

**LA FENOMENOLOGÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS PARA
CARACTERIZAR LOS MODOS DE CONOCER Y FORMALIZAR EN
QUÍMICA**

OSCAR DARÍO PORRAS BALAGUERA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ 2013**

**LA FENOMENOLOGÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS PARA
CARACTERIZAR LOS MODOS DE CONOCER Y FORMALIZAR EN
QUÍMICA**

OSCAR DARÍO PORRAS BALAGUERA

**Propuesta de investigación
para optar al título de Maestría en Docencia de la Química**

**Directora
Sandra Sandoval Osorio
Magister en Educación**

**Línea de Investigación:
Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural.
Recontextualización de saberes científicos
Grupo Física y Cultura**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ 2013**


NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, Febrero de 2014

 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 4 de 143	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	La fenomenología de las reacciones químicas para caracterizar los modos de conocer y formalizar en química.
Autor(es)	Porras Balaguera, Oscar.
Director	Sandra Sandoval Osorio
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2013, 157p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional UPN
Palabras Claves	Lenguaje, experiencia, conocimiento, afinidad química, actividad experimental, reacciones químicas, enseñanza de la química.

2. Descripción
<p>Tesis de grado en la que se hace una investigación sobre la articulación de la ampliación de la experiencia en la fenomenología de las reacciones químicas por medio de la actividad experimental con el uso de la afinidad como herramienta que permita la comprensión y explicación de las reacciones químicas y su influencia sobre la forma que tienen de conocer y formalizar en química los estudiantes del grado décimo de la I. E. Antonio Nariño “La Yopalosa”.</p>

3. Fuentes
<p>Durante el proceso del trabajo de investigación se consultaron referencias tales como</p>

libros, artículos de revistas indexadas, tesis de Doctorados y Maestrías y ponencias, las cuales constituyen la principal fuente de información. Entre las que se destacan:

Bergman, T. (1788). *Traité des affinités chimiques ou atracctio sélecties*. París, Buisson.

Berthelot, M. (1893). *Traité Pratique de Calorimétrie Chimique*. Encyclopédie Scientifique Des Aide Memoire. Paris.

Berthollet, C.L. (1803) "Essay de statique chimique par C.L. Berthollet" F. Didot, Paris.

Estany, A., Izquierdo, M. (1990). La Evolución del Concepto de Afinidad desde el modelo de S. Toulmin. *Llull: Revista de la Sociedad de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol 13, N. 25, pp.349-378.

Faraday, M. (1943). *Las fuerzas de la materia e historia química de una vela*. Buenos Aires: Emerce editores paginas 59-96

Guidoni P, Arca M y Mazzoli P. (1990) *Enseñar ciencia. Como empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Editorial Paidos. Barcelona.

Levere, T. (1993) *Affinity and Matter: Elements of Chemical Philosophy, 1800-1865*. Gordon & Breach Science Pub. Capítulo 7.

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

Ostwald, W. (1909) *L'Evolution d'une science. La chimie*. Capitulo XXII: Affinité. Paris Ernest flammariion Editeur.

Sandoval, S., Ayala, M., Malagón, F. & Tarazona, L. (2006). *El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia. Ponencia presentada al III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física*.

4. Contenidos

El documento de investigación tiene cinco capítulos, el problema, la metodología, el marco teórico, un análisis histórico crítico de la comprensión de la afinidad, las reacciones químicas y la sistematización de la ruta de aula; apartados donde se explica la pertinencia e importancia de realizar una investigación.

En el problema se presentan algunas de las falencias que como docentes cometemos a

diario en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas.

De igual manera la sistematización de los resultados obtenidos durante el proceso se ordenan y caracterizan teniendo en cuenta la intención de cada uno de los momentos de la ruta de aula; los resultados se analizan con respecto a los referentes conceptuales y la pregunta de investigación.

5. Metodología

En la metodología se realiza una investigación cualitativa de tipo interpretativo donde se intenta dar una comprensión de los significados atribuidos por los sujetos a sus acciones socialmente construidas; los instrumentos no miden, son un intento de dar forma a la realidad para comprender las construcciones de los sujetos (Moreira, 2002).

La propuesta se desarrolló en el I.E. Antonio Nariño “La Yopalosa” (Nunchia – Casanare), con 25 estudiantes que cursan grado décimo, compuesto por hombres y mujeres cuyas edades oscilan entre los 15 y 19 años.

El diseño metodológico consta de cuatro fases, la Construcción referente conceptual y pedagógico, el Diseño de la propuesta de aula, la Implementación, seguimiento y registro, Sistematización y análisis de resultados

6. Conclusiones

- Con el análisis y construcción de los referentes conceptuales, se contribuyó en la implicación de la ruta de aula en la investigación y en el diseño de la misma, permitió identificar falencias en el proceso de construcción del concepto de la reacción química y a delimitar el problema; también permitió proponer las acciones pertinentes, enfocadas y sustentadas en la ampliación de la experiencia sin desligar el rol del trabajo de laboratorio teniendo en cuenta su influencia en la construcción del lenguaje y del conocimiento por medio de la fenomenología de las reacciones químicas y el uso de la afinidad como herramienta para la comprensión y construcción de explicaciones relacionadas con la reacción química.
- La ruta de aula aplicada con la metodología diseñada sobre la articulación de la

ampliación de la experiencia en la fenomenología de las reacciones químicas por medio de la actividad experimental usando la afinidad como criterio que permita la comprensión y explicación de los fenómenos de la reacción química, muestra la forma como los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Antonio Nariño modifican sus modos de conocer las reacciones químicas y permite su construcción, comprensión y explicación.

- La ruta de aula centrada en la ampliación, estructuración y organización de los fenómenos de la reacción química nos muestra cómo se da la formalización de carácter pragmático en química de los jóvenes del grado decimo de la I. E. Antonio Nariño cuando se utiliza la afinidad química como herramienta para la construcción de explicaciones y el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencias para construir su conocimiento.
- La ruta de aula aprovecha la ampliación intencionada de la experiencia en el trabajo de laboratorio promueve la construcción fenomenológica de las reacciones químicas dando forma al pensamiento y al conocimiento del individuo o grupo, también origina un manejo del lenguaje más apropiado para la descripción e interpretación de los fenómenos.
- La reflexión a la que se llega en el diseño de la ruta de aula acerca del rol que juega el trabajo experimental como un ámbito pedagógico y no como una simple estrategia didáctica para comprobar teorías y mejorar el aprendizaje; permite la relación entre la percepción intencionada de efectos de la reacción química, con la organización que hacen los sujetos al tratar de comprender y explicar los mismos.

Elaborado por:	Oscar Darío Porras Balaguera
Revisado por:	Sandra Sandoval Osorio

Fecha de elaboración del Resumen:	26	02	2014
--	----	----	------

DEDICATORIA

Para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis metas, por guiarme y motivarme en los momentos de dificultad. Con todo mi cariño para mi padre que desde el cielo me cuida, a mi madre, mis hermanos, mi hijo y a mi novia.

AGRADECIMIENTOS

Culmina una etapa más de mi vida y es el momento preciso para agradecer primeramente a Dios por haberme permitido culminarla con éxito y a mi familia por su apoyo incondicional.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por su valiosa colaboración durante el proceso de formación académica y muy especialmente a la profesora Sandra Sandoval Osorio, por su paciencia, colaboración y sus importantes aportes en el desarrollo del proceso de investigación.

A la institución educativa Antonio Nariño, sus directivos, docentes y estudiantes, porque gracias a ellos se generaron expectativas que contribuyeron en el desarrollo de la investigación.

Agradezco también a mi tía Berta y a mi padrino Luis Omar por su apoyo y colaboración en mi estadía en Bogotá.

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”. (Parágrafo 2. Artículo 42, Acuerdo 031 del 04 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional).

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	
1. PROBLEMA	5
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3. JUSTIFICACIÓN	8
1.4. OBJETIVOS	10
1.4.1. Objetivo General	10
1.4.2. Objetivos Específicos	10
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	11
2.2. DISEÑO METODOLÓGICO	12
2.2.1. Fase de construcción de los referentes conceptuales y pedagógicos necesarios para el diseño de la propuesta	13
2.2.2. Fase de diseño de la ruta de aula	13
2.2.3. Fase de implementación, seguimiento y registro	18
2.2.4. Fase de sistematización y análisis de resultados.....	20
3. MARCO TEÓRICO	21
3.1. ANTECEDENTES	21
3.2. REFERENTES CONCEPTUALES	25
3.2.1. Relación entre lenguaje, conocimiento y experiencia en la ruta de aula .	25
Experiencia, lenguaje, conocimiento y proceso cognitivo	26
3.2.2. El rol del trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias	29
3.2.3. Actividad experimental y ampliación de la experiencia sensible	32
3.2.4. Comprensión y percepción.....	33
3.2.5. La actividad experimental y los procesos de formalización.....	34
3.2.6. Implicaciones de la formalización para el caso del estudio de las reacciones químicas.....	36
4. LA COMPRESIÓN DE LA AFINIDAD Y LAS REACCIONES QUÍMICAS	38
4.1. QUÍMICA NEWTONIANA IMPORTANCIA Y DINÁMICA DE LA AFINIDAD EN LA MECÁNICA QUÍMICA.....	40

4.2.	AFINIDADES ELECTIVAS	42
4.3.	AFINIDAD Y ATRACCIÓN C. L. BERTHOLLET	43
4.4.	LA INFLUENCIA DE LAS TEORÍAS ELÉCTRICAS CON LA AFINIDAD .	45
4.5.	LA NACIENTE TERMOQUÍMICA EN RELACIÓN CON LA AFINIDAD	47
4.6.	MARCELLIN BERTHELOT Y MECÁNICA QUÍMICA.....	49
4.7.	ELEMENTOS PEDAGÓGICOS PROPORCIONADOS	54
5.	SISTEMATIZACIÓN DE LA RUTA DE AULA	55
5.1.	MOMENTO UNO.....	56
	Reflexiones sobre los procesos de formalización en el momento uno	65
5.2.	SEGUNDO MOMENTO.....	68
	Reflexiones en torno a los procesos de formalización en el momento dos	74
5.3.	TERCER MOMENTO	77
	Reflexiones sobre los procesos de formalización en el momento tres	83
5.4.	CUARTO MOMENTO.....	84
	Reflexiones en torno a los procesos de formalización en el momento cuatro	89
5.5.	LECTURA GLOBAL DE LA RUTA DE AULA EN RELACIÓN CON EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	90
	CONCLUSIONES.....	95
	BIBLIOGRAFÍA.....	98
	ANEXOS.....	102

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: GUÍA PRIMER MOMENTO.....	102
ANEXO 2: GUÍA SEGUNDO MOMENTO	107
ANEXO 3: GUÍA TERCER MOMENTO.....	114
ANEXO 4: GUÍA CUARTO MOMENTO	121

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
IMAGEN 1: REPRESENTACIÓN GRAFICA HECHA POR LOS ESTUDIANTES PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD	81
IMAGEN 2: REPRESENTACIÓN GRAFICA HECHA POR LOS ESTUDIANTES PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD	81
IMAGEN 3: REPRESENTACIÓN GRAFICA HECHA POR LOS ESTUDIANTES PARA INTERPRETACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN, VELOCIDAD DE LA REACCIÓN Y AFINIDAD	88

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
GRAFICA 1: FLUJOGRAMA QUE ENUNCIA EL PROCESO SECUENCIAL LLEVADO A CABO DURANTE EL DISEÑO METODOLÓGICO.....	12
GRAFICA 2: DIALÉCTICA CÍCLICA DESARROLLADA ENTRE LENGUAJE, EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTO	27
GRAFICA 3: DESCRIPCIÓN DE COMO SE DESARROLLA LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA RUTA DE AULA.	31

LISTA DE TABLAS

Pág.

