interacción de las sustancias
		Electrodeposición	+ Comparar características presentes en la interacción de las sustancias
Fase II Indagación acerca de la combinación de las sustancias Caracterización del fenómeno	Describir las cualidades y caracterización del fenómeno a partir de la observación.	Formación de sales	+ Establecer la manera como se combinan las sustancias a partir de sus interacciones.
Problematizar la forma como vienen comprendiendo el fenómeno desde su propia experiencia	Relaciones y proporciones en las combinaciones químicas	+ Caracterizar la manera cómo interactúan las sustancias para formar otras.	
Fase III Relaciones y proporciones en las combinaciones químicas	Comparar dichas cualidades y construir contabilidades de las proporciones presentes	Experimentando con el agua Experimentando con metales	+ Organizar relaciones cuantitativas de los cambios químicos de las sustancias

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

<p align="center">Fase IV</p> <p>Construcción de explicaciones y socialización</p> <p>Relaciones, equivalencias, generalizaciones y socialización de la interacción y el comportamiento de la materia que determinan su discretización</p>	<p>Confrontar las explicaciones dadas por los estudiantes a partir de la reflexión sobre los resultados obtenidos experimentalmente</p> <p>Otras consideraciones sobre las proporciones en que se dan las combinaciones químicas</p> <p>Conceptualización del comportamiento discreto de la materia</p>	<p>✚ Construir esquemas teóricos que permitan hacer generalizaciones y establecer regularidades acerca del comportamiento de las sustancias en las combinaciones químicas</p> <p>✚ A partir de las relaciones de equivalencia en las combinaciones químicas argumentar el comportamiento discreto de la materia</p>
---	---	---

Proceso de sistematización

Para el proceso de sistematización y análisis de la actividad de aula se recogieron registros escritos de las actividades propuestas en cada una de las fases, así como registros de audio y video. Una vez finalizada la implementación de la propuesta de aula se procedió a diseñar una serie de tablas en las cuales se organiza la información recogida en los diferentes medios para realizar una selección de información que permite la caracterización e interpretación de los elementos destacados en cada fase de la implementación, luego con esto establecer los criterios de análisis teniendo como referentes las intencionalidades de cada fase.

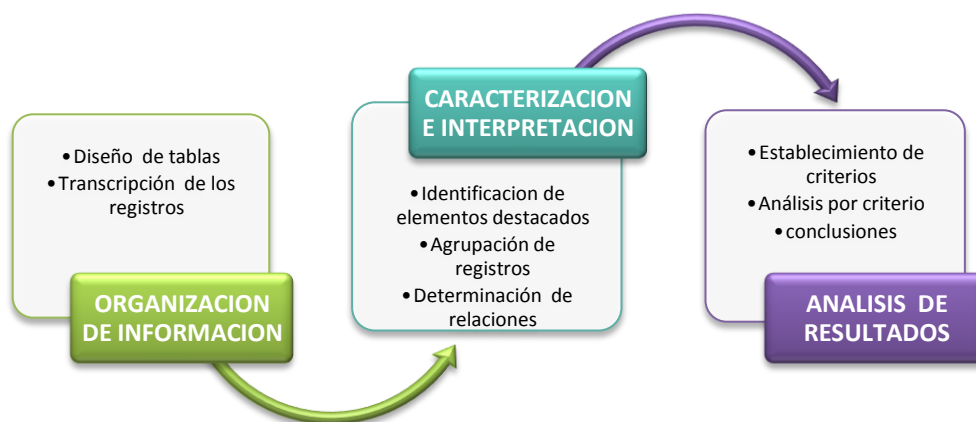
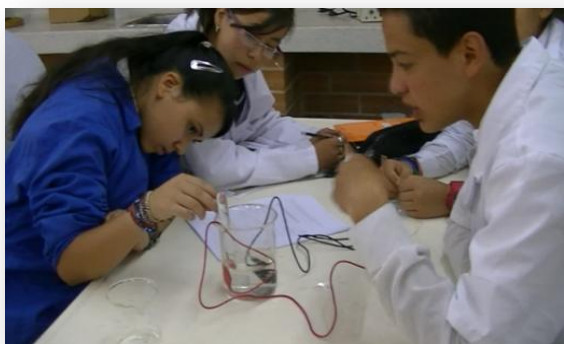


Figura 3 Esquema del proceso de sistematización

Para el análisis de los resultados obtenidos se pretende establecer los logros de los estudiantes en la construcción de las relaciones de interacción y de equivalencia de la actividad química de las sustancias a partir de asumir el proceder fenomenológico propuesto en esta tesis.

Para este análisis también se pretende establecer el papel que juega la observación, el experimento, la elaboración de gráficas y la formulación de generalizaciones en las caracterizaciones logradas, así como en el establecimiento de relaciones para la construcción de explicaciones y cómo la construcción de esta fenomenología llevó a establecer elementos del comportamiento discreto de la materia.

Sistematización fase 1: Explicitación de saberes



Fotografía 4. Caracterización de las transformaciones químicas

Las actividades propuestas en esta fase, como iniciadoras del proceder fenomenológico que orienta la propuesta de aula centra la atención en la observación del fenómeno orientado hacia dos aspectos: la identificación de la manera como entienden las combinaciones químicas y la caracterización de las transformaciones

químicas, para lo cual se propuso iniciar con la preparación del carbonato de calcio a partir de la reacción del óxido de calcio con el agua y luego con el dióxido de carbono, luego la reacción inversa, la descomposición del carbonato de calcio con calor. (Anexo 1)

Tabla 2. Explicitación de saberes: Actividad N° 1 y 2 observación de la interacción de las sustancias

Grupo	SÍNTESIS DEL CARBONATO DE CALCIO	REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN
		Determine las características del carbonato de calcio
1		es blanco y pulverizado
2		blanco similar al talco o a la leche klim
3		inicialmente era un polvo de color blanco y al

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

Grupo	SÍNTESIS DEL CARBONATO DE CALCIO	REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN
		agregar calor se compacta
4		es un polvo similar al talco o a la leche klim
5		era blanco su textura era muy débil, parece polvo
*	Describe lo que ocurre durante el procedimiento	Describe lo que ocurre al realizar procedimiento
1	el calcio se fue disolviendo en el agua, donde el agua cambio de color a <u>blanco</u>	al ponerlo en la llama en el agua se ven burbujas las cuales son el oxígeno del tubo que tiene el carbonato, en el tubo se baja y el oxígeno va subiendo
2	las partículas disminuyen, el agua se vuelve <u>blanca</u>	<u>el fuego combinado con el carbonato</u> crea burbujas de aire los cuales entran en el tubo de ensayo
3	el óxido de calcio se disuelve al soplarlo cambia de color a <u>un tono blanco</u>	<u>al calentar el carbonato este se descompone</u> en oxido de carbono provocando que el agua del otro tubo descienda
4	el agua <u>se vuelve blanca</u> , al agregar el dióxido de carbono <u>se vuelve más densa</u> , hicimos una <u>reacción de combinación</u>	<u>cuando calentamos se empiezan a ver burbujas</u> que suben y al terminar su ascenso el nivel del agua en el tubo disminuye debido a la presión del gas <u>descomponiendo el carbonato</u>
5	la mezcla <u>se vuelve blanca</u>	<u>la consistencia del polvo empieza a cambiar</u> además el agua comienza a bajar a medida que se aplica calor, con una <u>reacción endotérmica</u>
*	De acuerdo a lo observado ¿qué ha ocurrido con las sustancias?	¿Que nos indica lo ocurrido?
1	se disolvió el calcio y cambio el aspecto del agua	que el carbonato de Ca <u>se encarga de botar todo el oxígeno</u>
2	obtuvo un color blanco, las partículas de calcio <u>se vuelven polvo</u> con la ayuda del dióxido de carbono, luego de un tiempo la sal es más notable	<u>cambio químico</u>
3	se <u>presenta una reacción de combinación</u> debido a que estas se unen	que se presentó un <u>cambio físico y químico</u>
4	<u>se combinaron</u> , es decir hubo una reacción de combinación o síntesis	que <u>utilizando calor</u> hemos podido <u>descomponer el carbonato de Ca</u>
5	estas <u>tres sustancias se mezclaron</u> creando una sustancia líquida de color blanco sin olor	que se produce un oxido de calcio
*	¿Cuáles son las características del compuesto resultante? (color, olor, estado, etc.)	¿Cuáles son las características del compuesto resultante? (color, olor, estado, etc.)
1	color del agua es blanco, no tiene olor, sigue siendo líquido	el carbonato de Ca <u>se vuelve un sólido</u> , pero sigue siendo blanco y el agua recibió el oxígeno del Carbonato de Ca pero no cambio
2	es más frío, su color es blanco, su estado sigue siendo líquido, no tiene olor específico, mas lechoso	el estado del carbonato de Ca <u>es más sólido</u> , el color <u>es un blanco más intenso</u> y su olor <u>es más pronunciado</u>

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

Grupo	SÍNTESIS DEL CARBONATO DE CALCIO	REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN
3	posee color blanco, sigue líquido, no se presenta olor extraño	<i>el agua utilizada no cambia</i> , el carbonato de Ca sigue con su color blanco aunque se compacto al aplicar calor
4	el resultado final color blanco similar al Alka-Seltzer, es estado fue líquido un poco lechoso	el carbonato utilizando calor <u>va volviendo el polvo en algo más compacto y sólido</u> y baja el nivel del agua en el tubo
5	color blanco, sin olor, estado líquido	al suministrar calor al carbonato de Ca se forma dióxido de carbono
*	¿Que se produce?	¿Que se produce?
1	una reacción de combinación	el carbonato de Ca hizo que el agua hiciera burbujas y que recibiera el oxígeno de este
2	una reacción de combinación	una disminución del agua en el tubo de ensayo por medio de la manguera y el calor del carbonato de Ca
3	se produjo hidróxido de calcio y al agregar el dióxido de carbono se produjo carbonato de calcio	al aplicar calor al carbonato de Ca se produce un gas y este hace que el agua del otro tubo descienda
4	una reacción de síntesis que combina 3 elementos para que nos diera 1 hace reacción	una reacción de descomposición utilizando la temperatura (endotérmica)
5	se produce una sal, una solución de carbonato de calcio	
*	De una explicación a lo ocurrido en el procedimiento	De una explicación a lo ocurrido en el procedimiento
1	se disuelve la sustancia al soplar con la pipeta se disuelve por completo y el color del agua cambia	el carbonato de Ca le dio todo su oxígeno al agua, así haciendo que este se transforme en sólido
2	el dióxido de calcio se disuelve dentro del agua gracias al dióxido de carbono	el calor transferido por la manguera crea burbujas de aire los cuales son suministrados al tubo de ensayo disminuyendo así la cantidad de agua en la misma
3	se dio una combinación de tres sustancias para llegar a una sola	en este proceso se necesita aplicar calor para producir una descomposición
4	escriben las reacciones	utilizando una reacción endotérmica estamos descomponiendo el carbonato de Ca en CO ₂ (gas) y hace desplazar el agua para ocupar el espacio
5	se volvió una sustancia blanca y lechosa	al suministrar calor el carbonato de Ca se forma dióxido de carbono

Dado que se privilegia el acto de observar, en esta fase es importante identificar cómo se realiza, para poder dar cuenta de la manera como este acto se va transformando a medida que se avanza en el estudio de las combinaciones químicas.

En los registros se identifica cómo se hace la observación de acuerdo a los aspectos en los cuales centran la atención los estudiantes, cada una de estas maneras de observar va a permitirles describir lo ocurrido.

En un primer momento se infiere que se centran la atención en los cambios de cualidades únicamente describiendo el proceso de acuerdo a ellas, “la mezcla se vuelve blanca”, “cuando calentamos se empiezan a ver burbujas que suben”.

En otro momento centra la atención en los efectos producidos al realizarse el proceso “se disolvió el calcio y cambio el aspecto del agua”, “las partículas de calcio se vuelven polvo”, “el óxido de calcio se disuelve al soplarlo”

Y en un tercer momento enfocan su atención desde su experiencia o desde la información previa que tienen: “es un polvo similar al talco o a la leche klim”, “hicimos una reacción de combinación”

Aunque centran su atención en aspectos diferentes al momento de dar cuenta de lo ocurrido en la formación del carbonato de calcio, en la observación no tienen en cuenta que el proceso de formación se dio en dos momentos (la formación del hidróxido de calcio y la reacción de este con el dióxido de carbono para formar el carbonato), solo un grupo toma en cuenta que la reacción se lleva a cabo en dos momentos al decir: “se dio una combinación de tres sustancias para llegar a una sola”

En la descomposición del carbonato de calcio la observación se centra en el efecto del calor que produce burbujas, para unos es aire para otros oxígeno y para otros es óxido de carbono.

Identificación de la manera como entienden las combinaciones químicas

De acuerdo con los registros se puede inferir que los estudiantes entienden las reacciones químicas como un cambio de características, cualidades o propiedades de las sustancias que intervienen en ella.

En primer lugar son entendidas como cambios en las cualidades de las sustancias que interactúan sin que estas pierdan su composición, es decir siguen siendo lo mismo, solo que con otras características; esto se dedujo de las respuestas dadas al preguntar ¿qué ha ocurrido con las sustancias de acuerdo a lo observado? a lo que responden: “se disolvió el calcio y cambio el aspecto del agua”, “el agua se vuelve blanca y al agregar el dióxido de carbono se vuelve más densa”

También se encuentra que son entendidas como el cambio ocurrido a consecuencia de algún tipo de factor externo: “el óxido de calcio se disuelve al soplarlo cambia de color a un tono blanco”, “las partículas de calcio se vuelven polvo con la ayuda del dióxido de carbono”, “El agua se vuelve blanca, al agregar el dióxido de carbono se vuelve más densa, hicimos una reacción de combinación”; de acuerdo a esto se puede interpretar el cambio de color como consecuencia de la disolución de las partículas, se introduce el término reacción, aunque no es muy claro qué entienden por “de combinación”, puede hacer alusión a una disolución cuando dicen “estas tres sustancias se mezclaron creando una sustancia líquida de color blanco sin olor”.

En el caso de la reacción de descomposición también es entendida de la misma manera “el carbonato de calcio se vuelve un sólido, pero sigue siendo blanco y el agua recibió el oxígeno del carbonato de calcio pero no cambió”, “el estado del carbonato de calcio es más sólido, el color es un blanco más intenso y su olor es más pronunciado”.

Las respuestas también son dadas desde los referentes estudiados previamente, saben que hay estos dos tipos de reacciones cuando al responder a la pregunta ¿Qué se produjo? lo expresan en términos de: “una reacción de síntesis que combina tres elementos para que nos diera uno, una reacción de descomposición utilizando la temperatura”

En esta primera experiencia podemos ver que se tiene una idea de unión y separación de sustancias, no obstante hasta este momento no hay elementos para asociar reacciones con cambios en la naturaleza interna de las sustancias, puesto que las descripciones que

realizan, evidencian que los cambios son únicamente en la apariencia física de las sustancias y solo un grupo escribe las ecuaciones de las reacciones realizadas.

Caracterización de las transformaciones químicas

Con el fin de caracterizar las transformaciones químicas en un primer momento se pide a los estudiantes realizar la actividad, PENSEMOS EN LA FORMA COMO SE DIERON ESTOS CAMBIOS, para recoger las primeras conclusiones de cada grupo y socializarlas con los demás.

Tabla 3 Explicitación de saberes: Actividad N° 1 y 2 Pensemos como se dieron los cambios

Grupo	¿Consideras que las reacciones anteriores son procesos opuestos? Justifica	diferencias en las dos reacciones	
		Reacción 1 (composición)	Reacción 2 (descomposición)
1	son diferentes la primera es combinación y la otra es descomposición	no se suministra calor, al disolverse el calcio no cambia el color del agua, estado liquido	se suministra calor, el agua recibió todo el oxígeno, estado sólido
2	si la primera es de síntesis ya que se unen varios elementos para crear uno nuevo y la segunda es descomposición debido a la separación de un mismo elemento	el agua blanca, el carbonato es más polvo, el agua se fue precipitando por las paredes del vaso	el agua no tubo transformación, el carbonato más compacto, el agua fue absorbida por el tubo
3	si, en la primera se busca combinar los compuestos y en la segunda se presenta una reacción de descomposición	era de color blanco, permaneció en estado líquido	no presenta diferencia de color, el reactivo se compacta (estado)
4	si, ya que la primera es combinación de 3 elementos y la segunda es descomposición ya que se utiliza el calor para descomponer	color blanco, estado liquido, reacción rápida, montajes	estado gaseoso, reacción lenta, utiliza mechero
5	si, en el primer proceso se crea el carbonato y en el segundo se descompone la misma sustancia	estado líquido, rápido, se suministra CO2 el recipiente termino igual	estado sólido, se suministra fuego, es lento, el recipiente termina empañado
	¿Crees que las transformaciones en los dos procesos ocurren de la misma manera?	Similitudes en las reacciones	
1	no, la primera no necesita calor y la segunda si	tiene el mismo color, olor, trabajan con la misma sustancia, en ambos hay oxígeno	
	no, en la primera hubo una disolución de las sustancias y en la segunda una descomposición la que se dio gracias al calor	produciendo y descomponiendo la misma sustancia	
3	No, es más fácil que se presente una combinación que una descomposición, es	se presentan cambios químicos y físicos, se utiliza el agua en ambas reacción , los recipientes eran parecidos	

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

Grupo	¿Consideras que las reacciones anteriores son procesos opuestos? Justifica	diferencias en las dos reacciones
	más fácil y rápido provocar una combinación	
4	no, una ocurre al combinar H ₂ O, CaO y CO ₂ y la otra al descomponer de manera endotérmica el carbonato de Ca	cambios químicos, cambios físicos, como cambia de color, en ambos utilizo agua,
5	No, la primera transformación es menos compleja que la segunda ya que esta necesita calor	el olor, el color, agua
	Qué relación se puede establecer entre el proceso de composición y de descomposición	Criterios que permiten que se produzcan los cambios
1	que ambas son reacciones químicas, son iguales porque tienen iguales sustancias, se pueden componer y descomponer y tienen las mismas características	cambio en la temperatura, olor, textura, rapidez
2	en los dos procesos hubo una disolución de agua y carbonato de Ca	disolver, color, olor, precipitación, calor
3	que utilizamos el mismo reactivo carbonato de Ca para poder producir la composición y la descomposición	color, estado, disolución, burbujas, vapor, calor (energía)
4	en ambos se pueden observar ciertos cambios físicos y químicos tales como cambios de color, cambios de estado, además de que ambos experimentan reacciones químicas	color, calor, montaje, rapidez
5	cuando se descompone una sustancia se sacan sus componentes y las 2 trabajan con Ca y C, O	tiempo, calor, coloración, estado

Consideran que las reacciones trabajadas son procesos diferentes porque en la primera se mezclaron o combinaron varias sustancias para producir una sola y en la segunda al calentar la sustancia se produjo un gas y quedó un residuo con características diferentes al polvo inicial. En esta ocasión sí tienen en cuenta los dos momentos en que se formó el carbonato de calcio: *“la primera es de síntesis ya que se unen varios elementos para crear uno nuevo y la segunda es descomposición debido a la separación de un mismo elemento”, “en el primer proceso se crea el carbonato y en el segundo se descompone la misma sustancia”*

Relacionan los procesos de composición y descomposición por las cualidades observadas en cuanto a la coloración, el estado de las sustancias utilizadas y producidas, también tiene en cuenta los elementos que forma cada uno de los compuestos utilizados como reactivos y los que forman los productos obtenidos; dentro de los parámetros que tienen en cuenta para establecer las diferencias, llama la atención que toman el agua como elemento común y lo que con ella ocurre; en la formación del carbonato dicen *“al disolverse el calcio no cambia el color del agua”*, y el mismo grupo plantea en la descomposición que *“el agua recibió todo el oxígeno”*, otro grupo responde *“el agua no tuvo transformación, el carbonato es más compacto, el agua fue absorbida por el tubo”* entendiéndose en ambos casos que el agua no sufrió ninguna transformación en las dos reacciones.