TABLA 1: TABLA DE LAS DIFERENTES RELACIONES EN QUÍMICA ENTRE DIFERENTES SUSTANCIAS	41
TABLA 2: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 1 DEL PRIMER MOMENTO	57
TABLA 3: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 2 DEL PRIMER MOMENTO	58
TABLA 4: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 3 DEL PRIMER MOMENTO	58
TABLA 5: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 4 DEL PRIMER MOMENTO	59
TABLA 6: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 5 DEL PRIMER MOMENTO	60
TABLA 7: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 6 DEL PRIMER MOMENTO	61
TABLA 8: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 7 DEL PRIMER MOMENTO	61
TABLA 9: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 8 DEL PRIMER MOMENTO	62
TABLA 10: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 9 DEL PRIMER MOMENTO	63
TABLA 11: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 10 DEL PRIMER MOMENTO	63
TABLA 12: REGISTROS TEXTUALES DE LOS EFECTOS QUE LOS ESTUDIANTES RELACIONAN CON LA OCURRENCIA DE LA REACCIÓN QUÍMICA	64

TABLA 13: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 DEL SEGUNDO MOMENTO.....	68
TABLA 14: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 DEL SEGUNDO MOMENTO.....	69
TABLA 15: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3 DEL SEGUNDO MOMENTO.....	69
TABLA 16: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4 DEL SEGUNDO MOMENTO.....	69
TABLA 17: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5 DEL SEGUNDO MOMENTO.....	70
TABLA 18: REGISTROS TEXTUALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES DESARROLLADAS POR LOS ESTUDIANTES ACERCA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS Y DE LA VARIACIÓN EN SU VELOCIDAD.....	70
TABLA 19: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 DEL TERCER MOMENTO.....	77
TABLA 20: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 DEL TERCER MOMENTO.....	78
TABLA 21: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3 DEL TERCER MOMENTO.....	78

TABLA 22: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LAS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4 DEL TERCER MOMENTO.....	78
TABLA 23: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5 DEL TERCER MOMENTO.....	79
TABLA 24: REGISTROS TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES SEGÚN EL GRADO DE AFINIDAD DE LOS METALES EXPUESTOS A LAS DIFERENTES SUSTANCIAS	79
TABLA 25: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 DEL CUARTO MOMENTO.....	85
TABLA 26: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LAS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 DEL CUARTO MOMENTO.....	85
TABLA 27: RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO DE MAYOR A MENOR GRADO DE AFINIDAD	86
TABLA 28: RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO MURIÁTICO DE MAYOR A MENOR GRADO DE AFINIDAD	86
TABLA 29: REGISTROS TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES DE LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD Y A LA VELOCIDAD DE REACCIÓN	86

INTRODUCCIÓN

Este trabajo constituye una propuesta de investigación sobre los modos de conocer y formalizar en química, relacionados con la ampliación de la experiencia que se logra con el trabajo experimental con estudiantes de grado décimo de la institución educativa Antonio Nariño (Nunchia, Casanare) desde la enseñanza de la química, dado que la orientación de esta asignatura no sólo debe asegurar el aprendizaje de conceptos, el desarrollo del pensamiento y habilidades que le permitan al estudiante un mejor desenvolvimiento en la sociedad, sino también generar diferentes maneras de enfrentar mejor los procesos de enseñanza y aprendizaje del conocimiento químico. La formación de los estudiantes y la comprensión de las reacciones químicas es un aspecto importante que tiene en cuenta la propuesta, que hace uso de la experiencia en el trabajo experimental para favorecer la integración del conocimiento con el cual llega el estudiante a clase y el conocimiento que provee la ruta de aula.

La propuesta se fundamenta en la fenomenología de las reacciones químicas y se centra en caracterizar los modos de conocer y formalizar en química de los estudiantes, para desarrollar en ellos la capacidad de seguir aprendiendo, valorar críticamente la ciencia y formar hombres y mujeres miembros activos de la sociedad; grandes metas propuestas en la formación en ciencias de educación básica y media de las políticas educativas de Colombia (MEN, 2006).

La ruta de aula diseñada, aborda la actividad experimental como un proceso intencional, una forma para no transferir información, sino generar procesos de comprensión conceptual de la reacción química, haciendo esfuerzos que permitan la construcción fenomenológica de las cualidades y comportamientos reconocidos que sufren las sustancias en las reacciones químicas. El análisis de la afinidad

química proporciona elementos para la construcción de esta fenomenología que posibilita identificar cualidades perceptuales desde las cuales se puede decir cuando una reacción química está ocurriendo, luego relacionar el tipo de cambios con las clases de reacciones y poder ordenar cuando una reacción es más o menos intensa que otra, lo cual se ha asociado análisis de la afinidad entre las sustancias que entran en una reacción química.

Es así como la afinidad química se convierte en una herramienta que permita la comprensión y explicación de los fenómenos de la reacción química. La investigación contiene un análisis histórico crítico con fines pedagógicos de las formulaciones teóricas desarrolladas durante el siglo XIX sobre afinidad química, que posibilitan construir elementos para una propuesta de aula, en la cual el análisis de la fenomenología de las reacciones químicas permite la construcción de explicaciones, la formalización en química y la comprensión de los fenómenos relacionándolos con los comportamientos de las sustancias.

Con el diseño e implementación de la ruta de aula desde una perspectiva fenomenológica de las reacciones químicas, además de la formación del estudiante y la comprensión de la reacción química, se da la oportunidad a los estudiantes de la institución educativa Antonio Nariño, ubicada en la vereda la Yopalosa, sector rural del municipio de Nunchia (Casanare), una práctica educativa con calidad contribuyendo así con las actividades de educación académica con énfasis en proyectos productivos y el desarrollo de las competencias y habilidades científicas, contribuyendo a la formación docente y al desarrollo profesional que mejoren el proceso enseñanza y aprendizaje.

El documento de investigación está organizado en cinco capítulos, el problema, la metodología, el marco teórico, un análisis histórico-crítico de las formulaciones teóricas de la afinidad y la sistematización de la ruta de aula; apartados donde se

explica la pertinencia e importancia de realizar una investigación sobre la articulación de la ampliación de la experiencia por medio de la actividad experimental y el uso de la afinidad como herramienta que permita la comprensión y explicación de los fenómenos de la reacción química y su influencia sobre la forma que tienen de conocer y formalizar en química los estudiantes el grado décimo de la I. E. Antonio Nariño “La Yopalosa”.

En el planteamiento del problema se presentan algunas de las falencias, como la enseñanza de entidades químicas desde enfoques físicos y matemáticos (Van Aalsvoort, 2004), la utilización de principios fundamentales de la física para explicar la estructura atómica y el sistema periódico de los elementos, caer en un realismo ingenuo (Scerri, 2000), que como docentes cometemos a diario, en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas cuando se usan metodologías repetitivas y memorísticas, carentes de aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias y en particular de la química, con las cuales alejamos a los estudiantes del conocimiento químico, también contiene una justificación con motivos e intencionalidades importantes de cómo enfrentar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas.

En la metodología se propone un estudio cualitativo (interpretativo) el diseño e implementación de la ruta de aula que tiene en cuenta fundamentos pedagógicos, didácticos, históricos y epistemológicos que proporcionan la construcción de referentes conceptuales como: (I) La ampliación de la experiencia en la construcción del conocimiento, (II) El rol de la actividad experimental en la enseñanza de la química y (III) El análisis histórico crítico con fines pedagógicos de la afinidad, con relación al desarrollo de la estructura cognitiva del estudiante, su formación y la construcción del concepto de reacción química.

Para la sistematización de la ruta de aula, durante el desarrollo del trabajo de investigación se ordenaron y caracterizaron los registros teniendo en cuenta las intencionalidades de las acciones de cada uno de los momentos de la ruta de aula; las reflexiones que produjeron los estudiantes durante el proceso, se analizaron con respecto a los referentes conceptuales y a la pregunta de investigación.

1. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gran mayoría de los docentes de química no educamos en la naturaleza del conocimiento químico, enseñamos entidades químicas desde enfoques físicos y matemáticos que alejan a los estudiantes de las propiedades de la materia, algunos autores sostienen que se sigue pensando la química desde una visión lógico positivista, como una ciencia reducida a la física, así la enseñamos y así fracasamos, al menos en los niveles básicos (Van Aalsvoort, 2004). Según Nagel, (1961) explicar una teoría mediante otra es reducirla y como lo dice Scerri, (2000) existe un uso creciente de los principios de la física fundamental para explicar la estructura atómica y el sistema periódico de los elementos, solapando los aspectos cualitativos de los procesos químicos y la diversidad de los fenómenos químicos observados.

La reacción química no es un objeto matemático, es un proceso de transformación de materia, la forma acrítica y algorítmica como la presentan los libros de texto y la forma tradicional de explicar y presentar las reacciones químicas en el aula, similar a ecuaciones algebraicas, dificultan la comprensión y entendimiento de los fenómenos que sufren las sustancias en una reacción química. Por ello se considera importante acudir a la actividad experimental, en el campo de la enseñanza de la química, que proporcione elementos para la caracterización y sistematización de las interacciones y comportamientos de las sustancias.