Al pedirles que establezcan similitudes entre las dos reacciones también lo hacen desde las cualidades observadas y nuevamente el agua entra en juego, dicen: *“se está produciendo y descomponiendo la misma sustancia, en los dos procesos hubo una disolución de agua y carbonato de calcio”*, *“se presentan cambios químicos y físicos, se utiliza el agua en ambas reacciones, los recipientes eran parecidos”*, nuevamente no es claro el papel del agua en cada proceso.

Consideran que las transformaciones son procesos distintos ya que la primera reacción se realiza de manera más fácil que la segunda, porque observaron que ocurre rápidamente en tanto que la segunda necesita de calor para que se lleve a cabo y el proceso es más demorado, toman la utilización de calor y la rapidez del proceso como indicativo de la dificultad para realizar el proceso: *“es más fácil que se presente una combinación que una descomposición, es más fácil y rápido provocar una combinación”*, *“la primera transformación es menos compleja que la segunda ya que esta necesita calor”*

Al pedirles que establezcan relaciones entre los procesos de composición y descomposición, empiezan a surgir los primeros elementos que permiten asociar estos procesos con cambios en la naturaleza interna de las sustancias, *“cuando se descompone una sustancia se sacan sus componentes y las dos trabajan con calcio, carbono y oxígeno”*

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

De acuerdo con estas primeras observaciones de las interacciones de las sustancias los estudiantes determinan las cualidades observables como criterios que permiten identificar una transformación, tales como los cambios de color, de textura, de estado, la presencia de burbujas, la aparición de residuos, la utilización de calor como forma de energía y la rapidez con que se dan estos cambios.

Con la intención de ampliar la experiencia mediante la observación de otros factores que influyen y determinan la interacción de las sustancias, se realizaron dos experiencias más con electricidad, la electrólisis del agua y la electrodeposición de metales.

Tabla 4 Explicitación de saberes: Actividad N° 3 y 4 Electrolisis y Electrodeposición

	ELECTROLISIS DEL AGUA	ELECTRODEPOSICIÓN
Grupo	Describe lo ocurrido durante el proceso	Describe lo ocurrido durante el proceso
1	Al suministrarle ácido sulfúrico al agua, este químico está induciendo en los tubos, proporcionando burbujas hacen descender un poquito el agua de uno de los tubos. <u>Las minas de electrodos están recogiendo todo el químico, los tubos se están llenando de oxígeno.</u>	al adicionar la sal al agua se disuelve y cambia de color a celeste claro, al conectar a la pila el Zn se deshace y el Cu se vuelve de color oscuro verdoso Se está desasiendo el Zn, porque se están quitando partes, el cobre se va derritiendo, la energía cinética pega el sulfato para que coja las propiedades de la lamina
2	Al conectarse la pila se crean burbujas alrededor del electrodo de grafito y el cable de caimán estas burbujas se hacen más grandes y van subiendo <u>creando así más aire dentro del tubo de ensayo</u>	observamos que la lámina de Zn comienza a reaccionar sin estar conectado a la batería, al conectarse el proceso fue más rápido y potente, mientras la lámina de Cu solo cambia al ser conectada, presenta un color desagradable El Zn reacciona más rápido que el Cu, comenzó a soltar burbujas el Cu no presenta mucho cambio pero el Zn si
3	al agregar el ácido sulfúrico <u>el agua se torna un poco más grasosa</u> , al conectar las barras de grafito y la pila se nota que se producen pequeñas burbujas, aunque son más abundantes en el lado negativo y en el lado positivo se presentan en menor cantidad	al aplicar electricidad el Cu presenta mayor reacción debido a que <u>expulsa mas burbujas</u> y el Zn y el Cu se tornan más oscuros y se reduce un residuo en el fondo del vaso Salen burbujas pequeñas, en el lado positivo salen más burbujas, el Cu cambio de color el cobre presenta descamaciones que se sueltan, como un color azul de pronto por la reacción con los electrones cambio el color
4	podimos observar que el vaso se empieza a llenar de burbujas y también observamos que salía más rápido y en mayor cantidad en el polo opuesto	se observa un cambio La placa de Cu salen más burbujas se está limpiando porque salen como residuos que suben a la superficie, la otra no sufre reacción

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

5	al agregar o introducir los cables en el tubo de ensayo conectados a la pila el ácido sulfúrico comienza a subir unas pequeñas burbujas	el agua se puso azul salen burbujas de oxígeno Al mezclar las láminas con electricidad que son iones negativos y positivos al mezclar con ácido sulfúrico se comenzó en la carga positiva a salir burbujas hacia arriba creando oxígeno más que en la otra
6	empezó a salir burbujas	comienzan a salir burbujas y al sacarlos se vuelven de color negro Las láminas de Zn se llenaron de burbujitas y empezó como a pelarse porque salen como residuos del Zn
	Que consideras que pudo pasar con las sustancias que se colocaron en el montaje	Realiza una descripción detallada de las transformaciones ocurridas al cobre y al zinc
1	<u>el agua está reaccionando con el ácido</u> disolviéndose	al adicionar la sal se disolvió en el agua y esta tubo una reacción química la que hizo que las láminas cambiaran
2	<u>se disolvió</u> y el ácido sulfúrico ayuda a crear burbujas en el vaso de precipitado y los tubos de ensayo	Se oxidaron, cambiaron su color tiene un mal olor
3	Al haber una reacción de combinación entre el agua y el ácido no ocurre nada pero reaccionan con los electrodos de grafito conectados a la pila, produciendo burbujas en las partes conectadas.	Se tornan más oscuras, el cobre atrae el sulfato, <u>se descarapela el Cu</u> , se forman depósitos de residuos de sulfato de Cu
4	al reaccionar el ácido con el electrodo conectado al polo negativo surgieron burbujas y estas bajaron el nivel del tubo del agua	Cambió de color, Reacción químicas, composición o descomposición. Cambios gracias a la electricidad
5	al mezclar agua, grafito y electricidad, ácido sulfúrico esta mezcla funciona descomponiendo el ácido, trasladando los componentes básicos como el oxígeno en el tubo de ensayo y el azufre y el agua arriba	<u>El Zn se fue descomponiendo</u> a medida que pasaba el tiempo
6	hubo una reacción con las sustancias	cambios de color volviéndose negro
	Qué función cumple la electricidad en el proceso	Qué función cumple la electricidad en el proceso
1	<u>hace que el ácido empiece a reaccionar</u> con las demás sustancias	Ayuda a acelerar el proceso de composición y/o descomposición de las sustancias
2	<u>hace que el ácido sulfúrico y el agua se separen</u>	En el Zn no se necesita, el Cu la necesita para reaccionar más rápido
3	<u>Funciona como medio que aporta electrones a los reactivos produciendo las burbujas en el tubo de ensayo</u>	Sirve como conductor para que reaccionen las sustancias presentes
4	Principalmente hacer reaccionar el ácido	Hace reaccionar el sulfato de cobre con las láminas, acelera el proceso de oxidación
5	<u>acelera el proceso de descomposición</u>	un acelerador
6		hace que salgan burbujas
	Explica que puede ser lo que se encuentra en el espacio superior del tubo	Explica lo que pasa con el Sulfato de cobre que estaba disuelto en el agua

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

1	en el tubo de ensayo se encuentra oxígeno	se disolvió en el agua y esto hizo que el agua se tornara azul claro
2	baja el nivel del agua, las partículas se separan y no presentan movimiento alguno	Comenzó a desintegrarse y a dejar partículas en la sustancia
3	posiblemente aire que fue proporcionado por las pequeñas burbujas que se produjeron en la reacción	Reacciona con la lámina de Cu ya que esta lo atrae, se formó residuos en el fondo del vaso
4	un vacío , y también podría ser una limitación además de una reacción química	se combinó con las láminas de Zn y Cu y cambió el color
5	se encuentran unas burbujas que creemos que son oxígeno	fue la que causo la descomposición, además de sufrir una transformación
6	aire por las burbujas	disolviéndolo el agua se volvió azul
Por qué hay cantidades de aire diferentes en los tubos		Que consideras que pudo pasar con el Cu y el Zn que se encontraban en el montaje
1	porque hay mayor carga positiva que negativa	El Zn se descompuso dejando en el agua restos de sus propiedades esto hizo que la sustancia cambiara de color negro. El Cu cambió a un color oscuro verdoso y oxidó el cobre
2	en el negativo hay más aire debido a que tiene más electronegatividad que el positivo	Presentan un estado de oxidación, también su color cambia a uno más oscuro, tiene mal olor
3	porque el ácido reacciona diferente con las cargas (+) (-) más con el (-) produciendo más burbujas generando más aire	Ambos se tornan más oscuros por una reacción de sustitución debido a que aportan sus compuestos para que el otro lo reciba, el Cu desprende pequeños pedazos quedando un residuo en el vaso
4	las burbujas causadas en el polo - bajaban el nivel del agua más en el - que el +	Una reacción de combinación, las burbujas producidas alrededor del Cu fueron más rápidas que en el montaje anterior, el agua cambió de azul a verde
	por las cargas de electricidad que posee la pila	En la mezcla los metales se descomposieron el Cu se oxida rápidamente mientras el Zn se fue descomponiendo por partes
6	porque la pila da más energía en el negativo que en el positivo	el sulfato de Cu hizo que el Cu se volviera de color negro
Qué características tiene esta transformación		Qué características tiene esta transformación
1	parece que se disolviera el ácido como se disuelve una aspirina en el agua	que es una reacción electrólisis, el agua queda totalmente disuelta con todas las sustancias
2	que el ácido sulfúrico tiene más electronegatividad y por esto el negativo absorbe más	El sulfato de Cu ayuda a que el Zn y el Cu se oxiden más rápido
3	se presentaron muchas burbujas en la reacción, se torna un poco más grasosa	Cambió de color, las láminas se oscurecen, se produjeron residuos, hubo burbujas abundantes
4	se producen burbujas	Suelta partículas pequeñas color negro que se depositan, cambia de color
5	la mezcla no sufre cambios de color sigue siendo líquida	su color y se volvió espeso
6		el agua se volvió azul, salieron partículas negras, el Zn y el

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

		Cu tuvieron una reacción
	Que se produce	
1	H ₂ O + H ₂ SO ₄	
2	una separación del ácido sulfúrico del agua y absorción	
3	Se presenta <u>reacción de descomposición. Cantidades diferentes de aire</u> en cada tubo	
4	burbujas, <u>cambio químico, descomposición</u> gracias a la electricidad	
5	<u>una descomposición</u>	
6		
	De acuerdo a los criterios establecidos en las experiencias anteriores explica que fue lo ocurrido en el proceso	De acuerdo a los criterios establecidos en las explicaciones anteriores que fue lo ocurrido en el proceso
1	El agua no cambia de color ni de estado, <u>sólo cambia la disolución del ácido</u>	El agua cambió su composición, el Zn se descompone debido a la reacción de electrólisis
2	podemos observar que al principio el <u>ácido se disolvió en el agua</u>	se disolvió el sulfato de Cu cambió el color
3	al aplicar electricidad al grafito, éste reacciona con el ácido sulfúrico	Hubo una reacción ya que se presentaron cambios físicos color y la aplicación de la electricidad
4		Se da un cambio físico
5	se observa que a mezclar diferentes sustancias el producto se descompone en sus componentes básicos	una descomposición de los metales
6	El agua se puso grasosa empezó a salir burbujas y humo	salieron burbujas

Para la descripción del proceso hacen uso de los criterios establecidos por ellos en las actividades anteriores, la observación de los procesos es más detallada, empezando a dar explicaciones de lo que está sucediendo, hacen énfasis en la creación de burbujas en los electrodos, detallando la diferencia de producción en cada uno de ellos, llama la atención que hacen la observación desde su experiencia asumiendo las burbujas de manera diferente, suponen que se trata para unos de oxígeno y para otros de aire; consideran que las burbujas las produce el ácido al reaccionar con los electrodos, “al suministrarle ácido sulfúrico al agua, este químico está induciendo en los tubos, proporcionando burbujas, las minas de electrodos están recogiendo todo el químico, los tubos se están llenando de oxígeno.

El proceso de electrodeposición lo describen como la disolución de una sal en la que se produce cambio en la coloración, en el proceso el Zn y el Cu sufren transformaciones en sus cualidades, *“al conectar a la pila el Zn se deshace porque se están quitando partes y el Cu se vuelve de color oscuro verdoso, el cobre se va derritiendo”*. No es claro el significado de los términos deshacer y derretir, *“el cobre presenta descamaciones que se sueltan, como un color azul de pronto por la reacción con los electrones cambió el color”, “las láminas de Zn se llenaron de burbujitas y empezó como a pelarse porque salen como residuos del Zn”*

La utilización de términos como deshacer, derretir, descamaciones o pelarse para referirse a lo que les sucede a los metales denota la manera en que entienden el proceso, es decir, consideran que hay una pérdida en su estructura, se puede asumir entonces que el fenómeno se está mostrando, nuevamente hacen la descripción desde sus experiencias y vivencias.

Al preguntárseles por lo ocurrido con las sustancias en cada uno de los procesos, consideran que las sustancias en la electrolisis muestran diferentes tipos de reacciones, para unos es la reacción del agua con el ácido, *“se disolvió y el ácido sulfúrico ayuda a crear burbujas en el vaso de precipitado y los tubos de ensayo”* otros consideran que se produce una reacción entre el ácido y los electrodos *“Al haber una reacción de combinación entre el agua y el ácido no ocurre nada pero reaccionan con los electrodos de grafito conectados a la pila, produciendo burbujas”* y otros ven el proceso como una secuencia en la que reacciona el ácido con el agua y luego con los electrodos, *“al mezclar agua, grafito y electricidad, ácido sulfúrico esta mezcla funciona descomponiendo el ácido, trasladando los componentes básicos como el oxígeno en el tubo de ensayo y el azufre y el agua arriba”*

En la electrodeposición reconocen la ocurrencia de una reacción en la que también se producen residuos y burbujas. Caracterizan en esta reacción la sal disuelta como un elemento que posibilita que las láminas de Zn y Cu reaccionen produciendo un cambio de color y olor, *“Al adicionar la sal se disolvió en el agua y esta tuvo una reacción química la que hizo que las láminas cambiaran”, “Se tornan más oscuras (las láminas), el cobre*

atrae el sulfato, se descarapela el Cu, se forman depósitos de residuos de sulfato de cobre”

Suponen que la función de la electricidad en los procesos es permitir que en la reacción se separen los elementos que forman las sustancias, *“hace que el ácido sulfúrico y el agua se separen”* también consideran que acelera la reacción y es la responsable de la producción de burbujas, *“En el Zn no se necesita, el Cu la necesita para reaccionar más rápido”, “hace que el ácido empiece a reaccionar con las demás sustancias”*. Con el reconocimiento del uso de la electricidad en estos procesos se introduce un nuevo elemento que facilita que se lleve a cabo una reacción química.

En la electrólisis reiteran la producción de burbujas como la presencia de oxígeno o aire, para explicar el significado de las burbujas, *“se encuentran unas burbujas que creemos que son oxígeno”*

Explican la diferencia en los volúmenes de gas en los tubos como consecuencia de las diferencias de carga de cada polo, *“porque hay mayor carga positiva que negativa”, “porque el ácido reacciona diferente con las cargas positivas que negativas, más con el negativo produciendo más burbujas generando más aire”, “porque la pila da más energía en el negativo que en el positivo”*

En estas explicaciones juega un papel importante la manera como entienden lo que es la electricidad y su efecto en el proceso. Responsabilizan a la electricidad o a las cargas positivas o negativas de los resultados de la reacción, consideran que las sustancias reaccionan de manera diferente con cada una de las polaridades.

En la electrodeposición describen lo ocurrido a través de los cambios de coloración que se presentan en cada uno de los componentes, lo interpretan como la disolución de la sal que se desintegró y reaccionó posteriormente con las láminas de Cu y Zn, *“Comenzó a desintegrarse y a dejar partículas en la sustancia”, “fue la que causó la descomposición, además de sufrir una transformación” y “El sulfato de cobre ayuda a que el Zn y el Cu se oxiden más rápido”*

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

Estas maneras de describir e interpretar el fenómeno observado muestran la forma cómo están comprendiendo lo que está ocurriendo, aunque en la observación tienen en cuenta los cambios cualitativos, están centrando la atención en la causa-efecto, es así que en cada una de las explicaciones es evidente cómo empiezan a justificar los cambios observados como efecto de la combinación de sustancias, afectando de alguna manera la composición de las sustancias iniciales. Cuando hablan del papel de la electricidad, del ácido sulfúrico o del sulfato de cobre, están relacionándolos como elementos que hacen que las reacciones se produzcan más rápido.

Para la actividad de cierre de esta fase se realizó la construcción de las primeras explicaciones de la manera como se realizan las combinaciones químicas.

Tabla 5 Explicitación de saberes: Construcción de primeras explicaciones

Grupo	Criterios que permiten establecer que ha ocurrido una transformación química
1	cambios de volumen, de color, olor, presencia de burbujas
2	color, precipitación, burbujas, olor, volumen
3	cambio de color, cambio de estado, disolución, burbujas, vapor, volumen
4	cambio físico, burbujas, cambio de olor, de volumen, de color
5	electricidad, estado, tiempo, color, calor, masa
6	vapor, cambio de estado, tiempo, disolución, cambio de volumen, rapidez
	Clase de transformaciones que se presentan
1	físicas y químicas
2	disolución, composición, descomposición
3	composición, descomposición por medio de calor o electricidad
4, 5 y 6	combinación, descomposición
	Caracterización de las transformaciones químicas
1	transformación de su estructura molecular
2	creación de nuevas sustancias
3	aparición de nuevas sustancias, algunas necesitan de calor o de electricidad
4	
5	Cambios
6	formación de sustancias diferentes, hay reacción que se debe utilizar calor o electricidad
	Consideraciones a tener en cuenta para mostrar la ocurrencia de un cambio químico
Todos	consistencia, olor, sabor, color, textura, temperatura, tamaño, peso

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS



Fotografía 5. Construcción de las primeras explicaciones

Para explicar la manera como se realizan las reacciones químicas utilizan como primer criterio de transformación los cambios cualitativos que sufren las sustancias, los cuales obedecen a que éstas han sufrido disoluciones de una en otra y combinación de dos o más de ellas como resultado de unir las o descomposición de una en sus

componentes por la aplicación de calor o de electricidad, produciéndose cambios en la estructura interna de las sustancias.

Las conclusiones de cada uno de los grupos fueron socializadas y utilizadas como insumo para la construcción del siguiente mapa araña en el cual se identifica lo que es una transformación química y cómo se evidencia que ha ocurrido.

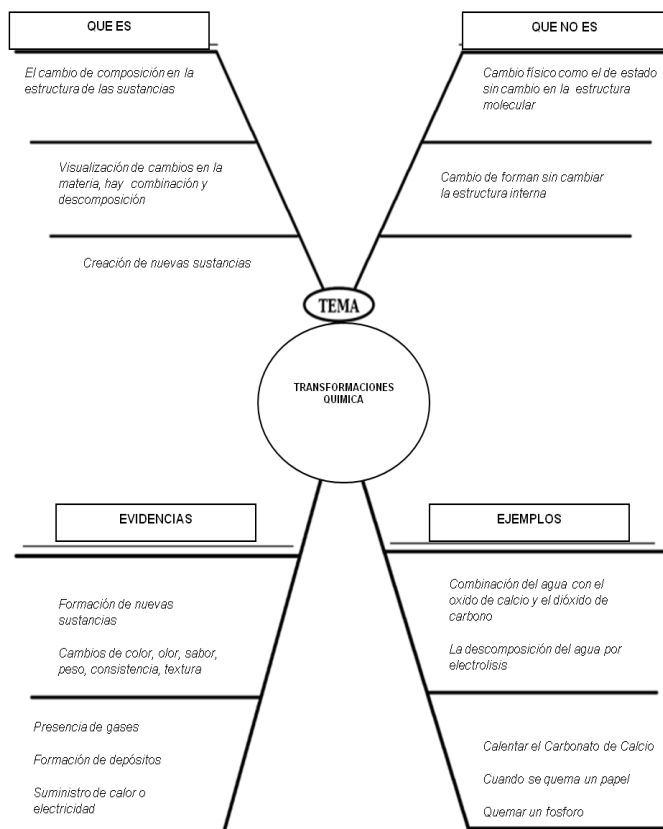


Figura 4 Esquema síntesis fase 1

Sistematización fase 2: Indagación acerca de la combinación de las sustancias



Fotografía 6. Cuantificación de masas y volúmenes

La caracterización del fenómeno de las combinaciones químicas, es la intencionalidad que se privilegia en esta fase, mediante el establecimiento de relaciones entre las cualidades que pueden ser medidas. Se diseñaron dos actividades experimentales que pretenden que los estudiantes puedan medir las variaciones de cualidades

como el peso y el volumen para organizarlas de tal manera que les permitan establecer algún tipo de relación entre ellas.

Las actividades experimentales propuestas consisten en la formación de dos sales, el cloruro de sodio a partir del bicarbonato de sodio con ácido clorhídrico y el cloruro de magnesio a partir de cinta de magnesio también con ácido clorhídrico.

El experimento está planteado para realizarse variando las cantidades de cada uno de los reactivos y de acuerdo a esto determinar las cantidades de productos obtenidos en peso y en volumen, los datos obtenidos fueron organizados en tablas para con ellos graficar la relación entre cantidades de reactivos y cantidad de producto obtenido. Cada grupo realizó un experimento de cada sal, (Ver anexo 2)

Tabla 6 Indagación acerca de la combinación de las sustancias: Síntesis de la formación de sales

Reacción del bicarbonato de sodio con el ácido clorhídrico	Reacción del magnesio con ácido clorhídrico
Descripción del proceso de formación de las sales	
Bicarbonato de sodio	Cinta de Magnesio
al agregar ácido al bicarbonato este empieza a aparecer burbujas, cambia de color y textura, se desprende un vapor, la reacción es rápida	al agregar el ácido el magnesio cambia de color se vuelve más blanco, se desprenden burbujas, la cápsula se calienta un poco, la reacción es más lenta que con el bicarbonato
al calentar y evaporar el exceso de agua la textura cambio el peso de la sal que queda es menor que el inicial	al calentar se evapora el agua el resultado es un polvo blanco compacto cuyo peso es mayor al de la cinta inicial

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

Reacción del bicarbonato de sodio con el ácido clorhídrico	Reacción del magnesio con ácido clorhídrico
al colocar el bicarbonato en el tubo de ensayo cerrado y agregar el ácido reacciona igual que en el caso anterior desprendiendo un gas que sale del tubo por la manguera y desplaza el agua que se encuentra en el tubo graduado del recipiente con agua	al colocar la cinta de magnesio en el tubo de ensayo con desprendimiento lateral y agregar el ácido, el tubo se calienta se ve la formación de burbujas que salen, el Mg va cambiando de color y por la manguera se desprende un gas que desplaza el agua del tubo que está conectado
que ocurre con los productos al cambiar las cantidades de los reactivos	
al agregarle a 0.5 g de bicarbonato 1.5 y 3 ml de ácido la cantidad pesada de sal obtenida fue diferente en ambos casos	al colocar 1 cm de cinta de magnesio y agregar cantidades diferentes de ácido la cantidad de sal obtenida cambia
al agregarle a 1 g de bicarbonato 1.5 y 3 ml la sal obtenida pesa igual en ambos casos	al agregar a 2 cm de cinta de Mg cantidades diferentes de ácido la cantidad de sal obtenida cambia
cuando a 0.5 g de bicarbonato se le agregan 1.5 ml de ácido el volumen de gas desplazado es menor que cuando se agregan 3 ml de ácido	al agregar a 1 cm de cinta de Mg 1.5 ml de ácido se obtiene un volumen de gas menor que al agregar 3 ml de ácido
cuando a 1g de bicarbonato se le adiciona 1.5 o 3 ml de ácido la cantidad gas obtenido es el mismo en ambos casos	al agregar a 2 cm de cinta de Mg 1.5 ml de ácido el volumen de gas obtenido es menor que al utilizar 3 ml de ácido
Como son las proporciones entre los reactivos y los productos al cambiar las cantidades utilizadas	
Al utilizar 0.5 g de bicarbonato se obtiene mayor cantidad de producto al agregar 3 ml de ácido. La cantidad de ácido determina la cantidad de producto	al utilizar 1 cm de cinta de Mg y agregar 1.5 y 3 ml de ácido se obtiene mayor cantidad de producto con 3 ml de ácido
Al utilizar 1g de bicarbonato se obtiene la misma cantidad de sal adicionando 1.5 o 3 ml de ácido. La cantidad de producto está determinada por la cantidad de bicarbonato utilizado	Al utilizar 2 cm de cinta de Mg se obtiene mayor cantidad de producto con 3 ml de ácido. Al aumentar la cantidad de Mg aumenta la cantidad de producto con 1.5 y 3 ml de ácido
la cantidad de ácido utilizado determina la cantidad de volumen de gas obtenido cuando se utiliza 0.5 g de bicarbonato	con 1 o 2 cm de cinta de Mg el volumen obtenido de gas es mayor al utilizar 3 ml de ácido
cuando se utiliza 1 g de bicarbonato el volumen de gas obtenido es el mismo con 1,5 o con 3 ml de ácido	Se observa que se produce la misma cantidad de gas cuando se utiliza 1.5 ml de ácido con 1 o 2 cm de Mg lo mismo sucede cuando se utiliza 3 ml de ácido con 1 y 2 cm de Mg, siendo mayor el volumen que con 1.5 ml de ácido
	La cantidad de Mg no afecta la reacción sino el ácido porque con 1 y 2 ml da el mismo resultado si utilizamos 3 cm también dará lo mismo. Esperamos que se deshaga y el volumen desplazado con 3 ml debe ser más que con 1 ml de ácido con 3 ml de ácido debe dar igual con 1 cm que con 2 cm de Mg pero más que cuando utilizamos 1cm Mg

La descripción de los procesos se hace a partir de los criterios que determinaron en las actividades anteriores para identificar una reacción química, quedando claro que los procesos que se realizan hacen que cambie la composición de cada uno de los reactivos

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

utilizados. La observación de los procesos fue cada vez más detallada permitiéndoles reconocer en las reacciones otras características, identificaron que la reacción del magnesio con el ácido se producía calor, que en la reacción del ácido con bicarbonato el peso del producto disminuía con relación al del reactivo utilizado y con la cinta de magnesio el peso del producto era mayor.

Se destaca que en las reacciones que utilizan agua para recoger el gas desprendido, ya tienen presente el papel que cumple esta en el experimento entendiendo que ella no reacciona. En la formación del cloruro de sodio identifican el agua como un producto de la reacción, esto se evidencia en la forma de hablar del proceso cuando al realizar el experimento se interesan por preguntar por los productos que se obtienen, entre ellos el líquido que queda cuando la reacción termina.

En esta fase fue importante el cuidado con que hicieron los procedimientos experimentales, al centrar la atención en las mediciones se preocuparon no solamente por la calibración de los instrumentos de medida, la balanza, sino también en que al secar las sales obtenidas se evaporara toda el agua y pesar cuando las cápsulas utilizadas estuvieran bien frías.

Tabla 7 Indagación acerca de la combinación de las sustancias: Conclusiones a partir del análisis de gráficos

grupo	Reacción: Bicarbonato de sodio y ácido clorhídrico	Reacción: cinta de Mg con ácido clorhídrico (peso de la sal formada)	Reacción cinta de Mg ácido clorhídrico (volumen de gas obtenido)
1		la cantidad de producto obtenido es el doble del producto inicial	
2	lo que influye en la reacción es la cantidad de ácido, debido a que divide el producto en tantas partes como se pueda	lo que incluye en la reacción es la cantidad de ácido que se proporcione, la cantidad de producto es el doble	
3	La variación de la cantidad de reactivos influye en la cantidad de producto, el ácido reacciona con el bicarbonato hasta que llega al punto en que se acaba.	El producto final siempre será el doble, uno de los reactivos determina la cantidad del producto debido a que uno de estos no tendrá la cantidad suficiente para seguir con la reacción. Se sabe que para cada unidad de Mg habrá el doble por Cl, el resultado del producto será el doble del primero y seguirá	la cantidad de ácido es quien determina la cantidad de producto, se observa que se produce la misma cantidad de gas cuando se utilizan diferentes cantidades de Mg y la misma de ácido

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

grupo	Reacción: Bicarbonato de sodio y ácido clorhídrico	Reacción: cinta de Mg con ácido clorhídrico (peso de la sal formada)	Reacción cinta de Mg ácido clorhídrico (volumen de gas obtenido)
		aumentando hasta que uno de los dos no sea suficiente	
4	La cantidad de reactivos independientemente de cuál sea el compuesto varia la cantidad de producto		
5	Al tener fijo el bicarbonato y variar el ácido se producirá más sal, el ácido determina la cantidad del producto. Según la cantidad de reactivos el producto va aumentando hasta que uno de los reactivos se acabe	Según la cantidad de ácido la cinta de Mg reacciona, esta reacción tendrá fin has que el Mg o el ácido se acaben. Los pesos del producto son el doble	aumenta el producto de la reacción porque el que determina la cantidad de volumen del H es el ácido
6	Con 0.5 g de bicarbonato el ácido es el que determina la reacción al producir más producto de diferente peso. Con 1g de bicarbonato no es el ácido porque se produce lo mismo	La cantidad de ácido suministrado es la que determina la reacción. Al aplicar cierta cantidad de ácido, su peso tendrá una proporción del doble	el producto cambia según la cantidad de ácido que se suministre el resultado es el mismo si se cambia la cinta de Mg

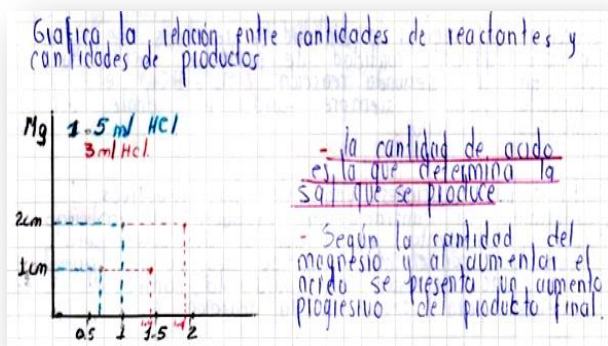


Ilustración 1. Relación entre cantidades de reactivos y productos (masas)

A partir de los resultados obtenidos elaboraron gráficos, los cuales les permitieron establecer una nueva manera de entender cómo se realizan las combinaciones químicas, teniendo como base los resultados de las mediciones de los pesos y los volúmenes; pudieron darse cuenta que

las cantidades utilizadas influyen en las cantidades obtenidas, estableciendo cuál de los reactivos puede determinar la cantidad de producto obtenido: *“la cantidad de ácido es quien determina la cantidad de producto”*.

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

“Al utilizar 2 cm de cinta de Mg se obtiene mayor cantidad de producto con 3 ml de ácido. Al aumentar la cantidad de Mg aumenta la cantidad de producto con 1.5 y 3 ml de ácido”

Del análisis de las gráficas también pudieron predecir el comportamiento de la reacción “se

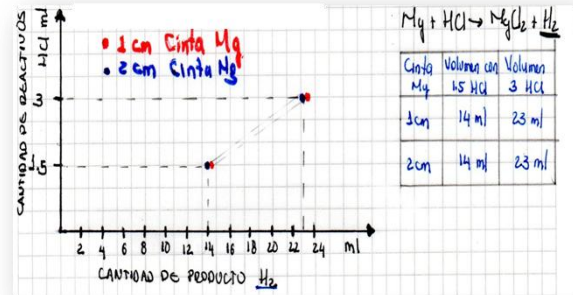


Ilustración 2. Relación entre cantidades de reactivos y productos (volúmenes)

observa que se produce la misma cantidad de gas cuando se utilizan diferentes cantidades de Mg y la misma de ácido”...la cantidad de Mg no afecta la reacción sino el ácido porque con 1 y 2 cm da el mismo resultado si utilizamos 3 cm también dará lo mismo”.

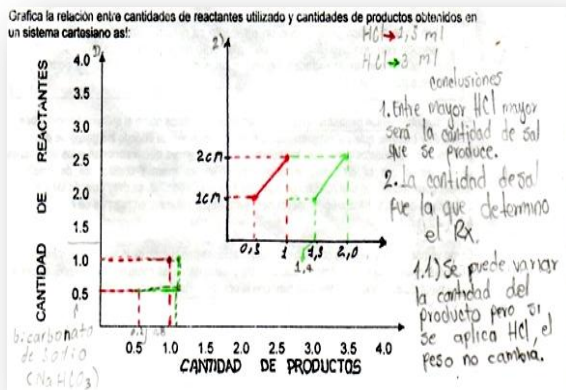


Ilustración 3. Comparación de productos obtenidos con la variación de uno de los reactivos

cantidad del producto debido a que uno de estos no tendrá la cantidad suficiente para seguir con la reacción. Se sabe que para cada unidad de magnesio habrá el doble por cloro, el resultado del producto será el doble del primero y seguirá aumentando hasta que uno de los dos no sea suficiente”.

Con las reacciones del bicarbonato de sodio con el ácido clorhídrico también lograron establecer la manera como se da la relación

entre reactivos y productos: “Al tener fijo el bicarbonato y variar el ácido se producirá más sal, el ácido determina la cantidad del producto. Según la cantidad de reactivos el producto va aumentando hasta que uno de los reactivos se acabe”, “Al utilizar 1g de

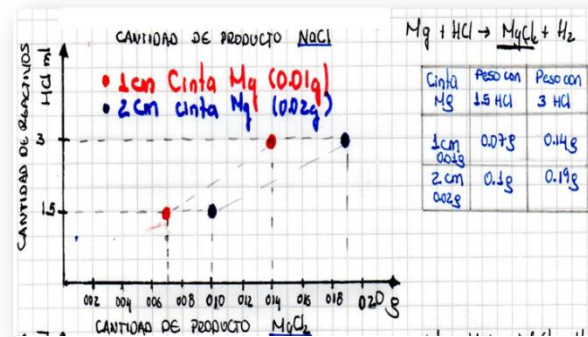


Ilustración 4. Determinación de cantidad de producto en una reacción de sustitución

bicarbonato se obtiene la misma cantidad de sal adicionando 1.5 o 3 ml de ácido. La cantidad de producto está determinada por la cantidad de bicarbonato utilizado”



Fotografía 7. Discusión sobre regularidades encontradas en las actividades experimentales

No ven el experimento como una manera de corroborar algo sino como una manera de construir, a partir de las regularidades que obtienen permitiéndoles hacer predicciones de lo que puede suceder al variar una de las cantidades de reactivos, esta organización de cualidades puede considerarse como un primer nivel de

formalización de la manera como se dan las combinaciones químicas.

Para establecer las razones por las cuales se obtienen estos resultados se realizó la lectura RELACIONES Y PROPORCIONES EN LAS COMBINACIONES QUÍMICAS, pidiendo a los estudiantes que relacionen los resultados obtenidos en los experimentos con los planteamientos de cada uno de los científicos.

Al cuestionar de la lectura los planteamientos de Berthollet sobre la formación de compuestos en un rango continuo de proporciones de acuerdo a los resultados obtenidos responden no estar de acuerdo, argumentando que comprobaron experimentalmente que *“hay un reactivo que determina la cantidad final del compuesto y al cambiar la cantidad de reactivos obteníamos una cantidad diferente de producto, pero este no variaba su composición”*

De igual manera se pide a los estudiantes reflexionar sobre el planteamiento de Dalton sobre “Un elemento se puede combinar en más de una proporción con una cantidad fija de otro elemento para dar compuestos distintos”; a lo que respondieron estar de acuerdo, aunque experimentalmente no se realizó ninguna experiencia que les ofreciera corroborar la formación de más de un compuesto con los mismos elementos, pero si las actividades experimentales propuestas les permitieron tener criterios para predecirlo cuando dicen:

“en lo experimentado siempre obtuvimos lo mismo, entonces podemos afirmar que hay una cantidad fija en la que se da esta relación”, “se pueden crear variedad de compuestos con los mismos elementos por ejemplo cuando se combina el carbono con él oxígeno se produce CO y CO₂”.

Las reflexiones hechas por los estudiantes a partir de la actividad experimental sobre la manera como se dan las combinaciones químicas, son fruto de la organización de los resultados obtenidos al lograr darles significado, permitiéndoles ampliar la experiencia de lo observado, al extrapolar de ellos elementos para hacer predicciones y con ellas privilegiar la construcción de explicaciones.

Sistematización fase 3: Relaciones y proporciones en las combinaciones químicas

Los experimentos propuestos para esta fase tienen como propósito permitir que los estudiantes establezcan relaciones y proporciones en las combinaciones químicas a partir de retomar los experimentos realizados para caracterizar las combinaciones químicas, en esta ocasión para medir variación de propiedades como el volumen en la electrolisis del agua realizada en el voltámetro de Hoffman y el peso en la electrodeposición de metales, al variar la intensidad de corriente.