Además, los educadores en química atribuimos existencia definida a los referentes teóricos de la química, como por ejemplo al orbital (región del espacio más próximo al núcleo donde existe la mayor probabilidad de encontrar un electrón), ya que desde el punto de vista de la mecánica cuántica, el orbital no es más que una herramienta matemática para expresar dicha probabilidad, se cae en un realismo

ingenuo (Scerri, 2000); además, con frecuencia las explicaciones a propósito de la materia, sus transformaciones y su constitución, se desarrollan desde concepciones animistas o se emplean palabras que poco le significan a los estudiantes, como es el uso de analogías, metáforas y lenguaje antropomórfico que refleja una escasa comprensión de los eventos; posiblemente porque el estudio de los fenómenos químicos que se ha dado en las prácticas escolares en educación básica y media termina siendo una aprehensión acrítica de modelos, un lenguaje sin referentes objetivantes que ubica el ámbito de lo químico en niveles idealizados y sin referentes desde la experiencia ni para el maestro ni para los estudiantes y que no se constituye en explicación terminando por parafrasear el lenguaje científico. (Sandoval, S, 2011).

Una deficiencia grave presentada en los estudiantes con respecto al aprendizaje de las ciencias y en especialmente en la química, se fundamenta en el bajo nivel de comprensión de los conceptos de la química dado que su estructuración es bastante compleja, quizá esto se debe a la metodología o a la forma como el conocimiento es construido sin permitir al estudiante comprender el por qué de los fenómenos, sino que se basa en metodologías memorísticas superficiales y repetitivas carentes del más mínimo significado (Lawson, 1979).

A modo de reflexión, los docentes de ciencias naturales en especial los de química, se deben fijar más en la enseñanza de la naturaleza de los conocimientos y conceptos químicos sin desligar su lógica científica, ya que es evidente el bajo nivel de comprensión que se logra en la construcción de los conceptos químicos, si no dejamos de lado la comodidad en las explicaciones que poco significan y favorecen la formación y construcción del conocimiento químico en los estudiantes.

Para mejorar la construcción de los conceptos químicos, las estrategias y propuestas didácticas que diseñemos se pueden enriquecer con reflexiones de

corte histórico, filosófico, epistemológico, pedagógico y didáctico que refuercen y sustenten teóricamente las actividades que pueden promover el desarrollo en la estructura cognitiva del estudiante permitiéndole interpretar el mundo desde las ciencias naturales y no sólo desde su entorno.

Ahora que ya se ha señalado la dificultad que conlleva una enseñanza de la química centrada en conceptos y por tanto la necesidad de promover una enseñanza centrada en la construcción y comprensión de fenomenologías, en la cual podemos poner de presente la importancia de los aportes de la historia, la epistemología y la filosofía de las ciencias, así como la importancia de la actividad experimental desde esta perspectiva fenomenológica, es necesario agregar también un aspecto del planteamiento del problema que es la relación entre lo que los niños dicen (modos de hablar) hacen (modos de proceder) y piensan (modos de conocer) que se plantean como una triada indisoluble desde la cual se caracterizan los procesos cognitivos en esta tesis. (Guidoni et al, 1990)

Como docentes debemos fundamentarnos en el conocimiento con el cual llega el estudiante a clase con base en su experiencia cotidiana y estructurar experiencias que sinteticen y formalicen un lenguaje, dando así una estructuración y organización de los fenómenos que sufren las sustancias en una reacción química; la organización de la experiencia construye y transforma el conocimiento y obliga a la elaboración de un lenguaje para comunicar el conocimiento construido por medio de las reflexiones y construcciones de las explicaciones de los estudiantes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Que modos de conocer y de formalizar de un niño o un joven se pueden caracterizar cuando se desarrolla una ruta de aula centrada en la ampliación, estructuración y organización que hace el niño o el joven de los fenómenos asociados a las reacciones químicas?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Al ver el trasfondo del sistema educativo colombiano en lo que tiene que ver con los cambios referentes a la disposición de nuevas y mejores estrategias para que los jóvenes no se centren en la memorización de contenidos y modifiquen hábitos y conductas inadecuadas, la labor o trabajo docente debe estar a la par con un desarrollo profesional que permitan desenvolvernó mejor dentro de nuestras cambiantes aulas de clase. Lo más importante de todo es ver que el objetivo primordial de los docentes, es que los estudiantes que tienen a cargo construyan su conocimiento sobre las reacciones químicas y les sea útil en el desarrollo de su vida.

Es por esto que en los últimos años se ha generado un gran debate alrededor de nuevas formas de enfrentar los procesos de enseñanza y aprendizaje, hoy en día con los grandes avances tanto en ciencia como en tecnología y la gran cantidad de información que presentan los medios de comunicación, lo que se quiere conseguir es que los conocimientos de los jóvenes se transformen hasta hacerlos rigurosos y útiles, donde las actividades experimentales promuevan la construcción de fenómenos, no verificar hipótesis teóricas por medio del trabajo práctico; para ello hay que escoger entre la enorme cantidad de información generada, aquella que permita desarrollar las competencias requeridas en un mundo cada vez más cambiante y que, por ello, los prepare mejor para un futuro (Chamizo, 2010).

Los maestros de química trabajan con contenidos científicos e intentan construir en los sujetos esta forma de ver, entender y explicar el mundo. Cuando se educa en ciencias se asume el objetivo de desarrollar en los estudiantes un modo de pensar cercano al científico, como un instrumento fundamental para vivir en el mundo y comprenderlo, no a la preparación de un pequeño científico, ni de un futuro técnico sino una formación cultural sobre el conocimiento que es válido para

todos y capaz de permitir el desarrollo de la estructura cognitiva para afrontar los problemas.

Pero en muchas ocasiones los contenidos científicos que se imparten en el aula están desconectados del mundo cotidiano donde están inmersos los estudiantes y no le da a los estudiantes bases para explicaciones activas y coherentes desde el punto de vista científico, ya que los individuos tienen que utilizar una amalgama de símbolos y conceptos que no se conectan con su lenguaje ni con su cotidianidad.

Es por esto que la ruta de aula basada en la fenomenología de las reacciones químicas, tiene en cuenta la relación entre experiencia, lenguaje y conocimiento, constituyendo una labor muy importante en el aprendizaje de la química, que además enriquecerá la comprensión, adquisición y afianzamiento de los conocimientos relacionados con la reacción química.

Una característica muy importante de la enseñanza de la química y en particular en la ruta de aula, es lo que tiene que ver con la actividad experimental, este proceso es una oportunidad de desarrollo de habilidades que le permitan al estudiante descubrir, entender y explicar las propiedades y la fenomenología de las sustancias y de este modo poderlas clasificar y caracterizar, permitiendo acercar a los estudiantes a las leyes y teorías propuestas, aceptadas y reconocidas en el ámbito científico.

Continuando, se tiene en cuenta en el trabajo de investigación, no la idea del trabajo experimental como una simple estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de la química, sino más bien como un ámbito pedagógico que permite la relación entre la percepción de los fenómenos y la organización que hace el estudiante sobre las actividades de estudio que conlleva a la organización de la fenomenología de las reacciones químicas.

El estudio de estas relaciones poca veces se ha indagado en el campo investigativo de la enseñanza de las ciencias y por lo tanto se justifica una investigación que desde el diseño y la implementación de una ruta de aula, aporte a la comprensión de estas relaciones, por tanto se profundice en la comprensión de las condiciones pedagógicas y cognitivas que favorecen la construcción de explicaciones en la enseñanza de la química.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar los modos de conocer y formalizar en química de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Antonio Nariño “La Yopalosa” haciendo uso de la afinidad química como **herramienta** que permita la comprensión y explicación de la fenomenología de las reacciones químicas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar una ruta de aula centrada en la ampliación, estructuración y organización de los fenómenos asociados a las reacciones químicas.
- Describir e interpretar las comprensiones y explicaciones que producen los estudiantes sobre la fenomenología de las reacciones químicas.
- Analizar las construcciones y explicaciones que producen los estudiantes sobre las reacciones químicas y la fenomenología asociada.

2. METODOLOGÍA

Con el diseño e implementación de la ruta de aula se busca una comprensión del conocimiento de la química, una mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la reacción química, sin desligar el contexto escolar y la enseñanza de la química; consiste en la ampliación de la experiencia en el trabajo experimental relacionado con la fenomenología de las reacciones químicas, utilizando como herramienta la afinidad química, para la construcción y comprensión de explicaciones sobre la reacción química junto con sus fenómenos asociados.

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Un estudio descriptivo según Dunkhe (1986 citado en Camacho, 2003) es la interpretación de algo que se encuentra representado a través de datos específicos, sobre propiedades de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno sometido a análisis, haciendo un énfasis en la descripción de situaciones, relaciones y procesos que se han dado en el análisis histórico y en el proceso de implementación de la ruta de aula elementos presentes en esta investigación.

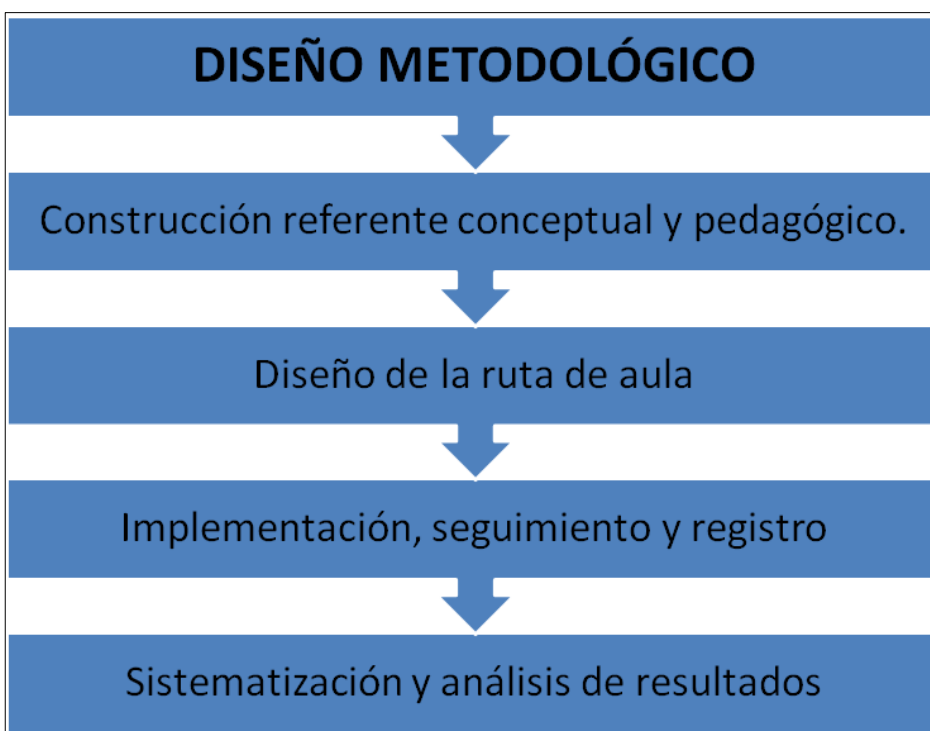
De modo que se dé una comprensión de los significados atribuidos por los sujetos a sus acciones socialmente construidas, ya que lo que se investiga no está desligado del proceso de investigación, los instrumentos no miden, son un intento por construir o dar forma a la realidad para comprender las construcciones de los sujetos (Moreira, 2002).