Fotografía 8. Electrolisis del agua

Tabla 8 Indagación acerca de la combinación de las sustancias: Electrolisis del agua y Electrodeposición de Zn y Cu

grupo	Diferencia cambiando el voltaje	Que le ha sucedido a los electrodos
1	es más rápida a 12 V, baja más rápido el nivel del agua	Sus propiedades se iban perdiendo y su peso bajaba
2	a 9 V la reacción fue más lenta	El Zn se produjo una mayor precipitación de burbujas con una coloración azulosa y en el cobre se observa una coloración negra
3	es más lenta con 9V	el Zn reacciona más rápido, presenta mayor cantidad de burbujas y el sulfato de cobre empieza a depositar pequeñas cantidades mientras que la reacción del Cu

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

grupo	Diferencia cambiando el voltaje	Que le ha sucedido a los electrodos
		fue más lenta presentando diminutas cantidades de burbujas
4	la descomposición del agua es más rápida con 12V que con 9	Se produjo un cambio de color, a los dos electrodos se adherían pedazos de aspecto solido gelatinoso de color azul
5	a mayor intensidad de corriente se descompone más rápido	los electrodos de Zn y Cu han cambiado su peso
6	al aumentar el voltaje se hace el proceso más rápido	Cada uno de los electrodos se descompuso uno más rápido que el otro, el Zn más que el Cu
	Variación de volumen de los gases, en relación con la composición del agua	Como es la variación de peso del Cu y Zn
1	la variación de volumen en el hidrógeno es mayor entre más tiempo estuviera, mientras que el oxígeno tiene un volumen menor	
2	el volumen depende de la cantidad de átomos que hay en las moléculas de hidrógeno y oxígeno	su peso cambia
3	la cantidad de hidrogeno es el doble de la de oxigeno, los resultados obtenidos se puede observar la relación de proporcionalidad	la variación del Cu fue disminuyendo y el Zn aumento, la variación de peso del Cu es inversa a la del Zn
4	la variación de los volúmenes no es equitativa, el volumen desplazado de hidrógeno tendrá que ver con la cantidad de átomos del mismo	La variación del peso de Cu fue 4.50 y del Zn 4.38
5	una baja el doble que la otra	El peso de un electrodo aumenta y el otro disminuye
6	el Hidrógeno es mucho más ligero que el Oxígeno porque su volumen varía mucho mas	El Zn siempre tenía un peso mayor y se ve la descomposición más rápido
	Relación entre volúmenes obtenidos con la intensidad de la corriente	Relacione los peso con la intensidad de corriente
1	a mayor voltaje la electrólisis será más rápida	
2	si la intensidad de corriente es baja es bajo el volumen obtenido de la descomposición del agua	
3		como aumenta la corriente aumenta su peso en el Zn menor será el peso en el Cu
4		
5		
6	Al aumentar la intensidad aumenta considerablemente el volumen	

Como la electrolisis del agua ya había sido realizada la experiencia resultó familiar para los estudiantes, reconociendo que al ser una reacción de descomposición cada uno de los componentes del agua se encontraría en una bureta diferente.

Cada grupo realizó dos electrolisis una utilizando 9 voltios y otra con 12 voltios, en cada caso se midió la intensidad de corriente producida durante el proceso encontrándose que al aumentar el voltaje la intensidad de corriente también aumentaba y con ello el proceso de descomposición era más rápido. La atención se centró en establecer la cantidad de hidrogeno y oxigeno obtenida en cada una y si la relación entre volúmenes variaba al cambiar la corriente.

Encontraron que sin importar la cantidad de corriente la variación de volumen siempre es mayor en el hidrógeno que en el oxígeno, para determinar las proporciones en que se dan estas variaciones elaboraron tablas y a partir de ellas construyeron gráficas, donde relacionaron el tiempo del proceso con los volúmenes obtenidos de cada elemento y otras donde relacionaron intensidad de corriente con volúmenes obtenidos. De la interpretación de las gráficas establecieron que:

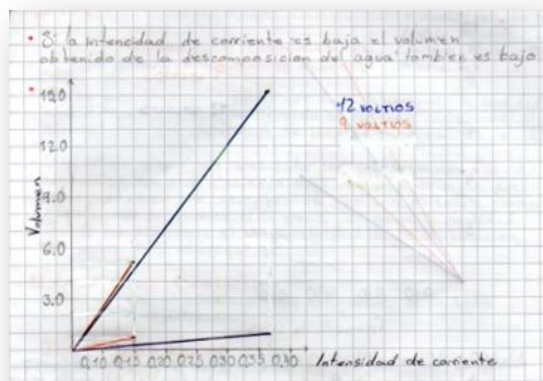


Ilustración 5. Relaciones volumen – corriente eléctrica

En los resultados obtenidos se puede observar la relación de proporcionalidad, la cantidad de hidrógeno es el doble de la de oxígeno

A mayor voltaje la electrolisis será más rápida, pero las proporciones de los productos obtenidos se mantienen, es decir la variación de volumen en el hidrógeno es mayor que la de oxígeno.

Medir magnitudes les permite tener una visión más amplia del fenómeno, permitiéndoles con las organizaciones logradas una percepción cada vez más enriquecida de la manera como se dan las combinaciones químicas. A partir de las relaciones que establecieron surge la necesidad de dar explicación al porque de este comportamiento, aparecen entonces nuevos planteamientos que pretenden dar razón de ellos, fijan la atención en la composición del agua de acuerdo a su fórmula química para de ella plantear las primeras explicaciones “la variación de los volúmenes no es equitativa, el volumen desplazado de

hidrógeno tendrá que ver con la cantidad de átomos del mismo”, “el volumen depende de la cantidad de átomos que hay en las moléculas de hidrógeno y oxígeno”.

En esta manera de abordar los hechos observados se refleja la forma como están estableciendo la relación entre propiedades como el volumen y la cantidad de sustancia en las combinaciones químicas, estas afirmaciones son reflejo de las conceptualizaciones que están construyendo sobre cómo se componen las sustancias.

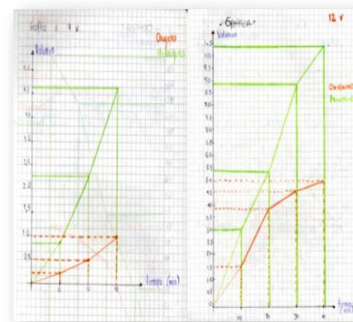


Ilustración 6. Relaciones volumen – corriente eléctrica

Con la electrodeposición también tuvieron la oportunidad de ampliar la experiencia de un proceso que ya habían realizado, observando esta vez las variaciones de peso que presentaron cada uno de los electrodos.

Como se evidenció en las experiencias anteriores la observación de lo sucedido es cada vez más detallada, cuentan con nuevos elementos para detallar el proceso, la variación de propiedades medibles como el peso con la variación de la corriente son tomados en cuenta para ver su incidencia en los cambios cualitativos que se presentan. “el Zn

reacciona más rápido, presenta mayor cantidad de burbujas y el sulfato de cobre empieza a depositar pequeñas cantidades mientras que la reacción del Cu fue más lenta presentando diminutas cantidades de burbujas”, “Cuando aumenta la corriente aumenta su peso el Zn y menor será el peso en el Cu”. A partir de las gráficas establecieron la relación de variación de cada elemento “la variación del Cu fue disminuyendo y el Zn aumento, la variación de peso del Cu es inversa a la del Zn”.

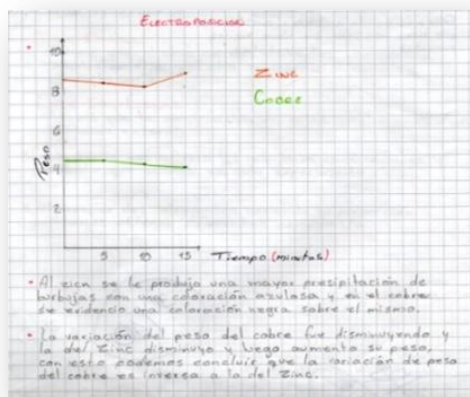


Ilustración 7. Variaciones de masa con la corriente eléctrica

Como resultado de las construcciones logradas en esta fase se resaltan las relaciones de proporcionalidad en las combinaciones químicas, entendida como la razón numérica que permanece, independientemente de el cambio en las condiciones del proceso, por ejemplo: los volúmenes de gases obtenidos en la electrolisis del agua siempre mantienen las mismas proporciones aunque al variar la intensidad de la corriente variaran las cantidades obtenidas de cada uno de ellos, la razón entre las sustancias resultantes se mantenían; con la electrodeposición lograron establecer que aunque la variación de corriente acelere el proceso las variaciones de peso en los electrodos es inversa y se da en la misma proporción.

Sistematización fase 4: Construcción de explicaciones y socialización

En esta fase se recogen las elaboraciones hechas por los estudiantes a partir de las interpretaciones y construcciones realizadas a lo largo de la ruta propuesta para dar cuenta de la comprensión lograda del fenómeno, a través de las formas de hablar, de la organización de las cualidades medidas y de la forma como las relacionan con la manera como se combinan las sustancias.

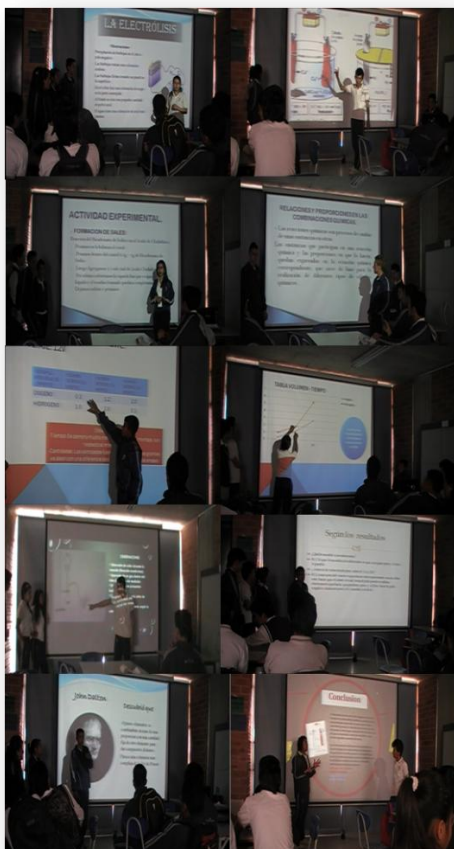
Se inicia con la lectura **Otras consideraciones sobre las proporciones en que se dan las combinaciones químicas**, con el ánimo de tener una perspectiva sobre la manera como los científicos Avogadro y Faraday han explicado las combinaciones químicas, pidiéndoles que las relacionen con las actividades experimentales realizadas.

Tabla 9 Relaciones, equivalencias y generalizaciones

Relación entre volumen de las sustancias y los elementos que la forman
la cantidad de estas se ve según la cantidad de elementos que tiene la sustancia
en el caso de la descomposición dependerá siempre de la cantidad de moléculas de cada elemento contenidas en la sustancia
con la electrólisis se encontró que el volumen de un elemento es el doble del otro, siempre
explicación de "el número de moléculas contenidas en un volumen dado de cualquier gas es siempre el mismo"
el número de moléculas en los gases es el mismo para volúmenes iguales
siempre tendrá el mismo número independiente del tipo de gas
el número de moléculas es siempre proporcional a los volúmenes de cualquier gas permitiendo relacionarlos
ejemplos de las relación es que se presentan en los volúmenes de sustancias en un compuesto

CONSTRUCCIÓN DE LA FENOMENOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN Y LA EQUIVALENCIA DE LA ACTIVIDAD QUÍMICA DE LAS SUSTANCIAS

cuando hicimos la electrólisis del agua el resultado de la cantidad de volúmenes fue siempre 2 de hidrógeno y 1 de oxígeno una proporción 2:1
en los compuestos H_2O , HCl y NH_3 las cantidades de volúmenes de hidrógeno deben ser diferentes 2, 1 y 3
en el caso del agua la proporción de los volúmenes es 2 a 1 resulta que el agua es producto de la unión de cada molécula de oxígeno con dos de hidrógeno
Cómo relacionan las fórmulas con las proporciones de los componentes
la fórmula nos dice la cantidad de moléculas en que se pueden llegar a descomponer una sustancia
la fórmula indica la cantidad de componentes y así nos indica la proporcionalidad que en la combinación de uno puede ser el doble o el triple de la otra
los productos de la electrólisis siempre están en una proporción fija en cuanto a la fórmula química del compuesto permitiendo visualizar la proporcionalidad de los componentes,
utilización de los postulados de Faraday
si la cantidad de corriente es directamente proporcional a la cantidad descompuesta de sustancias permitiéndonos saber en qué proporcionalidad podrá descomponer la electricidad
si ya que sin importar la cantidad de energía siempre se va a mantener la proporcionalidad entre los elementos que forman el compuesto
Relación que se establece del comportamiento de la materia
lo que permite establecer el comportamiento de la materia puede ser el peso, el volumen ya que estos nos ayudan a identificar la relación de cómo está compuesto y la proporción existente entre ellos teniendo en cuenta que siempre va a ser constante



Fotografía 9. Socialización de relaciones establecidas

Cada grupo de estudiantes preparó una exposición para explicar la manera como se comportan las sustancias en la formación de compuestos a partir de uno de los experimentos realizados. Las exposiciones se apoyaron en la reflexión sobre los planteamientos propuestos por los científicos en los diferentes momentos históricos del desarrollo de la química, para explicar el comportamiento de las sustancias al formar compuestos y su relación con la actividad experimental realizada.

Se destaca que en cada una de las presentaciones los grupos tomaron como hilo

conductor, primero las observaciones de lo ocurrido, a partir de las cuales plantearon las primeras hipótesis para explicar lo sucedido con las sustancias, luego presentaron en tablas los datos cuantitativos obtenidos y con ellos los gráficos a partir de los cuales analizaron el comportamiento de las sustancias, para establecer las primeras conclusiones, y de acuerdo a ellas hacen predicciones de lo que puede suceder con estas o con otras sustancias. Todos los grupos tienen en cuenta como referente para sus explicaciones al menos uno de los científicos estudiados.

Electrólisis del agua

En esta reacción llama la atención las hipótesis iniciales planteadas por el grupo para explicar la diferencia de volúmenes en los tubos de ensayo, cuando realizaron por primera vez el proceso, lo atribuían a la cantidad de corriente que circula por cada electrodo, asumían que era mayor en el tubo donde había mayor cantidad de gas, no hacían distinción en el tipo de gas que se producía en cada tubo, consideraban que éste gas era el ácido que se había adicionado al agua. Al estudiar el proceso más

detalladamente en el aparato de Hoffman establecieron el papel del ácido, la electricidad y los electrodos en el proceso; aunque no fue muy significativa la asociación con la intensidad de corriente, sí destacaron la diferencia de volúmenes obtenidos cuando el proceso se realiza con voltajes diferentes (9V y 12V) en el mismo tiempo y también hacen énfasis en que se mantiene la proporción de productos en las buretas. Asocian estas proporciones con los planteamientos hechos por Dalton. Relacionan los volúmenes obtenidos con cantidad de átomos en las fórmulas químicas de los compuestos extrapolándolo a otros compuestos como el amoníaco, el cual daría un volumen de nitrógeno por tres de hidrógeno o el ácido clorhídrico el cual daría volúmenes iguales de cloro e hidrógeno.



Fotografía 10. Formalización de relaciones

Electrodeposición



Fotografía 11. Explicación del fenómeno

En este proceso hay claridad del papel que cumplen la electricidad y la sal utilizada (sulfato de cobre) en la reacción, como factores que facilitan que el proceso se de; al igual que en la electrólisis se asocia los productos obtenidos, más con la variación de voltaje que con la intensidad de corriente,

resaltan la importancia de los pesos perdidos con los pesos ganados estableciendo que hay una relación de proporcionalidad inversa, que no es afectada al cambiar la cantidad de corriente en el proceso, siempre la cantidad de peso que pierde el Cu es igual a la cantidad de peso que gana el Zn.

Cinta de magnesio con ácido clorhídrico

En esta reacción se midieron los dos productos obtenidos, en el primer procedimiento se pesó la sal producida, se tiene en cuenta la variación de peso, el aumento del producto con relación al reactivo inicial, como medio para establecer el tipo de reacción que se da (reacción de adición), se establece que el peso de la sal producida al mantener la cantidad de Mg fija y al duplicar la cantidad de ácido, era el doble también, lo que significa que el ácido es quien determina la reacción. En el segundo procedimiento se calculó el volumen de hidrógeno producido, al mantener fija la cantidad de magnesio y variar la cantidad de ácido, el volumen del gas producido aumentaba y al variar la cantidad de cinta de Mg y dejar fijo el volumen de ácido, el volumen obtenido no cambiaba, corroborando que el ácido utilizado es quien determina la cantidad de producto en la reacción. Estos resultados permiten predecir cómo se comportarán los productos cuando se aumenta alguno de los reactivos, estableciendo relaciones de proporcionalidad a través de los volúmenes y los pesos de las sustancias, al duplicar la cantidad en volumen de ácido manteniendo fija la cantidad de Mg se duplica la cantidad en peso de sal obtenida, estos resultados posibilitan considerar que estas sustancias se comportan de una manera predeterminada, comprobando con ello que las suposiciones de Berthollet no se cumplen para esta reacción.

Carbonato de calcio con ácido clorhídrico

En esta reacción tienen en cuenta la disminución de peso en el producto, lo consideran importante porque se pierde algo del reactivo inicial en el producto final, significando que la reacción es de descomposición

Los resultados obtenidos muestran que dependiendo de cómo se combinen las sustancias uno de los reactivos es el que va a determinar hasta cuando se lleva a cabo la reacción, el límite se establece cuando uno de los dos se consume totalmente; esto lo explican con los gráficos de la reacción a medida que se aumenta la cantidad de carbonato y se deja fija la cantidad de ácido, aumenta la cantidad de sal obtenida porque puede reaccionar más cantidad de ácido y cuando se deja fija la cantidad de carbonato y se varia la cantidad de ácido se obtiene la misma cantidad de producto, porque la reacción termina cuando se ha consumido todo el carbonato quedando ácido sin reaccionar.

Todos los grupos establecen que las combinaciones no se dan de manera aleatoria sino que siempre se dan en proporciones definidas de cada uno de los reactivos, dependiendo de la cantidad de ellos, uno va a determinar la cantidad de producto. De acuerdo a los resultados logrados un reactivo se consume totalmente y el otro sobra, de lo que se infiere que las combinaciones obedecen a un determinado comportamiento, no reaccionan todas las cantidades utilizadas solo la necesaria para combinarse los reactivos y mantener la proporcionalidad de cada uno en el compuesto resultante.

La discretización es entendida como una cantidad determinada de sustancia que reacciona con otra cantidad determinada de la otra sustancia, estableciéndose una proporción entre ambas que se va a mantener siempre en los productos; de modo que al aumentar las cantidades de cada una de los reactivos, esta proporción se conserva y no es afectada por el aumento de una sola de ellas.

Identificación de elementos que favorecen la comprensión del comportamiento discreto

A partir de los resultados obtenidos en la implementación de la propuesta de aula y las relaciones que se establecen con el análisis histórico crítico y la actividad experimental se han identificado algunos elementos relevantes que permiten establecer cómo se construye y comprende la discretización de las sustancias desde las interacciones químicas. Algunos son la caracterización de las transformaciones químicas, establecimiento de relaciones entre sustancias y su cuantificación

Caracterización de las transformaciones químicas.

Uno de los aspectos fundamentales para comprender la manera como se dan las interacciones químicas es el establecimiento de criterios que permiten identificar el proceso y sus características; la producción de burbujas, la liberación de calor, los cambios de color, olor, textura, peso y volumen entre otras cualidades, son consecuencia de factores internos y/o externos como la utilización de calor o electricidad en el proceso, estas variaciones evidencian que algo está cambiando en las sustancias produciendo efectos en las cualidades observadas. Los estudiantes lograron relacionar estas modificaciones con transformaciones internas de las sustancias que dan como resultado la reorganización de los componentes de estas, produciendo nuevas sustancias.

Esta caracterización permite diferenciar los cambios físicos de los químicos y explicar cómo se relacionan en las interacciones químicas, lo cual es evidente en la manera de referirse a lo ocurrido en cada una de las reacciones trabajadas, pues se pasa de hablar de la unión o la separación de sustancias en términos de cambios únicamente en el aspecto físico de las sustancias, sin que se produjeran cambios en su composición, a hablar y relacionar los productos obtenidos como resultado de nuevas interacciones producidas por la reorganización de los componentes de las sustancias, entendiendo las interacciones químicas como cambios en la naturaleza interna de las sustancias que posibilitan la formación de nuevos productos con características diferentes a las de las sustancias iniciales, pero formadas de los mismos elementos en otra disposición, de tal manera que la sustancia producida debe estar compuesta por los mismos elementos de

las sustancias iniciales con propiedades físicas diferentes porque es un compuesto diferente.

Este elemento es muy importante en el objetivo de esta tesis, pues si bien aunque los jóvenes en el aula hablan de cambios químicos como transformaciones en los que hay cambios en la naturaleza de la materia mientras que en la transformación física no se presenta, no es muy claro para ellos lo que significa “naturaleza de la materia”, no lo asocian con su composición o estructura interna tal vez por lo que no es perceptible en los ejemplos que se muestran en la clase, sin embargo en la propuesta que se hace en esta tesis se da la posibilidad de caracterizar este proceso, haciendo que el joven piense en lo que compone las sustancias que intervienen y en la proporción en la que se encuentran. Teniendo en cuenta la interpretación del desarrollo de la primera fase de la ruta, se puede apreciar la forma como los estudiantes empiezan a ver que las sustancias que experimentan el cambio químico sufren una alteración en su composición, que cambian las propiedades iniciales, que se vuelven otras sustancias y lo asocian con la implicación de la energía, de la electricidad y con la formación de gases o precipitados, cambios de color, etc. Un ejemplo es la observación que hacen al pasar una corriente eléctrica por agua en estado líquido, con un montaje específico y en unas condiciones especiales (electrodos y electrolitos), el agua se descompone en dos sustancias con características diferentes, lo que demuestra que la organización o estructura interna de la sustancia agua ha sufrido un cambio o transformación fundamental en otras sustancias. Entonces se da la importancia de relacionar las características observables, que marcan de alguna manera las ocurridas al interior de las sustancias.

Cuantificación de propiedades para establecer relaciones.

En el desarrollo de la ruta se establece que las combinaciones no se dan de manera aleatoria sino que siempre se dan en proporciones definidas de cada uno de los reactivos, dependiendo de la cantidad de ellos, uno va a determinar la cantidad de producto. De acuerdo a los resultados logrados un reactivo se consume totalmente y el otro sobra, de lo que se infiere que las combinaciones obedecen a un determinado comportamiento, no

reaccionan todas las cantidades utilizadas solo la necesaria para combinarse los reactivos y mantener la proporcionalidad de cada uno en el compuesto resultante.

Con la caracterización de las transformaciones químicas, se consiguió que los estudiantes tuvieran elementos para identificar propiedades que cambian como consecuencia de la formación de nuevas sustancias, estas propiedades como la masa, el volumen y la corriente eléctrica son susceptibles de ser medidas y utilizadas para establecer relaciones con las cuales se puede construir la manera como se dan las interacciones químicas y determinar el comportamiento de las sustancias en dichas interacciones, esto se presenta al determinar cómo la variación de una de las sustancias que interactúa en la reacción, afecta la cantidad de producto obtenido. La cuantificación de estas propiedades facilita reconocer en la manera como se dan las reacciones químicas las siguientes particularidades:

Para establecer si la reacción es de composición o descomposición puede hacerse a través de la variación del peso del producto obtenido, si es menor al del reactivo inicial puede asumirse como de descomposición y si es mayor como de composición.

La cantidad de los reactivos utilizados determina la cantidad de productos obtenidos, aunque esta cantidad puede estar determinada por uno solo de ellos, que es el que se consume totalmente. Preguntarse porque no se une toda la cantidad de las dos sustancias para formar el producto se constituye en un elemento importante para entender la discretización.

Las relaciones que se establecen se mantienen al medir la variación de propiedades diferentes como la masa o el volumen, porque estas cualidades guardan cierta correspondencia ya que son manifestaciones que obedecen al mismo comportamiento o cambio químico de las sustancias.

Se puede entonces asegurar que al establecer razones de variación de los componentes de las sustancias y el fijar este tipo de relaciones entre propiedades como la masa, el volumen, el número relativo de moléculas y la cantidad de corriente, conlleva a la

comprensión de la forma como se da la interacción y el comportamiento discreto de las sustancias.

Por otra parte, en la ruta planteada se establecen estas propiedades como variables, las cuales se ponen en juego en la actividad experimental y su representación en gráficas, esto permite un mayor análisis de asociación o correlación entre estas propiedades.

Con los datos extraídos de la medición de la cantidad de productos obtenidos al variar las cantidades de reactivos, se elaboraron gráficas que relacionaron la variación de la masa de reactivos con la masa del producto obtenido, así como también la variación del volumen de producto con cantidades diferentes de reactivos; a partir del análisis de los gráficos los estudiantes descubrieron regularidades que les permitieron establecer la proporción en que cada uno de los reactivos se encuentra en el producto y hacer predicciones de cómo se afecta la reacción con la variación de alguno de los reactivos, el establecimiento de estas regularidades es un elemento fundamental para entender las relaciones estequiométricas de las reacciones químicas, al mismo tiempo que les posibilita inferir la composición del compuesto formado. Estos son elementos importantes que favorecen la comprensión del comportamiento discreto de las sustancias que les facilitó asociarlo con la disposición de las fórmulas químicas de los compuestos, concluyendo que en ellas se refleja dicha proporcionalidad, en el caso de la electrolisis del agua experimentalmente se obtuvo una proporción de dos volúmenes de hidrógeno por un volumen de oxígeno, los cuales se corresponden con la fórmula H_2O , Con base en estas consideraciones lograron hacer predicciones de las proporciones en volúmenes que se obtendrían al descomponer sustancias como el ácido clorhídrico en el cual las proporciones serían 1 a 1 y en el amoníaco serían de 1 de nitrógeno por 3 de hidrógeno de acuerdo a sus fórmulas químicas. Este análisis también fue utilizado en la reacción de la cinta de magnesio con el ácido clorhídrico en la que encontraron que al duplicar la cantidad de ácido se duplicaba la cantidad de sal obtenida, con cualquiera que fuera la cantidad de magnesio utilizada, estableciendo con esto que el producto formado debía tener el doble de cloro por cada unidad de magnesio, es decir su fórmula química será $MgCl_2$, en este caso la relación de proporcionalidad entre los elementos que forman la sal

la determinaron a través del análisis de la grafica donde relacionaron la variación del volumen de uno de los reactivos dejando la masa del otro fija con la masa del producto obtenido.

La relación que pueden mostrar los estudiantes entre las variables lleva a representar la presencia de algún patrón o tendencia del comportamiento de las sustancias y a constituir la permanencia de la proporcionalidad en el fenómeno químico, que al ser comparado con el fenómeno eléctrico manifiesta la equivalencia en la interacción de las sustancias, es decir se establece una relación directa de equivalencia entre una propiedad, por ejemplo la masa y la actividad o efecto que produce en diferentes procesos.

Formalizaciones logradas a partir de la actividad experimental y la ruta de aula.

La actividad experimental como se afirmó en el capítulo IV, favorece la construcción del conocimiento y al referirse a la construcción, se recurre a procesos de pensamiento que se van dando en la medida en que se va incrementando la posibilidad de formalizar explicaciones de mayor nivel, lo que se da en la puesta en juego de las propiedades y relaciones que se logran en las fases tres y cuatro de la ruta que se presenta en esta tesis.

La actividad experimental desarrollada en este trabajo lleva a la reflexión sobre el comportamiento que tienen las sustancias al interactuar unas con otras, pues se utilizan propiedades con las que se llega a relaciones.

Se puede asegurar que es muy fuerte el papel de la experimentación al poner en juego las propiedades de la materia para establecer las relaciones que dan lugar a la argumentación de la tesis, pues además de que en dicho espacio se pone de manifiesto la forma como va ampliándose la construcción del conocimiento, también se representa la formalización de las relaciones nuevas que se van dando y que pueden ser confrontadas después en otras situaciones de la clase. Esto proporciona elementos que ayudan ampliamente a reconocer y replantear los fundamentos que explican los fenómenos químicos y profundizar en su formalización.

En el recorrido histórico realizado es evidente la importancia de la actividad experimental para lograr dichos reconocimientos y formalizaciones del fenómeno de interacción y comportamiento de sustancias, de la misma manera en la ruta trabajada se privilegia la experimentación, pues es de este modo que se puede observar y caracterizar la forma como se comportan las sustancias, además la influencia de efectos del calor, la electricidad y otros factores que pueden influir en dicha interacción y organizar las relaciones entre variables que se pueden obtener en la representación gráfica de manera que se pueda fijar criterios para explicar el fenómeno. Es decir que la actividad experimental favorece la comparación que se presenta entre la masa, el volumen y la cantidad de electricidad, las relaciones de proporcionalidad y equivalencia que se registran y las regularidades que facilitan la comprensión del fenómeno.

Se afirma que hay un nivel de formalización al que llegan los estudiantes, pues durante el desarrollo de la ruta se hacen explícitos elementos que modifican formalmente las primeras ideas que se tenían del fenómeno y que son representadas con el uso de signos, razones y proporcionalidades que lleva a concretar y precisar el fenómeno.

Con los resultados obtenidos en la implementación de esta experiencia se llegó al establecimiento de las relaciones de proporcionalidad entre masas y volúmenes en la composición de las sustancias a través de procesos que privilegiaron la comprensión de la interacción de las sustancias y su relación con la actividad química, estas elaboraciones pueden ser tomadas como punto de partida para llegar a la construcción de la idea de cantidad de sustancia o de equivalencia entre dos clases de fenómenos.

REFLEXIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En este capítulo se exponen algunas reflexiones y consideraciones a las que se han llegado con el desarrollo de la investigación, el cual ha permitido consolidar la importancia de la construcción de la fenomenología en el desarrollo de las clases de ciencias.

Para empezar se tendrá en cuenta la importancia de la elaboración de un análisis histórico crítico en el establecimiento de relaciones entre la interacción de sustancias y el comportamiento determinado que tienen las mismas, luego se recalca el papel de la construcción de la fenomenología a través de la ruta de trabajo para la comprensión de la interacción química de las sustancias, enseguida se deducen relaciones numéricas que evidencian el comportamiento discreto de las sustancias químicas. Para finalizar se derivan algunas implicaciones que puede tener este estudio en la enseñanza de las ciencias naturales.

Análisis histórico crítico

Uno de los aspectos fundamentales en la realización del presente trabajo fue la lectura de textos históricos, en los cuales los autores exponen las inquietudes, experiencias e intereses que originaron y fundamentaron sus propuestas y la construcción de conocimientos específicos, mediante una serie de actividades experimentales en las que ponían a prueba los supuestos de los que partieron y con los que desarrollaron conocimientos con nuevos significados y relaciones. El dialogo con los autores aportó al conocimiento de las combinaciones químicas y permitió extraer elementos claves significativos para la organización del fenómeno y para construir la fenomenología de la interacción y equivalencia de las sustancias, re-significando el papel que tiene la medición de magnitudes en el establecimiento de las propiedades que lo definen. Este análisis ofreció una base para comprender la formación del conocimiento, permitiendo ver la historia científica como algo más que una colección de descripciones y se convierte en la posibilidad de ser incorporada en el desarrollo de temáticas en la enseñanza de las

ciencias que facilite el estudio de los problemas de conocimiento y que a su vez indique la forma como se originaron los saberes y las formas de pensar que lo permitieron.

Es importante reconocer que científicos como Dalton, Lavoisier, Proust, Gay Lussac, Avogadro y Faraday realizaron observaciones muy detalladas, tomaron datos precisos y organizaron su experiencia, lo que les permitió, por medio de modelos propios de explicación, plantear la manera como la materia se comporta en las combinaciones químicas

Un segundo uso es el que se da como aporte a nivel educativo, pues con la historia se observa la evolución del conocimiento científico, la conceptualización y su modificación, los experimentos que permitieron llegar a ellos, la matematización de leyes naturales, recrear situaciones, caracterizar los métodos utilizados en la investigación. Además puede contribuir a integrar conocimientos de diferentes áreas facilitando la interdisciplinariedad (Moreno 2000).

Incorporar el análisis histórico evita la creencia errada de que en la antigüedad se hacía una ciencia intocable, una sucesión de hallazgos a los que se llegaron sin mostrar las dificultades presentadas y como si se requiriera de un don especial para poder construir el conocimiento. Por el contrario se pueden dilucidar los intereses e inquietudes que tenían los científicos y la forma como dichas preocupaciones sirvieron de base para construir específicamente los conceptos. Para Kuhn (1962) los textos originales dejan ver los problemas que determinaron la producción de conocimientos de acuerdo al contexto cultural y científico en que fueron desarrollados, estos escritos también posibilitan una aproximación a posiciones encontradas y arduas contradicciones entre los científicos en la antigüedad y con ello la argumentación que los sustentan.

Realizar el análisis histórico llevó a replantear la manera como se enseña la ciencia y trasladó a las autoras a involucrarse en la actividad misma, a conocer los aspectos fundamentales de las teorías, y el desarrollo y el contexto de los conceptos que se pretendía enseñar. Entonces revisar las fuentes primarias de los científicos de la

antigüedad que hicieron tantos aportes a la ciencia, además de permitir la derivación de elementos para la construcción de significados de los diferentes fenómenos, de modelos explicativos también llevan a transformar de alguna manera la enseñanza de la ciencia.

El análisis histórico aumenta el interés por la ciencia y despierta un espíritu crítico ante los hechos que rodearon la preocupación que tenían en ese momento los estudiosos sobre la forma como interactuaban las sustancias, además permite mejorar la idea del quehacer científico. El análisis de los trabajos realizados por Berthollet, Proust, Dalton, Gay-lussac, Avogadro y Faraday, permitió saber cómo se pensó en que la materia tenía un comportamiento discreto en su composición e interacción. Fue creada y validada la conceptualización de la discretización de la materia, a partir del establecimiento de regularidades en las variaciones de las magnitudes, que se mantienen al relacionarlas con la variación de otras; el comportamiento discreto se plantea como la capacidad de una sustancia para unirse con otra dependiendo de la cantidad de cada una de ellas presentes en la mezcla de reacción, entonces la interacción química es dependiente de la cuantificación de la masa de los elementos que la conforman como característica fundamental para determinar cómo se componen las sustancias, es decir que los cuerpos se combinan guardando unas proporciones fijas.

El análisis aporta a la contextualización de saberes y métodos lo que permite la relación con el conocimiento, no con los temas ni con los supuestos sino con la experiencia misma que permite comprender el fenómeno de la combinación de sustancias químicas y construir actividades experimentales para los estudiantes que conlleven a las explicaciones significativas desde sus propias preocupaciones e intereses (Ayala 2004).

Tanto los elementos como las dificultades que se derivan del análisis llevan a plantear estrategias metodológicas para lograr procesos de conceptualización en los estudiantes.

Los elementos que se derivan para relacionar la interacción y el comportamiento químico de las sustancias con el comportamiento discreto de la materia son:

- El peso de combinación o peso equivalente de una sustancia es la cantidad de masa que reacciona con un peso fijo de otra
- En la combinación de dos elementos y formación de compuestos, estos guardan una relación entre sí que se expresa por medio de números enteros sencillos, pudiendo formar más de un compuesto a partir de variadas relaciones o proporciones.
- Los gases se combinan en proporciones simples por volumen en relación numérica sencilla y es sólo cuando hay un segundo compuesto entre los mismos elementos que la nueva proporción del elemento que se ha agregado es un múltiplo de la primera cantidad, hay también una relación sencilla entre la cantidad de que forman iguales volúmenes de gases distintos.
- En una reacción química la masa no se crea, ni se destruye, sólo cambia de una sustancia a otra reorganizando su estructura por establecimiento de nuevas relaciones de proporcionalidad que evidencian el comportamiento discreto de las sustancias.
- La determinación de relaciones de proporcionalidad en las combinaciones químicas se demuestran en la medición de las variaciones de la masa y el volumen, y en la relación de éstas con la corriente eléctrica necesaria para descomponer un compuesto químico.

La construcción de la fenomenología a través de la ruta de trabajo para la comprensión de la interacción química de las sustancias

La construcción del modo de proceder y las relaciones que se establecieron entre lo que se observó y se interpretó del fenómeno de la interacción de las sustancias, teniendo en cuenta la experiencia, permitió hacer y aprender ciencia.

Se parte del hecho de que la apertura de espacios en el aula para la actividad experimental, teniendo como protagonista a los estudiantes, conlleva la comprensión y estructuración de una clase de fenómenos.

La forma como se planteó la ruta pone de manifiesto que la observación, descripción y reflexión permitió caracterizar el comportamiento que tienen las sustancias y establecer relaciones entre dichas características.

La actividad experimental juega un papel fundamental y protagónico en este trabajo, además de ser un espacio que agrada a los estudiantes y que les lleva a plantearse inquietudes para ampliar su experiencia, posibilita la construcción del conocimiento, esto se observó en el recuento histórico, en el que para los científicos la actividad experimental fue la base de construcción y comprensión de sus teorías, por lo que se planteó la ruta de aula privilegiando los aspectos relevantes de estos estudios. Por ejemplo en la actividad en la que se varia las cantidades de un reactivo en una combinación y se miden las cantidades de producto obtenidos en masas y volúmenes, se demostraron los planteamientos de Dalton y Gay Lussac y para comprender los postulados de Faraday se acudió a realizar algunas electrolisis y electrodeposiciones propuestas por él con el propósito de conceptualizar las relaciones de equivalencia entre masas y volúmenes, con las cantidades de corriente eléctrica.

Las actividades planeadas posibilitaron a los estudiantes la conceptualización sobre el comportamiento de las sustancias a partir de la percepción que se hizo de la variación de las magnitudes, las cuales en pocas ocasiones se tienen en cuenta cuando se trata de detallar lo que ocurre en la interacción de las sustancias y las organizaciones que se pueden establecer entre ellas.

Se puede entonces afirmar que en la actividad experimental hay una cantidad de concepciones que en la enseñanza tradicional no se tienen en cuenta y que permiten que el fenómeno se muestre y que sea percibido, como lo manifiesta Mercedes Iglesias *“la naturaleza no se nos muestra ella por si sola: ella se abre, se despliega, según lo imponga la manera a la que fue sometida en una acción específica”* (IGLESIAS, 2004, pág. 44)

En la construcción de la fenomenología se fueron organizando las vivencias que se tenían y que se transformaron con cada actividad, lo que permitió construir explicaciones cada

vez más elaboradas. Se puede decir que con la fenomenología el conocimiento es una construcción continua y cambiante.