Es por ello que para caracterizar los modos de conocer y formalizar en química, se hace necesaria una descripción y análisis detallado de las interdependencias que surgen sobre la articulación de la ampliación de la experiencia por medio del trabajo experimental de la fenomenología de las reacciones químicas y el uso de

la afinidad como herramienta que permita la construcción y explicación de los fenómenos de la reacción química y su influencia sobre la pregunta de investigación, por lo cual el estudio utiliza técnicas de investigación cualitativa.

2.2. DISEÑO METODOLÓGICO

GRAFICA 1: FLUJOGRAMA QUE ENUNCIAN EL PROCESO SECUENCIAL LLEVADO A CABO DURANTE EL DISEÑO METODOLÓGICO



La investigación se llevó a cabo en cuatro fases, las cuales se desarrollaron en un periodo aproximado de doce meses; a continuación se detalla el trabajo realizado en cada una:

2.2.1. Fase de construcción de los referentes conceptuales y pedagógicos necesarios para el diseño de la propuesta

En esta fase se construyeron los referentes conceptuales y pedagógicos, el primero fue la relación entre lenguaje, conocimiento y experiencia en el proceso cognitivo y en la ruta de aula basado en el libro *enseñar ciencia* de Guidoni P, Arca M y Mazzoli P. (1990), el segundo es en relación con el rol del trabajo de experimental en la enseñanza de las ciencias basándonos en Malagon (2002) y Sandoval y otros (2006).

Para el análisis histórico-crítico de las formulaciones teóricas de la afinidad química, se recolectaron fuentes primarias de Geoffroy (1718), Bergman (1788), Bertholet (1801), Faraday (1843), y Berthelot (1861); fuentes secundarias como La Evolución del Concepto de Afinidad desde el modelo de S. Toulmin de Estany, A., Izquierdo, M. (1990), Affinity and Matter de Levere, T. (1993) y L'Évolution d'une science de Ostwald, W. (1909).

Con el análisis de estas referencias principales y otras, se derivaron implicaciones para la ruta de aula y posterior diseño de la misma, ya que permitieron identificar algunas falencias en el proceso de construcción del concepto de la reacción química y delimitar el problema; además de proponer acciones enfocadas a la ampliación de la experiencia y ligadas al trabajo experimental, pero además que toman en cuenta su influencia en la construcción del lenguaje y del conocimiento desde la fenomenología de las reacciones químicas y el uso de la afinidad como herramienta para la comprensión y construcción de explicaciones relacionadas con la reacción química.

2.2.2. Fase de diseño de la ruta de aula

Incluyó el diseño y planificación tanto de la ruta de aula, como de cada una de las actividades de trabajo laboratorio que fueron necesarias para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos propuestos.

Las actividades giraron en torno a los fenómenos asociados a la reacción química y la afinidad química y fueron abordadas teniendo un orden, exploratorio y de construcción, identificación y caracterización, de medición y de clasificación y estuvieron relacionadas con los referentes teóricos de la propuesta que conllevaron a la formación de los estudiantes y a la comprensión de las reacciones químicas posibilitando la construcción de explicaciones, la formalización y la comprensión de los fenómenos relacionados con los comportamientos de las sustancias y un análisis fenomenológico de las reacciones químicas, un proceso de desarrollo habilidades que le permitan a los estudiantes un mejor desenvolvimiento en la sociedad.

Población y muestra.

La Institución Educativa Antonio Nariño está ubicada en la vereda “La Yopalosa” sector rural del municipio de Nunchia Casanare, en donde la gran mayoría de sus habitantes se sitúan en un nivel socioeconómico bajo y no cuentan con los servicios públicos básicos, sus ingresos se derivan principalmente del aprovechamiento de pequeñas parcelas y la cría de ganado vacuno especialmente. La institución ofrece la modalidad de bachillerato académico con énfasis en proyectos productivos, a fin de suplir la necesidad que genera la comunidad, que en su gran mayoría es campesina. Cuenta con un universo estudiantil de 540 estudiantes de los cuales 220 hacen parte de la secundaria.

Se trabajó directamente con 25 estudiantes que corresponden al único curso del grado décimo de la institución, compuesto por mujeres y hombres cuyas edades oscilan entre los 16 y los 19 años. Se contó con el apoyo de los directivos, docentes, los estudiantes y por último el responsable del proyecto el cual fue guía de la ejecución de cada una de las actividades.

Diseño de las actividades de la ruta de aula

Esta fase comprendió el diseño de la ruta de aula que contribuyó a alcanzar los logros propuestos en cada una de las actividades experimentales y de aula, para estas actividades fue necesario plantear normas de tal manera que la información que suministrara tuviera sentido, fuera comprensible y posible de ser tratada en el análisis.

La ruta de aula consta de cuatro momentos en donde se planearon clases donde se evitó la actitud pasiva del estudiante y que apuntará a superar la fragmentación entre las clases teóricas y las prácticas de laboratorio, haciendo uso de la experiencia en el trabajo experimental en el aula. Se estructuraron con base en los elementos teóricos relacionados con la afinidad química, la reacción química, los cuales se desarrollaron de manera paralela con las prácticas pertinentes. Cada uno de los momentos de la propuesta tuvo una contextualización, una fundamentación teórica relacionada con el tema, una conceptualización y una evaluación, en los cuales se presentan a continuación.

1. En el primer momento de la actividad de aula (ver anexo 1), se privilegia la construcción de efectos sensibles y perceptibles de la reacción química, lo cual favorece la ampliación de la experiencia con el apoyo de actividades de laboratorio, que vinculan situaciones cotidianas donde se evidenciaran tales efectos y fenómenos en las sustancias, de tal forma que se pudieran relacionar con los conceptos de cambio químico y reacción química; la metodología para este momento presentó los siguientes pasos:
 - a. Presentar a los estudiantes una serie de acciones que se llevan a cabo durante un día normal, que propicien la percepción de fenómenos asociados con la reacción química.
 - b. Completar la tabla, donde especifiquen en qué actividades se pueden percibir efectos, donde se perciba que efectivamente ha variado de un

- estado inicial a un estado final con respecto al fenómeno de la reacción química.
- c. Organizar grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y organizando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades, por medio de la elaboración y exposición de una cartelera.
 - d. Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestran una reacción química, por medio de la respuesta a ¿Cuáles son los efectos en los que nos fijamos para saber si se llevó a cabo una reacción química?, ¿Por qué?
2. En el segundo momento de la actividad de aula (ver anexo 2), se hizo una reconstrucción de los fenómenos asociados con la reacción química, relacionando los efectos que pueden percibir los estudiantes durante una reacción química por medio del trabajo de laboratorio, donde se pudieran identificar y caracterizar los efectos relacionados con la ocurrencia del fenómeno, sus etapas, las sustancias que intervienen y las explicaciones acerca del ¿Por qué se llevan a cabo? y ¿a qué se debe? La variación en la velocidad de la reacción; la metodología para este momento presentó los siguientes pasos:
- a. Realizar las experiencias del ácido clorhídrico y Metales, el Vinagre y el Bicarbonato de Sodio, Isodine y el Na_2SO_3 , el CuSO_4 y el Clip y por último la experiencia de soplar la solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con el pitillo.
 - b. Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química.
 - c. Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades.

- d. Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química.
3. En el tercer momento de la actividad de aula (ver anexo 3), se hizo la introducción de la formulación teórica de la afinidad química, como explicación al ¿Por qué se llevan a cabo las reacciones químicas?; la descripción y clasificación del fenómeno, que pueden percibir los estudiantes por medio del trabajo experimental y de esta manera, tengan una comprensión de los mismos por medio de su construcción, también se hizo una medición del fenómeno con un patrón común que permitiera la construcción de relaciones explicativas con atributos tales como la velocidad de la reacción y su relación con la afinidad química; la metodología para este momento presentó los siguientes pasos:
 - a. Realizar las experiencias del HCl y Metales, ácido muriático y metales, vinagre y metales, zumo de limón y metales, agua y metales.
 - b. Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química.
 - c. Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades.
 - d. Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química.
4. En el cuarto momento de la actividad de aula (ver anexo 4), se hizo una construcción acerca de la variación de la afinidad de unos metales con respecto a la variación de la concentración del ácido sin desligar en ningún momento la descripción y clasificación del fenómeno; por medio de la ampliación de la experiencia en trabajo de laboratorio se vinculó a los

estudiantes en la construcción de explicaciones acerca de cómo la variación de la concentración del ácido tiene efecto en la fenomenología y en la afinidad de las sustancias en las reacciones químicas; la metodología para este momento presentó los siguientes pasos:

- a. Realizar las experiencias del HCl y el ácido muriático a diferentes concentraciones con Metales (Zn, Al).
- b. Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química.
- c. Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades.
- d. Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química.

2.2.3. Fase de implementación, seguimiento y registro

En esta fase se implementó cada una de las actividades del diseño de la propuesta haciéndole a cada una un seguimiento con una ordenación intencionada de los registros que permitió la reflexión y ajustes pertinentes.

Instrumentos de seguimiento y registro. Los medios utilizados para este proceso fueron:

a. Registros escritos:

- I. **Carpeta de las actividades realizadas por los estudiantes:**
Acumularon información importante siguieron el proceso que permitió el registro continuo y secuencial al igual que la recolección de los datos fundamentales y específicos producidos y observados.

- II. **Diario de campo:** se llevó el diario de campo del docente, el cual es el registro de los hechos, situaciones y actividades producto directo de las observaciones del estudiante y el docente recogidas en terreno, testigo de su ocurrencia y certidumbre pero también, el espejo de las reflexiones, abstracciones o hipótesis salidas de cada una de las actividades.