La inferencia de relaciones numéricas que evidencian el comportamiento discreto de las sustancias químicas

A partir de la caracterización del comportamiento de las sustancias emergen elementos como: la masa, el volumen y la corriente eléctrica, que llevan a establecer relaciones y a constituir unas regularidades en las combinaciones químicas como evidencia del comportamiento discreto de la materia que permiten determinar la proporcionalidad y equivalencia que se da en la interacción de las sustancias.

Con los resultados de la investigación se puede afirmar que la enseñanza de la química debe dejar de ser un proceso mecánico para solucionar problemas de carácter cuantitativo y convertirse en un espacio para aprender y hacer ciencia, teniendo en cuenta representaciones de cuantificación como la proporción y equivalencia que permiten la comprensión de conceptos químicos, en este caso la proporcionalidad como posibilidad o medida de distribuciones posibles de un compuesto, y la equivalencia como la relación entre las propiedades de las sustancias que producen la misma actividad química. Sin embargo, establecer relaciones de proporcionalidad y equivalencia exige conocer que si hay un cambio en una de las sustancias de la proporción, cambia la otra sustancia sin que cambie la igualdad entre las dos razones.

Los jóvenes establecieron equivalencias o igualdades entre las partes de las sustancias que entran en combinación y que indican que en ésta, se presentan proporciones fijas, en números definidos de alguna de las propiedades (peso, volumen, corriente eléctrica), lo que implica un comportamiento discreto que conlleva a que se produzcan compuestos que solamente pueden constituirse por una única combinación de esas sustancias.

Las relaciones que se dan en el aula evidencian que la legitimidad está mediada por un proceso de interacción y los hechos científicos requieren de unas concepciones

dependiendo de lo que se percibe y de la mediación que se hace entre la experiencia de los jóvenes y el significado que los mismos le dan.

No se puede dejar de lado las relaciones entre lenguaje y conocimiento, dado que en el aprendizaje escolar es fundamental el uso del lenguaje oral y escrito, a través de esto los jóvenes pueden acceder a la cultura científica como lo dice Lemke (1997, pág. 12), *“el lenguaje es un sistema de recursos para construir significados... cualquier concepto o idea particular tiene sentido sólo en términos de las relaciones que tiene con otros conceptos e ideas”*. En ciencias hablar, permite crear conocimiento, bajo este planteamiento se tiene en cuenta la socialización y discusión que se presentó durante y después de las actividades experimentales, para comunicar las ideas que se fueron construyendo, se utilizaron más expresiones tanto para dar ideas generales como para nombrar aspectos específicos, lo que llevó a nuevas formulaciones, a priorizar unos datos sobre otros, a identificar regularidades y elaborar explicaciones. Además en el proceso de contrastar las diferentes maneras de ver y de pensar, se avanza en la conceptualización del comportamiento discreto de las sustancias.

Pasaron de hablar de reacción química como un cambio de características, cualidades o propiedades de las sustancias que intervienen en ella, sin perder su composición, a explicarla como un cambio de la composición de la estructura de las sustancias que participan en ella. Al mismo tiempo al ir avanzando en la construcción de la fenomenología los estudiantes dan muestra de que se están apropiando de principios de la estequiometría como el reactivo límite, le empiezan a dar sentido a la interacción de las sustancias al realizar asociaciones entre los hechos, las ideas, los planteamientos teóricos de los diferentes científicos y de la misma forma a reconocer las ideas relevantes, necesarias y suficientes para explicar.

Al inicio para explicar lo observado utilizaron algunas expresiones (se parece a, creo que es, parece como), demostrando que recurren a un lenguaje para manifestar lo que sucede. Luego al ir adquiriendo nuevos conocimientos hay menos dudas al hacer afirmaciones y utilizaron un lenguaje más formal, puntual y riguroso (volúmenes iguales, indica proporcionalidad, relación constante). Esta nueva selección de palabras va

haciéndose más habitual y se puede empezar a aplicar en otras situaciones y relacionarlos con otros términos. De la misma forma estos estudiantes no solo concretan la forma de hablar sino también la forma de mirar y de pensar un fenómeno.

La comprensión del comportamiento de las sustancias se da cuando hay formalización y se puede comunicar lo que se ha construido *“la capacidad de argumentar y comunicar los propios conocimientos es como mínimo tan importante como esos mismos conocimientos. De poco sirve saber química si no se sabe decir lo que se sabe”* (Pozo 1998, pág. 204)

Para llegar a la comprensión y conceptualización del comportamiento discreto de las sustancias se tuvo en cuenta que en una reacción química en la que las sustancias entran en combinación la manera de evidenciar las transformaciones ocurridas es mediante la descripción cualitativa y cuantitativa de sus propiedades. La correspondencia de los componentes iniciales, que cambian con las sustancias que se forman, pudo demostrar que hay una interacción entre las sustancias y si la relación de las masas de los reactivos en los productos resultantes es idéntica, es decir, si no cambia la composición de las sustancias resultantes al variar las cantidades de reactivos, se puede establecer la base para describir un compuesto afirmando que tiene una composición fija o característica. Esta conceptualización es favorecida al construir la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias, con lo que se argumenta esta Tesis.

Implicaciones en la docencia de las ciencias naturales

Al iniciar este trabajo, una de las inquietudes que llevó a plantear la tesis fue de qué manera se podría enseñar conceptos básicos de la química de forma significativa o por lo menos comprensible para los jóvenes. Esta tesis no pretende suministrar una fórmula mágica que solucione estas preocupaciones muy comunes en los docentes, lo que si suscita es una discusión y reflexión con aportes para su enseñanza y aprendizaje en donde se evidencie la necesidad de construir relaciones entre elementos históricos,

teóricos, culturales y vivenciales de estudiantes y docentes que hacen parte del proceso enseñanza y aprendizaje.

No cabe duda que es el docente de ciencias naturales quien debe repensar el proceso educativo y recurrir a estrategias, elementos didácticos y pedagógicos que lleven a transformar lo que se vive hoy dentro de las aulas, de forma que la educación que el joven reciba sea correspondiente al contexto y lo constituya como sujeto social y actor fundamental en la búsqueda de la resolución de problemas de su entorno.

Desde esta perspectiva se presenta la fenomenología como una forma de proceder que deja ver una panorámica más amplia para lograr una mayor eficacia en el aprendizaje. Facilita el acercamiento del estudiante a la situación de estudio o fenómeno, pero teniendo en cuenta que la ciencia es una actividad de personas comunes que hacen parte de un contexto y que tienen experiencias, las cuales pueden ser modificadas para construir el conocimiento como producción social. Esta forma de comprender permite que el joven sea un ser que pone en juego lo que sabe, percibe, organiza y construye, siendo un proceso más significativo para él, lo cual es muy importante pues la forma de proceder puede perdurar por siempre, es importante aprender los conceptos, pero lo es más la forma de aprender ciencias que puede ser mucho más útil para su desarrollo personal (Pozo, 1998).

Para terminar, hay aspectos que en el desarrollo de este proceso investigativo se presentaron como dificultades y que pueden ser tenidos en cuenta para generar nuevos objetos de estudio: en primer lugar es importante disponer de tiempos y espacios académicos en los cuales los estudiantes puedan adaptarse a las estrategias que implica esta manera de proceder, ya que estas exigen de ellos nuevos retos en la forma como se acercan a los fenómenos. En segundo lugar en la actividad experimental se deben realizar montajes en los que las condiciones sean las adecuadas para lograr precisión en las mediciones, dado que con estas se pretende construir las contabilidades y las relaciones que de ellas se puedan establecer. Por último es necesario tener en cuenta el trabajo interdisciplinar como elemento que facilite el desarrollo del currículo y permita en su flexibilidad que el estudiante logre producir conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Arcá, M., Guidoni, P., & Mazoli, P. (1990). Enseñar ciencia. Cómo empezar reflexiones para una educación científica de base pág. 24. Barcelona: Paidós Educador.

Avogadro, A. (1811). (Journal de Physique 73, Editor) Recuperado el 5 de Agosto de 2013 "Essay on a Manner of Determining the Relative Masses of the Elementary Molecules of Bodies, and the Proportions in Which They Enter into These Compounds"

Ayala, M^a. M., Malagón, F. Y Guerrero, G. (2004). La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. Rev. Física y cultura, No 7. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Ayala, M., (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Revista Pro- Posições, v. 17, n. 1 (49) - jan./abr. 2006. Facultad de Educación, Brasil. En http://mail.fae.unicamp.br/~proposicoes/textos/49_dossie_ayalammam.pdf.

Báez, J. & Pérez. (2007) Investigación cualitativa, España: ESIC Editorial

Dalton, J. (1808). (Manchester, Productor) Recuperado el 1 de Julio de 2014, de A new System of Chemical Philosophy.

Esteban, s. & Peral, F. (2007). Controversias científicas en la Química del siglo XIX. *Real Sociedad Española de Química*, 59-69.

Faraday, M. (1849). Experimental Researches in Electricity. Londres: University of London.

Faraday, M. (1934). Experimental Researches in Electricity – seventh series. En R.S. London, Philosophical Transactions. London: Richard Taylon.

Furió M, C., & Padilla M, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerequisites para comprender su significado actual: el caso de la "cantidad de sustancia" y el "mol" . *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales* N° 17 , 55-74.

García A, E. (Abril de 2011). Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje. Aporte histórico y filosófico en la física de campo. Barcelona, España.

Gay-Lussac, J. L. (1809). *Memorias del Societé d'Arcueil* 2, 207 (1809) [de Henry A. Boorse y Lloyd Motz, eds., *El mundo del átomo*, vol. 1 (Nueva York: Basic Books, 1966) (Traducción: *Alambique del Club Reimpresión* N ° 4)]. Recuperado el Agosto de 2013, de Memoria sobre la combinación de sustancias gaseosas entre sí: <http://web.lemoyne.edu/~giunta/gaylussac.html>

Goetz, J. & LeCompte, M. (1988) *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. España: Ediciones Morato

González A, M. (2006) *Integración en el proceso Docente Educativo*. Ed Martínez Coll, Pág. 21.

Hegel, W. F. (1968). *Enciclopedia de las Ciencias Filosóficas*. Instituto Cubano del libro.

Heidegger, M. (1923) *La vía fenomenológica de la hermenéutica de la facticidad*. En: *Hermenéutica de la Facticidad*. Curso del semestre de verano de 1923.

Heidegger, M. (1923). "Hermenéutica de la Facticidad pg.79", en el curso de doctorado "El discurso filosófico de la modernidad" Universidad de Valencia, Traducción de Jiménez R, M. (1998-99).

Husserl, E. (1999) "Investigaciones Lógicas 2" Universidad Alianza pág. 89, 90 Traducción elaborada por Manuel García Morente, José Gaos

Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales* No 20.

Izquierdo, M.; Sanmartí, N.; Espinet, M. (1999): "Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales" en Enseñanza de las Ciencias, vol. 17, n. 1, pp. 45-59.

Izquierdo Sañudo, M.C., Eral Fernández, F., De la Laza Pérez, A., & Troitiño Núñez, M.D. (2013). Evolución Histórica de los principios de la Química. Madrid. UNED Ediciones.

Katz, M. (2011). En John Dalton y la teoría atómica.

Kuhn, T. (1962) La estructura de las revoluciones científicas. Ediciones del Fondo de Cultura Económica, Breviarios. México.

Lyotard, J. F., (1989) La fenomenología. Capítulo IV. Fenomenología e Historia. Editorial Paidós. 125

Malagón S, J. F. (2002) Teoría y experimento, una relación dinámica: Implicaciones en la enseñanza de la física. Departamento de Física, UPN. Colombia.

Malagón, J. F., Ayala, M. M., Sandoval, S., & Tarazona, L. (2007). La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias. Bogotá: Proyecto CIUP-Universidad Pedagógica Nacional.

Malagón S., J, Ayala, M., Sandoval, S. (2010). El experimento en el aula: Comprensión de las fenomenologías y construcción de magnitudes. Bogotá, D.C., CIUP, Universidad Pedagógica Nacional.

Martín R, G. (2010). La Química de Lavoisier. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

Moreno, A. G (2000) La historia de las ciencias; ¿saber útil o curioso complemento? Revista alambique, No 24, 99 – 122. Barcelona.

Pozo, J. I. y Gómez C, M. (1998) Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Editorial Morata. España. 332 págs.

Proust, J. L. (1806) (Journal de Physique 63, Productor) Recuperado el 5-8 de Julio de 2014, de Sur les mines de cobalt, nickel et autres.

Reyes, J.D. (2009) La organización de la experiencia y la elaboración de conceptos. Fase inicial de la constitución de los conceptos de átomo e ion. Programa Curricular de Licenciatura en Física Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá.

Sandoval, S. (2008) "La comprensión y construcción fenomenológica: Una perspectiva desde la formación de maestros de ciencia". Tesis de Grado presentada, Magister de Educación Universidad Pedagógica Nacional.

Santelices, C. L. (1989) "Metodología de Ciencias Naturales para la enseñanza básica" Ed. Andrés Bello, Chile.

Sevillano, M. (2005) Didáctica en el siglo XXI Ejes en el aprendizaje y enseñanza de calidad. España: McGraw-Hill

Solbes, Y.; Traver, M. J. (1998): "La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química" en enseñanza de las ciencias, vol. 14, n. 1, pp. 103-112.

Vilumara, P.G., & Izquierdo, M. (1994). Valoración de la obra de Proust y Berthollet en los textos de Química General. Revista de la sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas, 325 - 342

ANEXO 1. OBSERVACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE LAS SUSTANCIAS



Colegio Grancolombiano
Institución Educativa Distrital
"Tu espacio para crecer y realizar los Sueños"

P.E.G:
Hacia una comunidad incluyente, productiva y respetuosa
de los derechos humanos

EJE CIENTIFICO - TECNICO QUIMICA – ISEMESTRE
CICLO V ATRAVES DEL ESPEJO (UN POSIBLE LUGAR EN EL MUNDO)
NUCLEO PROBLÉMICO: MECANISMOS DE REGULACION DE LOS SISTEMAS
FASE 1: EXPLICITACION DE SABERES

NOMBRE: _____ FECHA: _____

OBSERVACION DE LA INTERACCION DE LAS SUSTANCIAS

PROPÓSITOS:

- ❖ Describir y detallar la manera como se comportan las sustancias químicas
- ❖ Precisar el comportamiento de la materia a partir de la comprensión de sus interacciones
- ❖ Organizar observaciones sobre el comportamiento químico a partir de las cualidades y características de la interacción de las sustancias
- ❖ Comparar características presentes en la interacción de las sustancias

CONTENIDO

¿Cómo interactúan las sustancias?
Características de las combinaciones químicas
Organizaciones cualitativas de los cambios químicos de las sustancias

EXPLICITACION DE SABERES



CARACTERIZACION DEL COMPORTAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS

La manera cómo podemos evidenciar que ha ocurrido una transformación en las sustancias que interactúan es porque se perciben cambios de color, olor, producción de gases, formación de precipitados, variaciones de temperatura etc. Así mismo podemos producir cambios al combinar sustancias o mediante la aplicación de calor y /o electricidad. A partir de estos cambios podemos evidenciar la unión o separación de los componentes para formar nuevas sustancias con características diferentes.

UNIENDO Y SEPARANDO COMPUESTOS

Actividad Experimental N° 1 Síntesis del carbonato de calcio

Materiales

- 1 Erlenmeyer de 250 ml
- 1 Pipeta de 5 ml
- 1 Espátula
- 1 agitador

Reactivos

- Agua
- Oxido de carbono (cal)
- Dióxido de carbono



Procedimiento

1. Coloca en el Erlenmeyer 100 ml de agua y agrega con la espátula el oxido de calcio, agita hasta disolver completamente
2. Introduce la pipeta en la solución y con ella sopla por unos minutos

Describe lo que ocurre durante el proceso:

¿De acuerdo a lo observado que ha ocurrido con las sustancias?

¿Cuáles son las características del compuesto resultante? (color, olor, estado, etc.)

¿Que se produce?

Da una explicación a lo ocurrido en el proceso

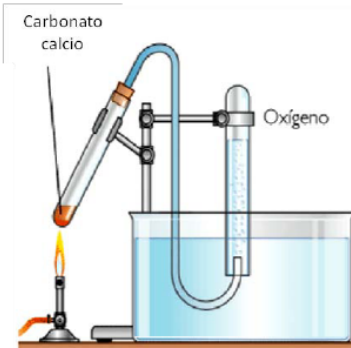
Actividad Experimental N° 2 Reacción de descomposición

Materiales

- 1 soporte universal
- 1 Pinzas para tubo de ensayo con nuez
- 1 mechero
- 2 tubos de ensayo
- 1 manguera
- 1 corcho perforado

- 1 Beaker
- 1 espátula

- #### Reactivos
- Carbonato de calcio



Procedimiento

Realiza el montaje que indica el diagrama

1. En un tubo de ensayo coloca una pequeña cantidad de carbonato de calcio tápalo con el corcho con la manguera y sujétalo al soporte
2. Llena un tubo de ensayo con agua, introdúcelo en el Beaker de forma que quede sin aire en el interior.
3. Coloca el otro extremo de la manguera dentro del tubo de ensayo que contiene agua
4. Calienta el tubo que contiene el carbonato de calcio

Determina las características del carbonato de calcio

Describe lo que ocurre al realizar el procedimiento:

¿Qué nos indica lo ocurrido?

¿Cuáles son las características de las sustancias resultantes? (color, olor, estado, etc.)

¿Que se produce?

Da una explicación a lo ocurrido en el proceso

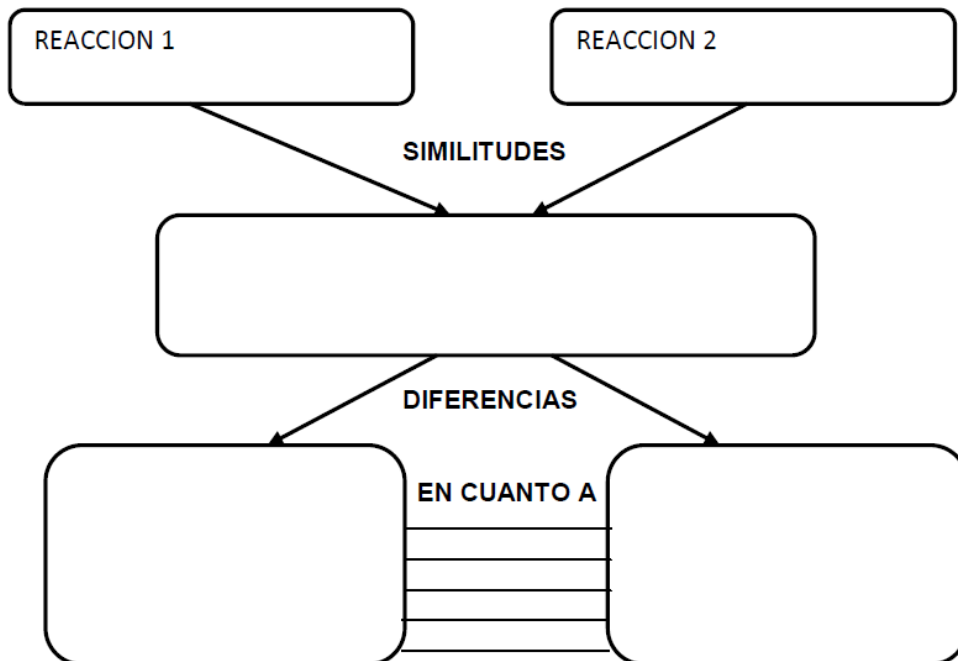
PENSEMOS EN LA FORMA COMO SE DIERON ESTOS CAMBIOS

¿Consideras que las reacciones anteriores son procesos opuestos? Justifica

¿Crees que las transformaciones en los dos procesos ocurren de la misma manera?

¿Qué relación se puede establecer entre el proceso de composición y de descomposición

Completa el gráfico con las diferencias y similitudes que encuentras en las dos reacciones



Enumera las condiciones o criterios que permitieron que se produjeran los cambios:

Completa con dichos criterios la siguiente tabla:

REACCION \ CRITERIOS	1	2

Piensa en otras reacciones de tu cotidianidad como: Disolver un alka seltzer en agua, respirar, preparar un yogurt, la oxidación de una puntilla, quemar un trozo de papel etc., ¿Consideras que los criterios establecidos pueden ser aplicados a estas reacciones? Justifica

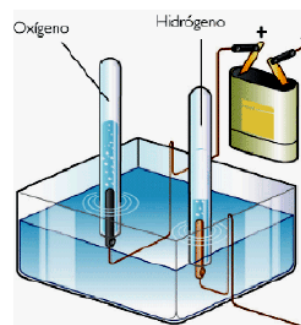
Actividad Experimental N° 3 Electrolisis del agua

Materiales:

- 2 tubos de ensayo
- 1 vaso de precipitado de 250 ml
- 2 electrodos de grafito
- 1 pila de 9 V
- 2 cables caimán

Reactivos:

- Agua
- Acido sulfúrico



Procedimiento

1. Llenar los dos tubos de ensayo con agua, introducirlos en el recipiente de forma que quede sin aire en el interior.
2. Colocar los electrodos en la boca sumergida de cada tubo (ver diagrama) con ayuda de los cables caimán. Agregar Acido sulfúrico al agua.
3. Conectar los electrodos con los cables a la pila.

Observaciones

1. Realiza el dibujo de lo observado

Describe lo ocurrido durante el proceso

2. ¿Qué consideras que pudo pasar con las sustancias que se colocaron en el montaje?

3. ¿Qué función cumple la electricidad en el proceso?

4. Explica que puede ser lo que se encuentra en el espacio superior del tubo

5. ¿Por qué hay cantidades de aire diferente en los dos tubos?

6. ¿Qué características tiene esta transformación?

7. ¿Que se produce?

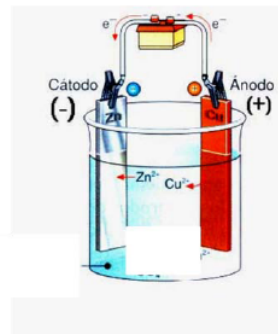
8. De acuerdo a los criterios establecidos en las experiencias anteriores explica que fue lo ocurrido en el proceso

Actividad Experimental N° 4 Electrodeposición

Materiales:

- 1 vaso de precipitado de 250 ml
- 2 laminas de Zn y Cu
- 1 fuente de voltaje
- 2 alambres caimán recubiertos

- Reactivos:**
- Agua
 - Cloruro de sodio



Procedimiento

1. Prepara una solución de cloruro de sodio en el vaso de precipitado
2. Introduce en la solución las laminas de Zn y de Cu y conéctelas a los alambres caimán
3. Conecta los cables caimán a la batería
4. Enciende la batería a un voltaje de 9 voltios

Observaciones

1. Realiza el dibujo de lo observado

Describe lo ocurrido durante el proceso

2. Realiza una descripción detallada de las transformaciones ocurridas al cobre y al cinc

3. ¿Qué consideras que pudo pasar con el Cu y el Zn que se encontraba en el montaje?

4. Explica lo que pasó con el cloruro de sodio que estaba disuelto en el agua

5. ¿Qué función cumple la electricidad en el proceso?

6. ¿Qué características tiene esta transformación?

7. De acuerdo a los criterios establecidos en las experiencias anteriores explica que fue lo ocurrido en el proceso

CONSTRUCCION DE PRIMERAS EXPLICACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos experimentalmente:

1. ¿Qué criterios les permiten establecer que ha ocurrido una transformación química en las sustancias, los cuales son condiciones necesarias para que las sustancias interactúen? Si han encontrado nuevos criterios complementa el cuadro inicial

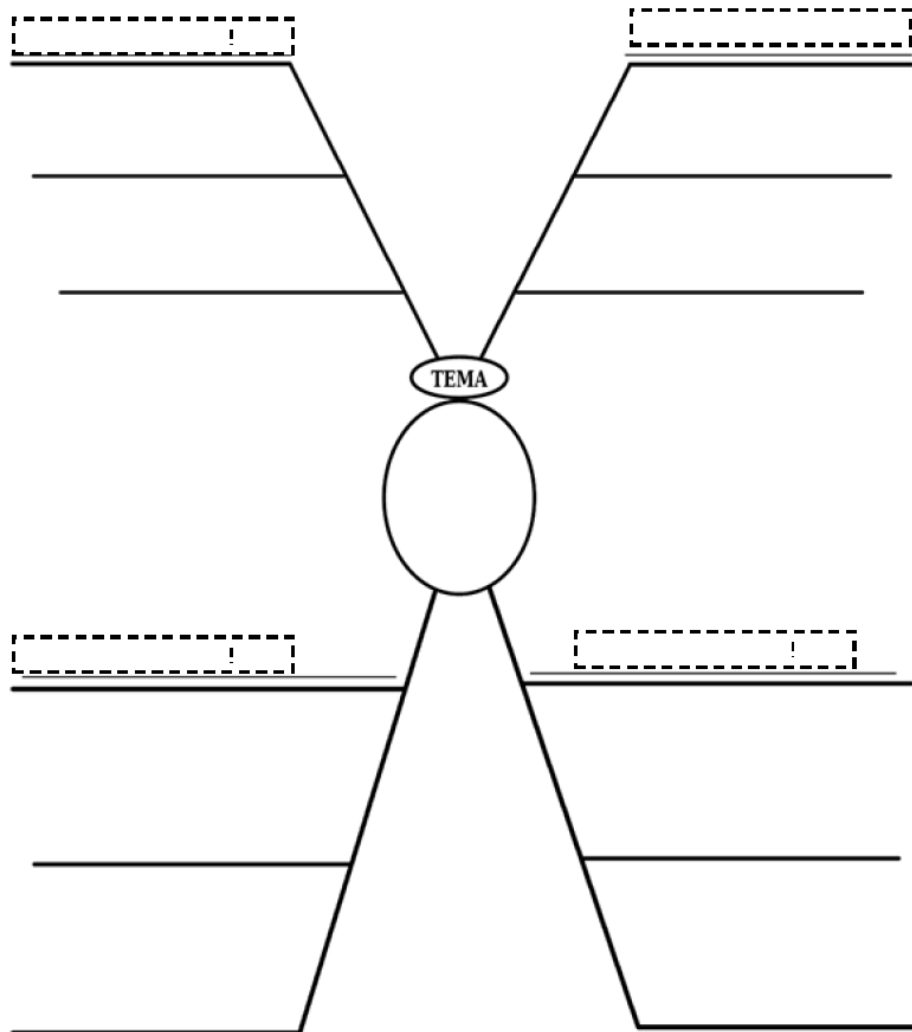
2. ¿Qué clase de transformaciones se pueden presentar?

3. ¿Cómo caracterizarías las transformaciones químicas?

4. ¿Qué consideran aparte de lo trabajado que se debería tener en cuenta para demostrar que ocurre un cambio químico?

SOCIALIZACION

1. Cada grupo de trabajo por medio de su relator presenta las conclusiones a las que ha llegado
2. A partir de la contribución de cada grupo completar el siguiente grafico de información que reúna dichas construcciones.



ANEXO 2. INDAGACIÓN ACERCA DE LA COMBINACIÓN DE LAS SUSTANCIAS



Colegio Gran Colombiano
Institución Educativa Distrital
"Tu espacio para crecer y realizar los Sueños"

P.E.G:

Hacia una comunidad incluyente, productiva y respetuosa
de los derechos humanos

EJE CIENTIFICO - TECNICO QUIMICA – ISEMESTRE CICLO V ATRAVES DEL ESPEJO (UN POSIBLE LUGAR EN EL MUNDO) NUCLEO PROBLÉMICO: MECANISMOS DE REGULACION DE LOS SISTEMAS FASE 2: CARACTERIZACION DEL FENÓMENO

NOMBRE: _____ CURSO _____ FECHA _____

INDAGACION ACERCA DE LA COMBINACION DE LAS SUSTANCIAS

PROPÓSITOS:

- ❖ Establecer la manera como se combinan las sustancias a partir de sus interacciones.
- ❖ Caracterizar la manera cómo interactúan las sustancias para formar otras
- ❖ Organizar relaciones cuantitativas de los cambios químicos de las sustancias

Actividad Experimental N° 5 Formación de sales

Materiales:

Cápsula de porcelana
Balanza
Mechero
Trípode
Malla de asbesto
Balón con desprendimiento lateral
Embudo de separación

Tubo de ensayo
Beaker de 250 ml
Manguera, corcho

Reactivos:

Cinta de magnesio
Bicarbonato de sodio
Acido clorhídrico 6N



Procedimiento

Actividad 5a: reacción del bicarbonato de sodio con ácido clorhídrico

1. Pesa en la balanza el crisol
2. Pesa dentro del crisol 0.5g - 1 g de bicarbonato de sodio
3. Agrega al crisol 1.5 ml - 3 ml de ácido clorhídrico 6N, observa la reacción
4. Calienta suavemente la cápsula hasta que se evapore todo el líquido y el residuo formado quede completamente seco. Deja enfriar y pesa de nuevo. Determina por diferencia el peso del producto obtenido.

Actividad 5b: reacción de magnesio con ácido clorhídrico.

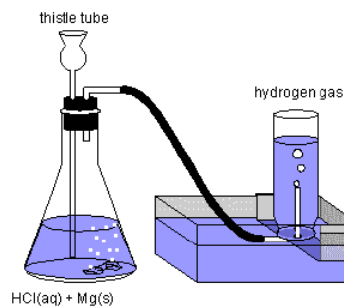
Lava la cápsula y caliéntalo con la llama del mechero para eliminar la humedad, deja enfriar a temperatura ambiente y pésalo nuevamente en la balanza.

5. Corta un trozo de cinta de magnesio de 1cm -2cm aproximadamente, colócala dentro de la cápsula y pésala. Calcula por diferencia el peso del magnesio.
6. Agrega al crisol 1.5ml -3 ml de ácido clorhídrico 6N, observa la reacción

- Calienta el crisol hasta que se evapore todo el líquido y el residuo formado quede completamente seco. Deja enfriar y pesa de nuevo. Determina por diferencia el peso del producto obtenido.

Actividad 5c: midiendo la cantidad de gas que se produce cuando reacciona el bicarbonato de sodio con ácido clorhídrico.

- Realiza el montaje que aparece en la figura
- Pesa 0.5g - 1 g de bicarbonato de sodio y deposítalo en el balón, agrega en el embudo de separación 1.5 ml - 3 ml de ácido clorhídrico 6N
- Llena el tubo de ensayo con agua, introdúcelos en el recipiente de forma que quede sin aire en el interior, coloca la manguera dentro del tubo
- Abre la llave del embudo
- Determina el volumen del gas producido.



Actividad 5d: midiendo la cantidad de gas que se produce cuando reacciona magnesio con ácido clorhídrico

- Realiza el montaje que aparece en la figura
- Corta un trozo de cinta de magnesio de 1 -2cm deposítalo en el balón, agrega en el embudo de separación 1.5 ml - 3 ml de ácido clorhídrico 6N
- Llena el tubo de ensayo con agua, introdúcelos en el recipiente de forma que quede sin aire en el interior, coloca la manguera dentro del tubo
- Abre la llave del embudo
- Determina el volumen del gas producido

Cada grupo organiza los datos de acuerdo a lo trabajado en la siguiente tabla

Sustancias	Peso inicial	Peso final con 1.5ml HCl	Peso final con 3 ml de HCl
Bicarbonato de sodio 0.5 g			
Bicarbonato de sodio 1.0 g			

Sustancias	Peso inicial	Peso final con 1.5ml HCl	Peso final con 3 ml de HCl
Cinta de Mg 1cm			
Cinta de Mg 2cm			

Sustancias	Peso inicial	Peso final Bicarbonato de sodio 0.5g	Peso final Bicarbonato de sodio 1.0g
1.5 ml HCl			
3 ml HCl			

Sustancias	Peso inicial	Peso final Cinta de Mg 1cm	Peso final Cinta de Mg 2cm
1.5 ml HCl			
1.5 ml HCl			

Sustancias	Peso inicial	Volumen del gas producido con 1.5ml HCl	Volumen del gas producido con 3 ml de HCl
Bicarbonato de sodio 0.5			
Bicarbonato de sodio 1.0			

Sustancias	Peso inicial	Volumen del gas producido con 1.5ml HCl	Volumen del gas producido con 3 ml de HCl
Cinta de Mg 1cm			
Cinta de Mg 2cm			

Sustancias	Peso inicial	Volumen del gas producido Bicarbonato de sodio 0.5g	Volumen del gas producido Bicarbonato de sodio 1.0g
1.5 ml HCl			
3 ml HCl			

Sustancias	Peso inicial	Volumen del gas producido Cinta de Mg 1cm	Volumen del gas producido Cinta de Mg 2cm
1.5 ml HCl			
1.5 ml HCl			

18. Repite el procedimiento anterior, aumentando la cantidad de ácido de 3 ml a 6 ml. Determina el peso del producto obtenido, igual que en el caso anterior

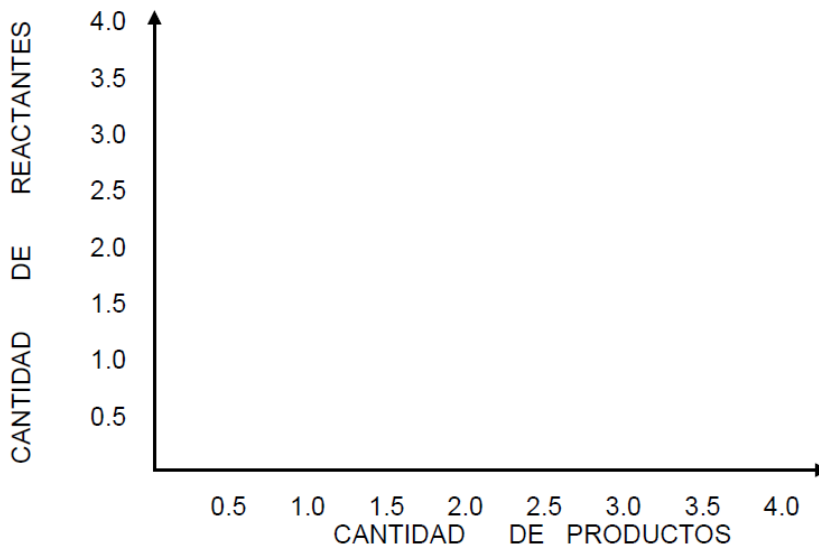
De acuerdo con lo observado:

Describe el proceso de formación de las nuevas sustancias

¿Qué ocurrió con los productos obtenidos al cambiar las cantidades de los reactivos?

¿Cómo son las proporciones entre los reactivos y los productos al cambiar las cantidades utilizadas? Por ejemplo, en algunos casos se utiliza una cantidad determinada de ácido clorhídrico, en otro caso se duplica esa cantidad, ¿se duplicó también la cantidad de producto? ¿se obtiene la misma cantidad en los distintos casos?

Grafica la relación entre cantidades de reactantes utilizado y cantidades de productos obtenidos en un sistema cartesiano así:



Después de este trabajo ¿a qué conclusiones llegas sobre las combinaciones químicas?

RELACIONES Y PROPORCIONES EN LAS COMBINACIONES QUÍMICAS

A lo largo de la historia los científicos se han preguntado sobre la manera como se combinan las sustancias y han podido a partir de la experimentación obtener observaciones y datos que los llevaron a plantear explicaciones que son usadas actualmente. Es de resaltar en sus trabajos los cuestionamientos que les surgieron a partir de las cantidades empleadas y obtenidas en las combinaciones químicas. Algunos de estos trabajos fueron:

Claude Louis Berthollet quien afirmó que la composición de las combinaciones químicas variaba de manera permanente, para él la capacidad de una sustancia para unirse con otra dependía de la cantidad de cada una de ellas que estaban presentes en la mezcla de reacción, es decir al variar la cantidad de los reactivos se podían obtener diferentes productos y las condiciones experimentales podían alterar el resultado final de la reacción.

Esto conllevó a muchas discusiones y uno de los contradictores más fuertes fue **Joseph Louis Proust** quien estuvo en contra de sus afirmaciones de que varias sales y óxidos se podían formar en un rango continuo de proporciones. Para esto Proust realizó numerosas experiencias sobre composición de sustancias y encontró que un compuesto siempre contenía los mismos elementos en la misma relación de masa, y lo enunció en la ley que dice: "Cuando se combinan dos o más elementos para dar un determinado compuesto, siempre lo hacen en una relación de masas constantes"

Explica qué significa para ti la expresión del texto que afirma que: *Las sales y óxidos se podían formar en rango continuo de proporciones*. Si lo relacionas con las actividades experimentales desarrolladas, ¿estás de acuerdo o no con esta expresión?

Posteriormente el químico inglés **Jonh Dalton** descubrió que algunos elementos se combinaban en más de una proporción con una cantidad fija de otro elemento para dar compuestos distintos, en lo que parecía ser una extensión más compleja de la ley de Proust. Sin embargo, enseguida se percató de la existencia de una regularidad "Dos elementos pueden combinarse entre sí en más de una proporción para dar compuestos distintos" es decir, que determinada cantidad fija de uno de ellos se combina con cantidades variables del otro elemento.

Explica qué significa para ti *que un elemento se pueda combinar en más de una proporción con una cantidad fija de otro elemento para dar compuestos distintos*. Si lo relacionas con las actividades experimentales desarrolladas ¿estás de acuerdo o no con esta expresión?

Estos descubrimientos generaron inquietudes en otros científicos como el químico francés **Joseph Louis Gay-Lussac**, quien al experimentar con gases observó que cuando los gases se combinan para formar compuestos gaseosos, los volúmenes de los gases que reaccionan y los volúmenes de los gases que se producen, medidos ambos en las mismas condiciones de presión y temperatura, mantienen una relación de números enteros y sencillos, es decir cuando los gases se combinan siempre lo hacen en proporciones simples por volumen, en razones de combinación 1 a 1, 1 a 2, 1 a 3.