Lo anterior permitió reflexionar sobre los acontecimientos, discutiendo hipótesis o aseveraciones previas, y planteando nuevas, aportar informaciones útiles para las futuras actividades en el mismo fenómeno, cotejando esas observaciones con otras, y con los conceptos ya establecidos y se revisó y corrió las propias hipótesis gracias a los nuevos datos recabados.

b. Registros verbales

Es importante tener evidencias de grabaciones verbales hechas en momentos cruciales de la investigación, con estas tenemos de primera mano registros orales de acciones y actitudes de los estudiantes que permitieron obtener tanto información relevante, como material para comparar avances en ellos y en la propuesta.

c. Registros fotográficos

- I. **Fotos:** Al igual que los registros orales, es indispensable un registro fotográfico, una fotografía de un momento importante del proceso dio idea acerca de las acciones llevadas a cabo a quienes no hicieron parte de las actividades que se realizaron.
- II. **Videos:** De la misma forma que la fotografía pero con más tecnología, el video fue un elemento fundamental para recopilar información de actividades, acciones y actitudes de los estudiantes durante las actividades al igual que una evidencia de desarrollo y de resultados del proyecto.

2.2.4. Fase de sistematización y análisis de resultados

Para lograr una adecuada ordenación de los registros se categorizaron los contenidos, teniendo en cuenta cada una de las intencionalidades de las actividades de la ruta de aula; y para su análisis se tuvieron en cuenta las reflexiones que produjeron los estudiantes con respecto a los referentes conceptuales y a la pregunta de investigación.

Hay cuatro etapas de análisis de los registros de la ruta de aula:

1. En primer lugar se hará una ordenación de los registros recogidos en cada uno de los momentos de la ruta de aula, en torno a las relaciones entre las actividades experimentales y la construcción de las explicaciones desarrolladas por los estudiantes.
2. En segundo lugar se hará una descripción de las construcciones y explicaciones desarrolladas por los estudiantes después de cada uno de los momentos de la ruta de aula.
3. Se realiza un análisis de las construcciones y explicaciones desarrolladas por los estudiantes que nos interesan desde el problema planteado.
4. Lectura global de la ruta de aula en relación con el problema de investigación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

Son bastantes las investigaciones acerca de estrategias para mejorar el aprendizaje de la reacción química, estas investigaciones se han consultado en revistas como Enseñanza de las Ciencias, Journal Of Chemical Education. En esta investigación se han considerado relevantes los avances de Bueso, Furió y Mans, (1988) quienes realizaron un estudio dirigido particularmente a comprobar si los estudiantes que concluyeron sus estudios secundarios habían o no alcanzado una comprensión de las reacciones de óxido-reducción, la hipótesis planteada revela que las interpretaciones sobre las reacciones de oxidación-reducción de los estudiantes que acaban sus estudios medios estarán mucho más próximas a una concepción superficial de estas reacciones, como procesos de intercambio de oxígeno, que a la de transferencia electrónica. Teniendo en cuenta esta premisa propusieron un instrumento que les permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- Que tanto los alumnos que acaban sus estudios medios como los alumnos de los primeros cursos de la universidad apenas han asimilado el concepto de oxidación reducción como proceso de intercambio electrónico.
- La necesidad de hacer consciente al profesorado de la importancia y de las dificultades intrínsecas del tema, así como de la necesidad de relacionarlo estrechamente con el tema del enlace químico, y dedicarle en la programación de la asignatura el suficiente tiempo, tanto en el aula como en el laboratorio y de cambiar la metodología usada tradicionalmente por el profesorado, con objeto de lograr un aprendizaje significativo y no superficial como se efectúa. Para ello habrá que tener en cuenta los conceptos previos del alumnado, que no suponen para este tema ninguna barrera epistemológica, ya que la mayor parte de ellos tiene ya asumido, si bien superficialmente, el concepto de oxidación-reducción como intercambio de oxígeno.

Además Montagut, Sansón, Covarrubias y González, (2009) en el VIII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias presentaron un proyecto de investigación educativa cuyo énfasis se centra en conocer algunos factores importantes que interfieren en la comprensión de la reacción química. En este caso abordaron las preconcepciones, sobre el reactivo límite, de un grupo piloto de alumnos de licenciatura de la Facultad de Química (UNAM), con el fin de encontrar nuevas estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje de este tema.

Para terminar, la experiencia que se presenta, llevada a cabo con jóvenes que habían cursado uno o varios semestres, confirma que las construcciones personales son muy resistentes al cambio que muchas veces persisten a pesar de los años de instrucción escolarizada, por lo que no se puede esperar que se pueda lograr sustituirlas o modificarlas en un solo período lectivo o ciclo escolar (Bello, 2004).

Por otra parte, Posada (2005), al implementar una estrategia pedagógica y didáctica de enseñanza de aprendizaje por investigación, a partir de un programa guía de actividades, para la resolución de situaciones problémicas, desarrolla la argumentación propia de la química y el aprendizaje significativo de los conceptos reacción y ecuación química, la cual está fundamentada en el proceso de producción de conocimiento ya que en él, convergen la autonomía, el pensamiento divergente, la experimentación y argumentación propia de las ciencias, obteniendo como resultado que:

- Los estudiantes desarrollaron la competencia argumentativa porque en la mayoría de los textos realizados durante el proceso de resolución de las situaciones problémicas reflejan la naturaleza argumentativa, al dejar entrever mayor estructuración, coherencia química e intencionalidad al expresar sus puntos de vista, acuerdos y conclusiones de las situaciones problémicas.

- El programa guía constituye una forma de orientar el aprendizaje de los estudiantes por medio del diseño, aplicación y evaluación de actividades organizadas de forma progresiva en conceptos y dificultades, pero también, es una forma de orientar el control del tiempo y hacer las cosas de una forma más eficaz y eficiente para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.
- En los estudiantes se generó el aprendizaje significativo de reacciones y ecuaciones químicas, desde la propuesta de Ausubel, porque se evidenció en los estudiantes la diferenciación progresiva de estos conceptos a través de la construcción de los mapas conceptuales y el análisis, desarrollo y solución de las situaciones problémicas.

Gutiérrez y Santos (2012) en su trabajo de investigación de tipo empírico analítico, en el que se emplea el modelo 4Mat System de estilos de aprendizaje propuesto por Bernice McCarthy para el diseño y aplicación de una unidad didáctica, con el propósito de determinar su influencia del aprendizaje de Cambio Químico; en la investigación se destacan tres fases de la investigación, diagnóstico que determina los estilos cognitivos y los conocimientos previos; aplicación de la unidad didáctica que se diseña partiendo de la red conceptual de Cambio Químico y finalmente se evalúa el aprendizaje de la red conceptual de cambio químico de los estudiantes a partir de una comparación cuantitativa de los resultados obtenidos. A partir de la investigación que se concluye que:

- La implementación del modelo de enseñanza 4Mat System permite emplear diversas estrategias en un ciclo en el cual se progresa secuencialmente en la apropiación del aprendizaje de un tópico en nuestro caso red conceptual de cambio químico; A diferencia de otras propuestas aplicadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de química en ésta, se inicia con actividades en las que se crea una conexión subjetiva entre las sensaciones y/o experiencias del estudiante y el contenido (significación del tópico).
- Al considerar el contraste entre los resultados obtenidos en la prueba pre-test y los del post-test, utilizando como indicadores de aprendizaje el mejoramiento,

la permanencia y el desmejoramiento de los estudiantes, se demuestra que hubo aprendizaje de la red conceptual de cambio químico, ya que los porcentajes de avance en todas las temáticas son altos.

Para el trabajo de investigación propuesto se retoma del estudio hecho por Bueso, Furio y Mans, (1998) la necesidad de construir en los estudiantes una comprensión de la reacción química por medio del cambio en las metodologías tradicionales, sin desligar el conocimiento con el cual llega el estudiante a clase y apoyándonos en los efectos perceptibles que muestran los fenómenos relacionados con la reacción química, produciendo explicaciones que puedan inferir en la comprensión de modelos como el de óxido-reducción; Se critica la dicotomía que aún existe al ver el trabajo en clase y en laboratorio separados, que produce un aislamiento al verlos como procesos aislados, también debe estar claro, que no se debe aprender el modelo de óxido-reducción sino más bien construir una comprensión de cómo por medio de ese modelo se explican los fenómenos, sin llegar a dar existencia definida a referentes teóricos como los electrones y su transferencia de un átomo a otro.

Con respecto al estudio realizado por Montagut, Sanson, Covarrubias y Gonzales (2009) para el trabajo propuesto se retoma la idea de diseñar e implementar nuevas estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje de las reacciones químicas, con respecto a este estudio, se proponen las preconcepciones sobre el reactivo límite como un factor que interfiere en la comprensión de la reacción química, desde esta perspectiva estaríamos enseñando entidades químicas como lo es la reacción química, como un objeto matemático, dificultando la comprensión del fenómeno y evidenciando así, la persistencia de las construcciones personales.

Del estudio realizado por Posada (2005), se retoma la fundamentación en donde la convergencia de la autonomía del estudiante y el trabajo experimental

coacciona la construcción del conocimiento, desarrollando el lenguaje y la argumentación propia de la química; Con base en la investigación realizada por Gutiérrez y Santos (2012), se subraya la conexión que existe entre el conocimiento con el cual llega el estudiante a clase y las sensaciones que pueden percibir los sujetos por medio de la ampliación en la experiencia sensible que permite el estudio de la fenomenología de las reacciones químicas.

3.2. REFERENTES CONCEPTUALES

Los referentes conceptuales en el desarrollo de la propuesta tienen que ver con (I) la relación entre lenguaje, conocimiento y experiencia en la ruta de aula y en el proceso cognitivo, donde por medio de la ampliación de la experiencia se enriquece la comprensión, adquisición y afianzamiento de los conocimientos relacionados con la reacción química y (II) el rol del trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, donde se desarrolla una ruta de aula centrada en la ampliación, estructuración y organización de los fenómenos de las reacciones químicas por medio del trabajo experimental.

3.2.1. Relación entre lenguaje, conocimiento y experiencia en la ruta de aula

Los seres humanos tenemos en común una estrategia para comunicarnos y hacernos entender o dialogar con otros que es el **lenguaje**, que tienen un significado para cada uno de nosotros. Los docentes debemos tener presente que este significado que un niño, joven o un adulto posee es en realidad un **conocimiento** de una complejidad insospechada, aunque algunas personas no puedan explicar un concepto elaborado por la comunidad de especialistas, tienen construido sobre su **experiencia** una idea similar o distante de lo que la comunidad científica propone sobre el concepto.

La ruta de aula didáctica basada en la ampliación de la experiencia de la fenomenología de las reacciones químicas pretende fundamentarse en las ideas que han formado los sujetos con base en su experiencia. Hay que estructurar experiencias que sinteticen y formalicen un lenguaje, dando una relación de orden sobre los fenómenos sufridos por las sustancias en una reacción química; la organización de la experiencia construye y transforma el conocimiento, permite hacer comparaciones y relaciones con otras experiencias; obliga a la elaboración de un lenguaje para comunicar el conocimiento construido.