Como vemos estas y muchas otras son las explicaciones que surgen de la actividad experimental y que responden a la forma cómo interactúan las sustancias en las combinaciones químicas por lo que a partir de este texto puedes continuar con la construcción de tus explicaciones.

Responde:

1. Subraya las palabras desconocidas y realiza un glosario
2. Resalta la idea fundamental del trabajo de cada autor
3. Que relaciones encuentras entre el texto y las conclusiones de las actividades experimentales que elaboraste.
4. Plantea tu hipótesis sobre la forma como se podrían realizar varias combinaciones a partir de los mismos elementos.

EXPERIMENTANDO CON EL AGUA

Anteriormente se creía que el agua estaba formada por una sola clase de sustancias, hasta que un químico llamado Henry Cavendish determinó que era un compuesto formado por distintas clases de sustancias, descubrió que el agua estaba formada por los elementos Hidrógeno y el oxígeno. Hoy en día es posible identificar los elementos que la constituyen al descomponerla con ayuda de la corriente eléctrica. Así mismo podemos saber la proporción de cada uno de sus componentes.

Consulta las características y propiedades de cada uno de los componentes del agua, oxígeno e hidrógeno

Actividad Experimental N° 6 Descomposición del agua

Materiales:

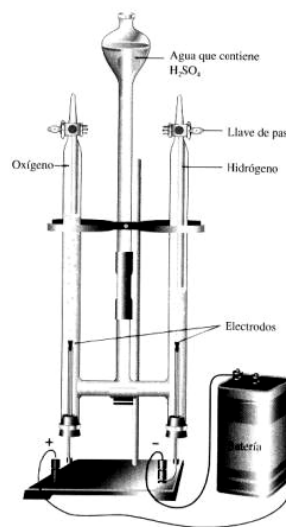
- Voltámetro de Hoffman
- 1 vaso de precipitado de 250 ml
- 1 fuente de voltaje

Reactivos:

- Agua
- Acido sulfúrico al 2%

Procedimiento

1. Realiza el montaje que aparece en la imagen
2. Prepara una solución tomando 150 ml de agua y agrega lentamente y con agitación continua 3 ml de ácido sulfúrico
3. Agrega la solución preparada al voltámetro de Hoffman
4. Conecta los electrodos a la fuente y enciende la batería aplicando un voltaje de 9 voltios, observa lo que sucede y llena la siguiente tabla
5. Mide la intensidad de la corriente que circula
6. Observa lo ocurrido y llena la siguiente tabla



Voltaje= 9 Intensidad de corriente=	Volumen obtenido 10 minutos	Volumen obtenido 20 minutos	Volumen Obtenido 30 minutos
Oxígeno			
Hidrogeno			

7. Repite el procedimiento anterior utilizando un voltaje de 12 v, observa el proceso y llena la siguiente tabla.

Voltaje= 12 Intensidad de corriente=	Volumen obtenido 10 minutos	Volumen obtenido 20 minutos	Volumen Obtenido 30 minutos
Oxigeno			
Hidrogeno			

8. ¿Qué diferencia observa con la práctica anterior?

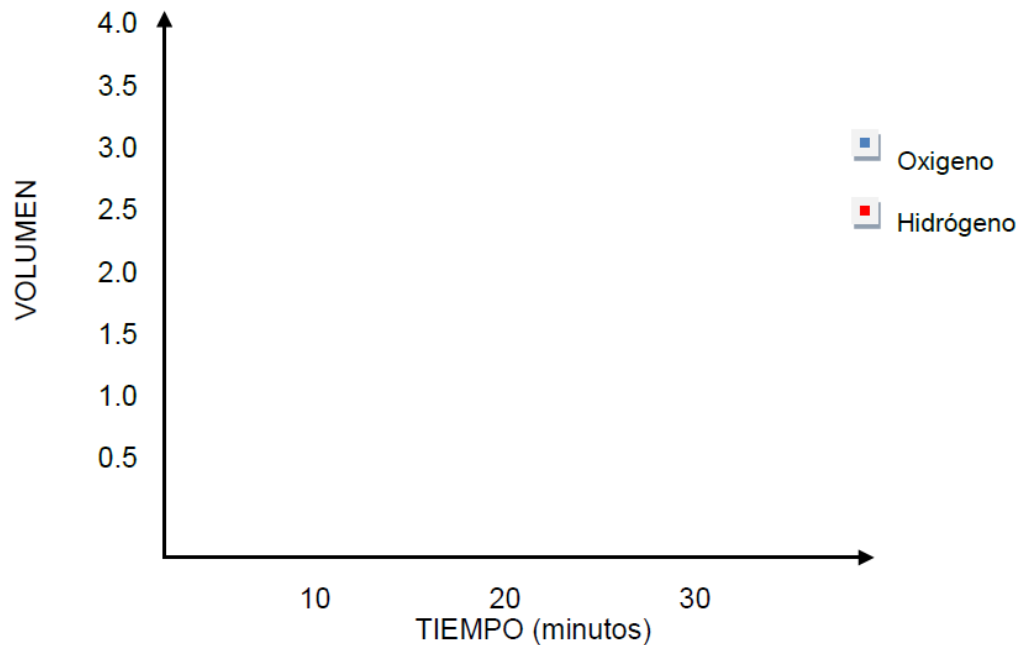
De acuerdo con la consulta realizada sobre las propiedades de los gases hidrógeno y oxígeno ¿Cómo se pueden identificar?

Elabora un pequeño texto explicativo en el que resumas las siguientes preguntas:

¿Cómo es la variación de volumen de los gases obtenidos?

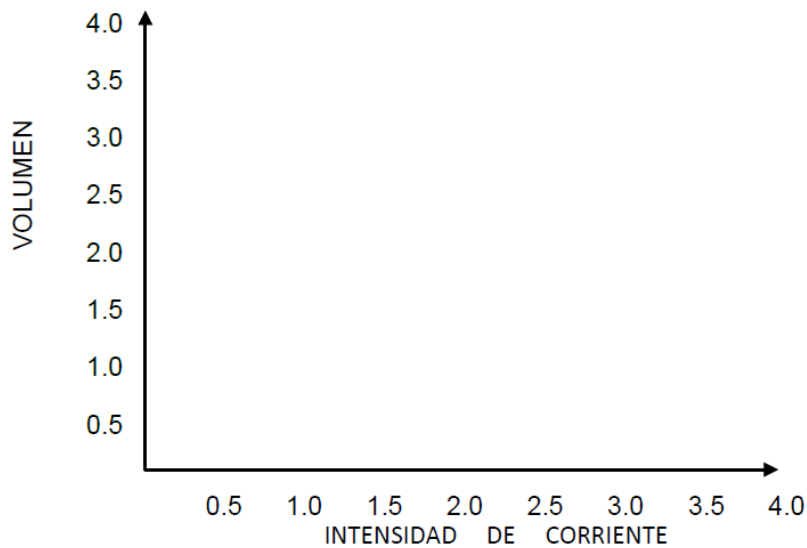
¿Cómo relacionas los volúmenes obtenidos con la composición del agua?

Elabora una gráfica en la que puedas relacionar el volumen de hidrógeno y de oxígeno en cada uno de los tiempos



Establece una relación entre los volúmenes obtenidos con la intensidad de la corriente

Elabora una gráfica en la que relacione el volumen obtenido con la variación en la intensidad de corriente



EXPERIMENTANDO CON METALES

Actividad Experimental N° 7 Electrodeposición

Materiales:

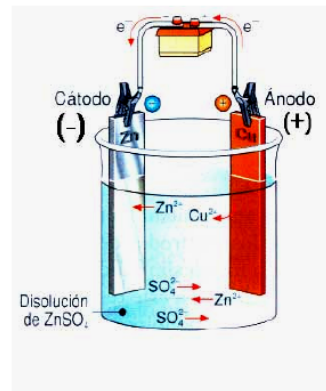
- 1 vaso de precipitado de 250 ml
- 2 laminas de Zn y Cu
- 1 fuente de voltaje
- 2 alambres caimán recubiertos

Reactivos:

- Agua
- Sulfato de cobre

Procedimiento

1. Disponer una celda electrolítica, como se indica en la figura, coloca 300 ml de agua y agrega 24g de CuSO_4 .
2. Pesa los electrodos (Cu y Zn) antes de la electrólisis, los electrodos deben ser el cobre en el ánodo (polo positivo) y el Zn en el cátodo (polo negativo), deben estar perfectamente fijos.
3. Conecta el circuito a la batería de 9 voltios y espera que la reacción transcurra
4. Mide la intensidad de la corriente que circula
5. El tiempo de duración de la electrólisis no debe ser mayor a 5 minutos.
6. Desconecta el circuito, pesa los electrodos una vez secos.
7. Observa lo ocurrido y llena a siguiente tabla



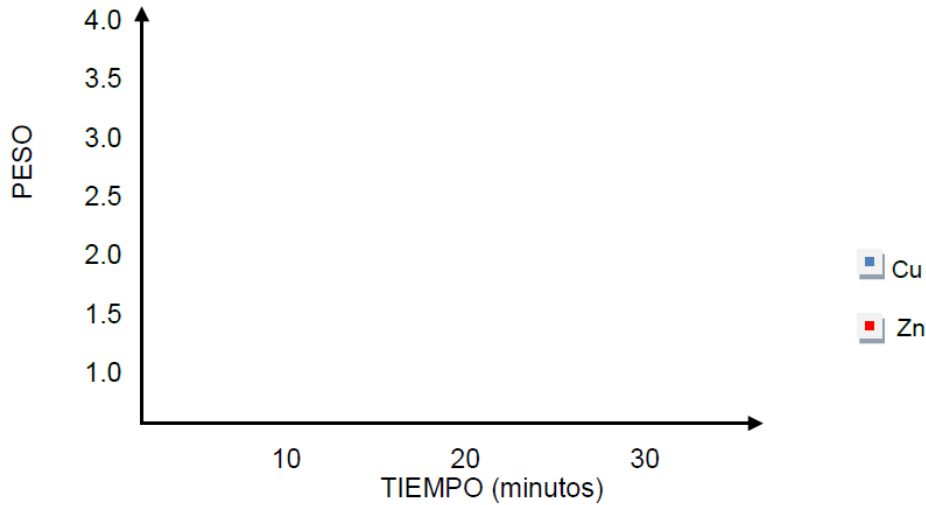
Voltaje= 9 Intensidad de corriente=	Peso Inicial	Peso final
Cobre		
Cinc		

8. Repita el procedimiento anterior utilizando 12 voltios

9. Observe lo ocurrido y llene a siguiente tabla

Voltaje= 12 Intensidad de corriente=	Peso Inicial	Peso 5 min	Peso 10 min	Peso 15 min	Diferencia de Peso final y peso inicial
Cobre					
Cinc					

Graficar la relación peso tiempo para cada uno de los electrodos



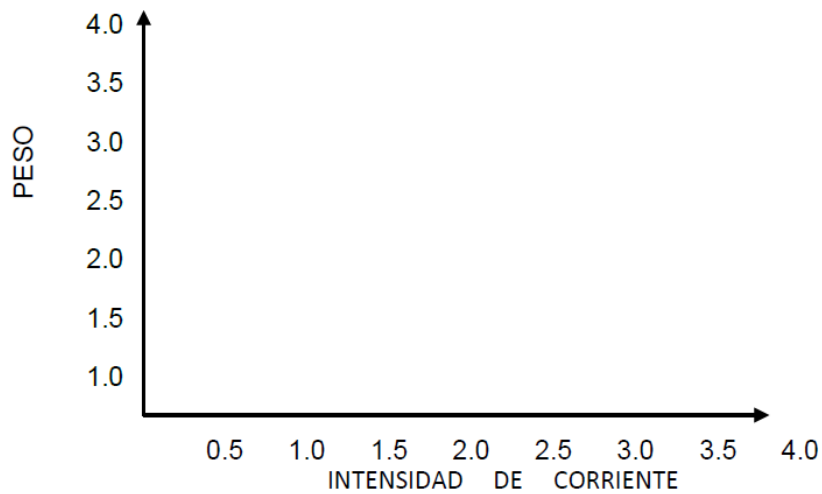
De acuerdo a los resultados obtenidos

¿Qué le ha sucedido a los electrodos?

¿Cómo es la variación de peso del Cu y el Zn?

Establece cómo se relacionan los pesos obtenidos con la intensidad de la corriente

Elaborar una gráfica que relacione las variaciones del peso de los electrodos con la variación de corriente.



ANEXO 3. RELACIONES, EQUIVALENCIAS, GENERALIZACIONES Y SOCIALIZACIÓN DE LA INTERACCIÓN Y EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA QUE DETERMINAN SU DISCRETIZACIÓN.



Colegio Gran Colombiano
Institución Educativa Distrital
"Tu espacio para crecer y realizar los sueños"

P.E.G:

*Hacia una comunidad incluyente, productiva y respetuosa
de los derechos humanos*

EJE CIENTIFICO - TECNICO QUIMICA – ISEMESTRE
CICLO V ATRAVES DEL ESPEJO (UN POSIBLE LUGAR EN EL MUNDO)
NUCLEO PROBLÉMICO: MECANISMOS DE REGULACION DE LOS SISTEMAS

FASE 3: CONSTRUCCION DE EXPLICACIONES Y SOCIALIZACION

NOMBRES: _____

RELACIONES, EQUIVALENCIAS, GENERALIZACIONES Y SOCIALIZACION DE LA INTERACCION Y EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA QUE DETERMINAN SU DISCRETIZACIÓN.

PROPOSITOS:

- ❖ Construir esquemas teóricos que permitan hacer generalizaciones y establecer regularidades acerca del comportamiento de las sustancias en las combinaciones químicas
- ❖ A partir de las relaciones de equivalencia en las combinaciones químicas argumentar el comportamiento discreto de la materia

Otras consideraciones sobre las proporciones en que se dan las combinaciones químicas

Los trabajos realizados por Berthollet, Proust, Dalton y Gay-Lussac permitieron establecer criterios para explicar las combinaciones químicas y aportaron elementos para que otros científicos pudieran indagar más teórica y experimentalmente al respecto

Amadeo Avogadro retoma los trabajos realizados por Gay-Lussac y estableció relaciones entre los volúmenes de sustancias gaseosas y el número de moléculas simples o compuestos que los forman. Plantea que las moléculas que constituyen cualquier gas simple no están formadas por una sola molécula elemental sino por cierto número de estas moléculas elementales, cuando dos moléculas de esta naturaleza se combinan para formar una molécula compuesta, la molécula resultante estará compuesta de un medio, un cuarto, etc., del número de moléculas elementales que formaban cada uno de los gases que toman parte en la reacción.

- Explica qué significa para ti la expresión del texto "Las moléculas que constituyen cualquier gas simple no están formadas por una sola molécula elemental sino por cierto número de estas moléculas elementales" y como lo explicas en la expresión "la molécula resultante estará compuesta de un medio, un cuarto, etc., del número de moléculas elementales que formaban cada uno de los gases que toman parte en la reacción"
- Como lo relacionas con la explicación que diste de la expresión de Dalton "que un elemento se pueda combinar en más de una proporción con una cantidad fija de otro elemento para dar compuestos distintos".

Determino que las proporciones cuantitativas de las sustancias en los compuestos dependen del número relativo de moléculas que se combinan, y del número de moléculas de compuestos que se producen. Supone que el número de moléculas integrales en los gases es siempre el mismo para volúmenes iguales, o siempre proporcional a los volúmenes, en otras palabras, **el número de moléculas contenidas en un volumen dado de cualquier gas es siempre el mismo**, de acuerdo a esto para determinar el número de moléculas de un compuesto dado se debe establecer la razón de los volúmenes de los gases que lo forman. En el caso del agua la proporción de los volúmenes de hidrógeno y oxígeno en su formación es de 2 a 1, resulta que el agua es producto de la unión de cada molécula de oxígeno con dos de hidrógeno.

Michael Faraday realizó experimentos de electroquímica utilizando un instrumento de medición de corriente, que había inventado llamado "voltaelectrómetro", compuesto de dos tubos de vidrio graduados provistos con electrodos que contenían agua acidulada. Se recolectaba hidrógeno y oxígeno mezclado o hidrógeno solo, dando la cantidad de gas recolectado una medida de la corriente que había pasado. Recurrió al uso de electrodos de diferentes sustancias, así como también al uso de arreglos en los que el metal bajo investigación era empleado como electrodo positivo, de manera que habría una transferencia directa del metal de un electrodo al otro, encontrando que el electrodo positivo perdía tanto peso como el electrodo negativo lo ganaba y todo en proporción equivalente al agua descompuesta en el voltámetro. Hizo pruebas de la ley electrolítica definida en agua, bajo una variedad de condiciones. Encontró que los productos de la electrólisis siempre aparecían en una proporción fija. Por ejemplo, al pasar una corriente eléctrica por una muestra de agua, se obtienen ocho partes de oxígeno por una de hidrógeno.

Cuando investigaba el efecto de la variación del tamaño de los electrodos, la intensidad de corriente y la concentración de la solución del ácido usada, halló que ninguno de estos tres factores afectó la magnitud de acción química si la cantidad de electricidad permanecía constante estableciendo *que para todas las sustancias electrolíticas el poder químico de una corriente eléctrica está en proporción directa a la cantidad de electricidad que pasa, es decir que la cantidad de sustancia descompuesta, es proporcional a la cantidad de electricidad que ha pasado*, concluyo que **aquello que la misma cantidad de electricidad descompone son los equivalentes químicos**.

- Como lo relacionas los resultados experimentales que obtuviste con la expresión *"El poder químico de una corriente eléctrica está en proporción directa a la cantidad de electricidad que pasa, es decir que la cantidad de sustancia descompuesta, es proporcional a la cantidad de electricidad que ha pasado"*
- Explica que significa para ti la afirmación *"aquello que la misma cantidad de electricidad descompone son los equivalentes químicos"*

El peso equivalente de una sustancia es el número de unidades de peso de una sustancia que se combinarán con una unidad de peso de hidrógeno, de modo que si dos unidades de hidrógeno se combinan con dieciséis unidades de oxígeno, una unidad de hidrógeno lo hará con ocho unidades de oxígeno. El peso equivalente del oxígeno es, entonces, ocho, de manera que durante la electrólisis del agua se libera, en peso, ocho veces más oxígeno que hidrógeno.

De acuerdo a las actividades experimentales de las sesiones anteriores y al texto anterior responde:

- a. ¿Qué relaciones se establecen entre el volumen de las sustancias gaseosas y los elementos que forman las sustancias trabajadas?
- b. Como puedes explicar y relacionar la frase: ***el número de moléculas contenidas en un volumen dado de cualquier gas es siempre el mismo.***
- c. Da ejemplos de las razones que se presentan en los volúmenes de sustancias en un compuesto.
- d. ¿La fórmula química de los compuestos permite establecer explicaciones respecto a la proporcionalidad de sus componentes? Explica
- e. ¿Puedes utilizar los postulados de Faraday para explicar la relación que se da en las partes de un compuesto? Explica
- f. ¿Qué relaciones permiten establecer el comportamiento de la materia en la combinación de las sustancias?

ACTIVIDAD DE CIERRE

Los estudiantes en sus grupos de trabajo preparan una exposición sobre una actividad experimental de las trabajadas en el laboratorio, en el que evidencien las construcciones hechas sobre el comportamiento de la materia.