Experiencia, lenguaje, conocimiento y proceso cognitivo

En cualquier nivel educativo existen, en efecto, unos lenguajes; es decir, existen unos modos de representar según esquemas (que luego sean palabras, dibujos o imágenes es lo mismo, desde este punto de vista); y en cualquier nivel hay un plano de experiencias de por sí indecibles (hay cosas de las que se tiene experiencia y que no se consigue decir, o describir o representar; hay cosas que se saben decir y a las que no se consigue identificar con experiencias), por ello, podemos decir a manera de hipótesis que todo proceso cognitivo puede interpretarse como una dialéctica cíclica desarrollada entre estos tres aspectos (lenguaje – conocimiento – experiencia), los cuales siempre se corresponden de algún modo, pero también siempre de manera problemática. (Guidoni et al, 1990).

GRAFICA 2: DIALÉCTICA CÍCLICA DESARROLLADA ENTRE LENGUAJE, EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTO



La gráfica describe la dialéctica cíclica desarrollada entre estos tres términos, los cuales siempre se corresponden de algún modo, pero también siempre de manera problemática. (Guidoni et al, 1990).

Vemos pues, que hay experiencias, hay modos de hablar, hay cosas de las que se puede hablar, y cuando se pueden asociar palabras a significados de esas palabras para expresar ideas, características o efectos de lo que se habla, se puede afirmar que hay conocimientos. El problema más complicado es, quizá, como entender el conocimiento respecto de experiencia y lenguaje; si experiencia es aquello que se vive en interacción directa con la realidad, conocimiento es aquello que viene como desprendido de la realidad misma y reconstruida, a través de un lenguaje de manera autónoma (Guidoni et al, 1990).

A partir del nivel de la experiencia a través de un lenguaje hecho de palabras y representaciones (y sin lenguaje no sería posible), se puede, por tanto, construir y controlar algo (a lo que llamamos conocimiento), desprendido tanto de la experiencia como del lenguaje; que no se identifica ni con el hecho individual ni con las palabras que lo describen; que es comunicable a otras personas, que se puede extender a otros hechos, modificar como consecuencia de otras

experiencias, que puede ponerse de nuevo siempre en juego. Entonces no es pensable, poder iniciar un discurso de conocimiento específico, organizado en lenguajes específicos, solamente sobre la base de experiencias específicas (un discurso disciplinario en cualquier nivel); también porque en realidad cualquier construcción más especializada se basa en un nivel de experiencias y de conocimientos más comunes, ya poseídos y organizados, al referirnos a esta idea por ejemplo, un médico no se entendería ni consigo mismo ni con sus enfermos si no estuviese en condiciones de referir estas experiencias, lenguajes y conocimientos suyos más específicos a experiencias, lenguajes y conocimientos comunes (Guidoni et al, 1990).

La estructura base según la cual está organizado el conocimiento común contiene y esboza la estructura según la cual está organizado también cualquier conocimiento especializado y científico; el conocimiento de que las cosas existen ordenadas en cuanto a nosotros, como especie humana, las organizamos culturalmente; además puesto que nosotros tenemos estructuras sensoriales, damos al mundo una organización cognitiva que es, en su base, la misma de nuestros sentidos. Conseguir que los niños organicen sus experiencias sensoriales es, indispensable, no porque hace bien o porque alguien lo ha dicho se deben hacer y explicitar sistemáticamente experiencias sensoriales porque todo nuestro modo de conocer se desarrolla con continuidad a partir de nuestro modo de tener y organizar sensaciones, con modos y con criterios que son una continuación y elaboración de nuestros modos de vivir más elementales. Cualquier objeto, por consiguiente, no lo percibimos como objeto en sí, sino que lo vemos, lo oímos y lo tocamos; después de lo cual, entretejemos las diversas sensaciones. Esta realidad somos capaces de considerarla como una estructura para darle luego un significado (Guidoni et al, 1990).

Es así como en el ámbito del estudio de las reacciones químicas es importante distanciarnos de la memorización y verbalización de lenguajes ausentes de

comprensión de las transformaciones químicas, para centrar la atención en la construcción de un lenguaje que este asociado con la percepción que tenemos de los fenómenos relacionados con las transformaciones químicas y con las maneras de organizar esta experiencia perceptual que permita la comprensión y construcción del conocimiento relacionado con la reacción química.

3.2.2. El rol del trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias

Para la formación de los estudiantes y la comprensión de las reacciones químicas, desarrollando el pensamiento y las habilidades que le permitan un mejor desenvolvimiento en la sociedad; se procura formular una ruta de aula adecuada que se vincule desde la enseñanza de la química. Las actividades de laboratorio con la ampliación de la experiencia de los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Antonio Nariño. Para ello, se aborda la actividad experimental como un proceso intencional, una forma para no transferir información sino generar procesos de comprensión conceptual, haciendo esfuerzos que permitan la construcción de explicaciones acerca de las cualidades y comportamientos de las sustancias que experimentan una reacción química desde una perspectiva fenomenológica.

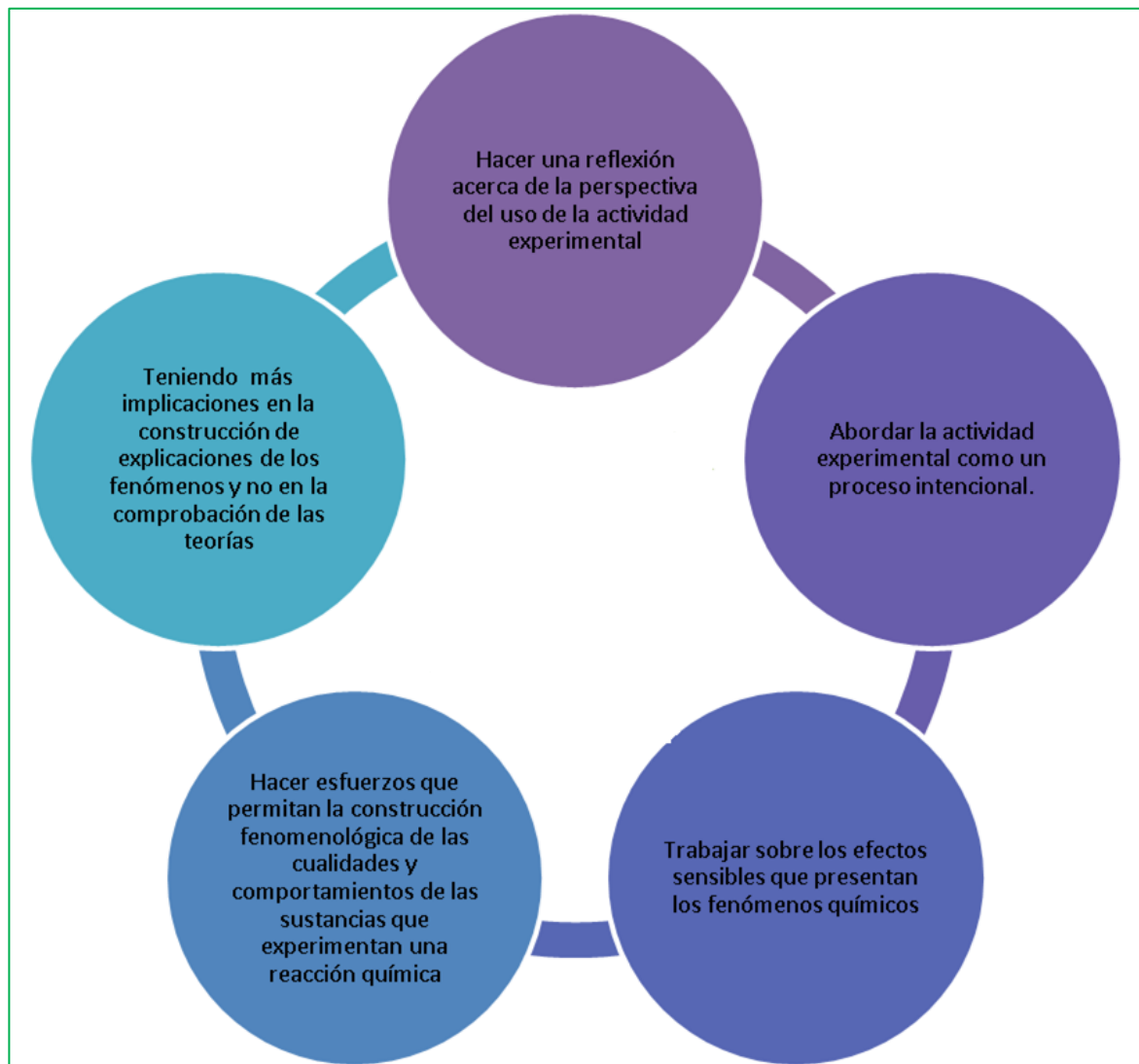
Los profesores de ciencias, en especial los de química, debemos hacer una reflexión acerca de la perspectiva del uso de la actividad experimental como herramienta para la enseñanza de las ciencias, se debería trabajar sobre los efectos sensibles que presentan los fenómenos químicos, que tienen más implicaciones en la construcción de explicaciones de los fenómenos y no en la comprobación de las teorías.

En el desarrollo de esta propuesta, la actividad experimental es vista como un proceso intencional imposible de desligar de la educación en ciencias, en la que se privilegia la construcción de explicaciones y comprensiones acerca de los fenómenos abordados en la que se requieren revisiones sistemáticas de las

elaboraciones que se van produciendo en la clase de ciencias, es imposible afirmar que únicamente se constituya en un criterio de comprobación o validación de los cuerpos teóricos de las ciencias (Sandoval, Ayala, Malagón & Tarazona, 2006).

Por medio de la experiencia en actividades de laboratorio y la observación sistemática de la fenomenología de las reacciones químicas se permite que los estudiantes avancen en la estructuración y construcción de su pensamiento en química, reconociendo y organizando las cualidades y comportamientos que sufren las sustancias en un cambio químico; esto desde el trabajo de laboratorio ya que permite ampliar las explicaciones acerca del comportamiento de las sustancias y a la vez genera la posibilidad de plantear algunos problemas conceptuales.

GRAFICA 3: DESCRIPCIÓN DE COMO SE DESARROLLA LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA RUTA DE AULA.



Cuando se asume que el experimento en la enseñanza de las ciencias juega un papel similar al que juega en los contextos de producción de las comunidades científicas, se deja de lado el análisis y reflexión de las intencionalidades de la actividad experimental en el aula. Tal como afirma Malagón, (2002): la experimentación no sólo es una fuente de verificación de hipótesis teóricas, sino que en principio jugaría tres roles:

- La organización de la experiencia y procesos de formalización como la construcción de magnitudes y formas de medida.
- El experimento permite plantear problemas conceptuales importantes para la enseñanza de las ciencias.
- La actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta teoría (Malagón et al, 2002).

Es así como las actividades de carácter experimental, privilegian especialmente:

- La producción, análisis y organización de efectos sensibles.
- La determinación de variables y conformación de relaciones entre éstas como expresión de la organización lograda de los efectos percibidos (Malagón, 2011).

3.2.3. Actividad experimental y ampliación de la experiencia sensible

Una de las prioridades en el desarrollo de la propuesta es orientar la actividad experimental hacia la ampliación de la experiencia sensible en torno a las reacciones químicas; se considera que se promueve en los estudiantes la detección de los efectos, propiedades y características desde la observación de los fenómenos asociados con la reacción química, una organización conceptual de su dinámica y de este modo se explora y organiza la fenomenología de las reacciones químicas, estableciendo una forma de medida que incorpore relaciones explicativas de forma que permitan asociar estos resultados con otros atributos como la velocidad de reacción y logrando así pasar del plano cualitativo al cuantitativo, matematizando las cualidades observadas.

La experiencia sensible y la organización de las cualidades que se exhiben en una actividad experimental, también tiene en cuenta el vínculo entre la percepción del fenómeno y las formas lógicas de organizarlo y se remite a la comprensión que se tiene sobre el fenómeno cuando la percepción es intencionada; cuando se logra

una organización de los efectos sensibles, se pueden determinar variables como la velocidad de reacción, que establecen el funcionamiento del fenómeno y de este modo se da una comprensión más profunda o nuevas comprensiones, no nos quedamos con el primer aspecto que nos muestra el fenómeno, sino que se interpreta.

En el desarrollo de la actividad experimental de la propuesta se cuenta con gran cantidad de sustancias de uso común o de uso exclusivo del laboratorio, que al juntar unas con otras, muestran una gran cantidad de efectos sensibles intencionados para los sentidos de los sujetos tales como: la observación de efervescencia, cambio de color, aparición de nuevas sustancias, liberación de sustancias (gases), el cambio en la temperatura percibido por medio de la piel, etc. Sin quedarnos en la observación inmediata, hay que darle una interpretación a cada una de estas observaciones que se relacionan con la ocurrencia de una reacción química, hay que organizar estas percepciones por medio de un lenguaje que le de forma y estructura al fenómeno y que facilite su descripción detallada, al igual que permita una ordenación de los efectos sensibles y sea posible jerarquizarlos, proponiendo principios generales que los unifiquen de modo que se puedan relacionar con atributos tales como la afinidad química, la reactividad, velocidad de reacción, el calor de reacción, al igual que con las variables que son determinantes en nuevas observaciones.

3.2.4. Comprensión y percepción.

Aquí es pertinente ampliar el significado del vínculo entre comprensión y percepción, el cual se constituye en un criterio cognitivo y pedagógico de gran importancia en nuestra investigación, pues “lo sensible” está cruzado por construcciones y organizaciones “teóricas” precedentes, o formas lógicas de organizar y remite a las comprensiones que se tienen sobre el fenómeno cuando la percepción es intencionada. La percepción se distancia de la evidencia primera

o se libra del obstáculo de contemplación, dado que es posible establecer un operar o hacer operar diferentes asociaciones, de ahí que el fenómeno no sea estático o inmutable (Mach, 1925).

La experiencia sensorial procura una primera aproximación al mundo fenoménico, ésta hace aparecer ante nosotros “objetos que son posibles de describir en términos de formas, colores, tamaños, texturas, o disposición de sus partes”, lo cual, nos sumerge en la posibilidad de la pregunta, la proyección de la hipótesis y la construcción del problema que permitirá la elaboración de explicaciones a las dinámicas que acontecen y que hacen se construya la posibilidad de nuevas comprensiones (Valencia, Méndez, y Jiménez, 2006, citado por Sandoval, 2008:57).

3.2.5. La actividad experimental y los procesos de formalización.

Cuando se pretende dar una comprensión del fenómeno de la reacción química, por medio de la ampliación de la experiencia, se debe dar también un proceso de formalización, dado que se debe organizar la experiencia a través del lenguaje, dando forma a una estructura con la cual facilitamos la representación del fenómeno de modo que se puedan jerarquizar los principios generales que organizan y unifican las anomalías, permitiendo así la matematización del fenómeno de estudio.

Desde el punto de vista pedagógico, la actividad experimental es poco relevante cuando se la reduce a la verificación de teorías científicas, especialmente si se examina su contribución a las búsquedas y posibilidades de comprensión y formalización de los estudiantes, por eso la posibilidad de involucrar la actividad experimental en la propuesta tiene que ver con la ampliación de la experiencia de los sujetos, para la comprensión de las fenomenologías en estudio, para la formalización de relaciones y para la concreción de supuestos conceptuales.

La perspectiva que dificulta a los estudiantes en la construcción de procesos de formalización que puedan articular a la organización de su experiencia se debe a la forma en la que se aborda la formalización en el aula, ya que se centra en definiciones, enunciados y algoritmos. Como la actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o entramado de hechos de observación, que serían estructurados a partir de una cierta organización conceptual, privilegia la formalización en las siguientes formas:

- **Formalización de carácter pragmático.** En el cual se considera que *“el pensamiento y el conocimiento tanto individual como social se organiza a través del lenguaje como herramienta organizadora de todas aquellas connotaciones que puede tener una experiencia, tal organización es en sí misma una formalización, ya que se da forma a estructuras subyacentes que han sufrido el mismo proceso de organización con anterioridad... En términos generales, se genera en las prácticas cotidianas de comunicación, es decir, es de carácter pragmático, se hacen clasificaciones, distinciones, selecciones, etc. “Mirar por clases, por variables, o por sistemas...implica siempre un proceso correspondiente de mirar imponiendo una forma, según una lógica pre-constituida, a la „forma primaria“ que las cosas parecen tener” (Arca, M. y Guidoni, P. 1987: 138). Y esto es lo que se hace normalmente” (Ayala et. al., 2008: 22) clasificar y distinguir cada uno de los fenómenos relacionados con la reacción química al igual que las posibles variables que pueden tener efecto en los mismos.*

- **Aplicación de una estructura formal al análisis de fenómenos.** Caso en el cual se reconoce una estructura formal y se construye la posibilidad de formalizar el fenómeno en términos de dicha estructura. *Corresponde a procesos cognitivos en los que se reconoce que formalizar no se limita a sobreponer una estructura formal o una estructura matemática a un fenómeno para analizarlo y comprenderlo, sino que se requiere ante todo construir la posibilidad misma de*

formalizarlo y matematizarlo, es decir, de construir las magnitudes, relaciones, etc. con la que damos cuenta del fenómeno” (Ayala y otros, 2008: 23)

- **Axiomatización de las teorías y unificación de campos fenoménicos.** En la cual se hace una organización bajo una estructura lógica formal que permite examinar los grados de validez al jerarquizar las teorías, lo cual se reconoce como axiomatización o formalización matemática de las teorías. En este caso se construyen principios generales que pueden implicar otros diversos principios y que organizan y unifican a su vez diversos campos fenoménicos, por ejemplo el principio de conservación de la energía es organizador de campos fenoménicos como el correspondiente a la termodinámica, al electromagnetismo o a la termoquímica. *(Ayala y otros, 2008: 25)*

- **Matematización de un campo fenoménico.** En donde el objeto de estudio son las formas de razonamiento que se están utilizando para comprender la experiencia y que es ejemplificado en trabajos como la formulación de la Mecánica de Dirac. En este planteamiento resulta relevante considerar *“el quehacer de las matemáticas como la explicitación y organización de las formas y estrategias utilizadas por el sujeto para organizar y razonar sobre su experiencia” (Ayala y otros, 2008: 28)*

3.2.6. Implicaciones de la formalización para el caso del estudio de las reacciones químicas.

Cuando se aprovecha la ampliación intencionada de la experiencia en el trabajo de laboratorio se promueven la construcción fenomenológica de las reacciones químicas dando forma al pensamiento y al conocimiento del individuo o grupo donde su estructura ya ha sufrido organizaciones anteriores y con ello se promueve un manejo del lenguaje más apropiado para la descripción e interpretación de los fenómenos; Luego de que los estudiantes hayan dado forma

a los fenómenos relacionados con la reacción química por medio de la percepción de efectos que muestran actividades de la vida diaria y el trabajo de laboratorio se requiere que avancen en la construcción de explicaciones acerca de cómo y por qué suceden los fenómenos por medio del establecimiento de una forma de medida de cada uno, su duración e intensidad, tomando como base la construcción de la afinidad química que implica la organización y la unificación del fenómeno y de este modo incorporen relaciones explicativas de forma que permitan asociar estos resultados con atributos tales como la velocidad de reacción y su relación con la afinidad química.

Otra valor agregado cuando se diseña una ruta de aula enfocada en la ampliación de la experiencia en la fenomenología de las reacciones químicas y en el trabajo de laboratorio, es como los sujetos en la organización de sus experiencias establecen criterios de análisis no sólo en la definición de variables con respecto a la fenomenología sino también a la variación de la velocidad de reacción, la comprensión de la afinidad química que muestra la fenomenología de las reacciones químicas se utiliza como un razonamiento para comprender esta velocidad en la reacción e influye en la producción de nuevas formas o estrategias para razonar sobre su experiencia con respecto a la variación de la concentración de las sustancias.

4. LA COMPRESIÓN DE LA AFINIDAD Y LAS REACCIONES QUÍMICAS

Para el desarrollo de la intervención didáctica es indispensable hacer un análisis histórico crítico, con fines pedagógicos, que refuerce la explicación teórica de la idea de afinidad como una cualidad de las sustancias, que da cuenta de los cambios que transigen las mismas en una reacción química, recurriendo a la historia de la ciencia no como una motivación donde se ubica espacial y temporalmente científicos, anécdotas y descubrimientos cronológicamente, sino más bien, como un rescate de los argumentos que fueron base de algunos de los planteamientos científicos que se han producido a lo largo de la historia, de tal forma que se pueda incidir en la transformación de las prácticas pedagógicas en el aula; y de este modo por medio de la ampliación de la experiencia de los estudiantes en actividades relacionadas con las reacciones químicas, caractericen, clasifiquen y ordenen los fenómenos como efervescencia, cambio de color, cambio en la temperatura y aparición de nuevas sustancias, comprendiendo los fenómenos y construyendo explicaciones acerca de ellos en relación con la afinidad química.

Resulta importante, para el desarrollo de la propuesta, la comprensión y la producción de explicaciones sobre la transformación de las sustancias y su actividad química, ¿el por qué una sustancia reacciona con otra y en cambio con otras no?, ¿a qué se debe que se comporten así y no de otro modo? Es necesario tener en cuenta que el término de afinidad no ha conservado la misma connotación en todas las épocas, las significaciones han cambiado pero el término se conserva. Vemos como la afinidad química transita en la historia de las ciencias entre las perspectivas física y química, desde el amor y el desamor entre las sustancias hasta la facilidad de una sustancia de ganar o perder electrones para completar la ley del octeto.

Enmarcar dentro de un proceso de construcción histórica las distintas concepciones que subyacen a lo largo del tiempo en la explicación de la afinidad química, posibilita la construcción del concepto de reacción química junto con su explicación teórica desde la perspectiva de las primeras explicaciones producidas.

Para empezar el recorrido del referente teórico de afinidad en química hay que tener en cuenta que en el siglo XVII, la química se piensa más desde una “filosofía natural” o ciencia y es valorada socialmente como una profesión, que intenta explicar los fenómenos que presentan y sufren las sustancias, usando como herramienta la adecuación de las teorías a la experimentación y ya no se ve sólo como un oficio artesanal; la afinidad se enmarca en esta orientación experimentalista desde las teorías químicas de la época (Estany e Izquierdo, 1990), alejándose de las ideas de la alquimia y el renacimiento, puesto que en este siglo se explicaba conforme a la teoría del “Amor y el odio” de Barchusen, la afinidad es la causa de la interacción entre los materiales que está presente en ellos mismos, una visión antropomórfica de la naturaleza y que posteriormente pasa a ser entendida como producto de atracciones mecánicas propuestas por Newton. Boyle, que sugieren que todos los cuerpos están formados por partículas iguales y que existen fuerzas de atracción entre estas mismas (Estany e Izquierdo, 1990).

Dice Boyle al respecto, citado en (Villaveces, Cubillos y Andrade, 1983); “Los cuerpos están formados por partículas en forma de racimos, no muy estrechamente unidos, pero pueden encontrarse en contacto con corpúsculos de otra materia que estén dispuestos a unirse más estrechamente de lo que estaban antes”. Boyle estableció que las cantidades de un cuerpo capaces de llegar a combinarse con otro dependen del grado de simpatía o atracción su filosofía corpuscular va íntimamente ligada a su concepción mecánica de las reacciones químicas. Newton por su parte, con un modelo semejante al de Boyle intentó descubrir el principio del cambio químico en la interacción de las partículas materiales, proponiendo la existencia de fuerzas tanto atractivas como repulsivas responsables de los cambios de las sustancias (Estany e Izquierdo et al, 1990).

4.1. QUÍMICA NEWTONIANA IMPORTANCIA Y DINÁMICA DE LA AFINIDAD EN LA MECÁNICA QUÍMICA

El éxito de las teorías de Newton en el campo de la física era innegable por lo tanto se reconsideró la posibilidad de aplicarlas a la química, Newton introdujo una visión mecanicista para la química, la idea de sistema de masas atraídas mutuamente unas por otras constituye una innovación radical en astronomía y para la química debido a que su hipótesis de la mecánica celeste provoca una transformación en la noción de la reacción química que se explica a partir de una fuerza newtoniana que implica que los cuerpos en si son inertes desprovistos de cualquier propiedad específica, dependiendo de las relaciones de los cuerpos que se atraían y se repelían a pequeña distancia se podía explicar el enlace químico y la reacción durante la formación de los mismos, asociando la propiedad que hacía que dos sustancias tendieran a combinarse con su afinidad y la idea de atracción química (Stengers, 1993).

Los químicos del siglo XVIII, bien bajo el paradigma newtoniano o bien con el objetivo de sistematizar todo el conocimiento químico existente, para darle un enfoque más cuantitativo, empezaron a construir las primeras tablas para medir las diferencias de atracción de los cuerpos.

Al continuar con conceptos relacionados o que evocan la afinidad química encontramos el abandono de la visión cualitativa de los fenómenos químicos y se genera una necesidad de la medición de estos mismos, la aceptación de las ideas de Descartes y su método hipotético-deductivo (empirismo) respecto a la cantidad de materia y a las fuerzas (Sandoval et al, 2011). Se empezó por compararlas por medio de las tablas de afinidad, diversos autores del siglo XVIII trataron de ordenar en las tablas de afinidad la información empírica disponible referente a la "afinidad" química de las diversas sustancias entre sí; La tabla expuesta fue

una de las dos, se unirá dejando libre a la otra; y algunas otras también no se unirán ni a la una ni a la otra, ni las separarán de ningún modo. De lo cual, se podría concluir que aquellas que se unen a una de las dos, tenían más afinidad, unión o disposición a unirse con ella, que las otras que la que soltaban tras su acercamiento. Y se podría deducir de estas observaciones la proposición siguiente, que es muy amplia, aunque no se da como general, por cuanto se considera prioritario haber examinado todas combinaciones posibles para asegurarme si se encontrará algo en contra.

La primera línea de esta tabla comprende diferentes sustancias que se emplean en química. Debajo de cada una de estas sustancias se han ordenado por columnas diferentes materias comparadas con la primera en orden de su afinidad (rapport) con esta primera sustancia; de modo que la que se encuentra más próxima es la que tiene más afinidad, o aquella que ninguna de las sustancias que se encuentran debajo podrían separar; pero que las separa a todas, cuando se encuentran unidas y las descarta para unirse a ella (Geoffroy, 1718).

4.2. AFINIDADES ELECTIVAS.

Como además se asumía que la magnitud de estas fuerzas variaban de unas sustancias a otras, se empezó a especular acerca de la medida de estas (afinidades electivas); Teniendo en cuenta lo anterior las afinidades llegan a explicar todas las combinaciones químicas y todos los cambios en las propiedades de las sustancias químicas, un sistema químico, pero cualitativo muy cercano a la percepción.

En 1775 T. Bergman propone una tabla de afinidades muy completa, en ella se tienen en cuenta las condiciones en las que se llevan a cabo la interacción de los cuerpos, afinidad por vía húmeda o por vía seca, puesto que pueden influir en el resultado final, al tener en cuenta estas condiciones estas interacciones podrían

ser reproducibles y se intenta cuantificar las afinidades y establecer relaciones de masas entre las sustancias que intervienen en la reacción (Bergman, 1788); pero poco después aparecen tablas más completas que agrupan sistemáticamente las masas de reacción de sustancias de una misma familia (ácidos con bases, ácidos con metales...) y se empieza a descubrir algunas regularidades que serán interpretadas en la teoría atómica y no en la de afinidad, porque manifiesta explicaciones experimentales cualitativas y no unas cuantitativas, exactas y reproducibles estrictamente.

Continuando con las tablas, A. Lavoisier en el *Traité élémentaire de Chimie*, publica la primer tabla de cuerpos simples a partir de consideraciones experimentales con determinaciones de masas como principio rector, con esta herramienta se hace una interpretación de los cambios químicos introduciendo el nuevo concepto de elemento y variando profundamente el significado de análisis químico, porque se trata de conocer que sustancias simples están presentes y en qué medida en un compuesto; Lavoisier con relación a la afinidad propone: *estamos lejos para conocer el valor de todas estas fuerzas, y a expresar la energía por números*; no utiliza mucho el termino afinidad, usa más el de fuerza de atracción entre los cuerpos compuestos ya que no puede incorporar a su discurso unas afinidades mal definidas aun cuantitativamente (Lavoisier,1978).

4.3. AFINIDAD Y ATRACCIÓN C. L. BERTHOLLET

De aquí en adelante se reconoció por primera vez que los intercambios químicos eran determinados por otros factores diferentes a la naturaleza única de los cuerpos. Claude Luis Berthollet (1748 - 1822), tuvo el gran mérito de descubrir estos factores y de probarlo por medio de experiencias sorprendentes, introdujo en esta cuestión la nueva noción de las reacciones parciales. Para el audaz químico, hacía falta que una puerta, fuera abierta o cerrada: todos los fenómenos debían producirse completamente en un sentido o en otro. Esto idea tiene el predominio

de las necesidades técnicas, porque se buscaba siempre encontrar procedimientos donde los productos se dieran bajo la forma más homogénea y más pura. Existían operaciones prácticamente perfeccionadas pero la atención no había sido atraída hacia las reacciones incompletas. (Ostwald, W. 1909).

En 1801 en la edición de los Elementos Químicos de Murray la afinidad fue descrita como una de aquellas fuerzas atractivas sugeridas por los cuestionamientos de la óptica de Newton, pero las leyes que gobiernan la atracción química se diferencia claramente de estas ya que las circunstancias que las modifican existen, así algunos filósofos de la época creyeron que la atracción de agregación y de combinación de las sustancias fuera la misma que la atracción de gravitación puesto que no conocían la complejidad de los fenómenos químicos (Berthollet, 1803).

Berthollet tenía un pensamiento más avanzado y sofisticado para el tiempo en que la combinación de sustancias se consideraba desde la mecánica Newtoniana, distinguía el producto químico de las leyes mecánicas e insistía en la importancia de las afinidades electivas, propuso en 1791 que la atracción de adherencia y la atracción de composición como un producto químico. En 1801 anunció la teoría de la afinidad química y estableció firmemente que sirve como base para explicar todos los interrogantes de la química y además contiene todos los principios acerca de los fenómenos químicos en cada una de la variedad de las posibles circunstancias, de modo que se pueden demostrar por medio de la observación y además, estos fenómenos muestran los efectos que aquella afinidad presenta y que es atribuida a los mismos cuerpos (Berthollet, 1803).

En las anteriores teorías de afinidad en particular la de Bergman que considera un orden fijo de las reacciones químicas y la afinidad se determina según este orden; para Berthollet la afinidad no actúa como una fuerza que determine la reacción química porque las concentraciones de los reactantes también influyen, además

hay otros factores que modifican la afinidad como lo son la insolubilidad, la cohesión, la cristalización y la elasticidad de los gases y se deben tener en cuenta.

Berthollet en su ensayo *Statique Chimique* acepta el paradigma Newtoniano considerando la afinidad y la gravitación como un atributo de los cuerpos, pero ratificando que la afinidad es afectada por la forma de las partículas, la distancia entre ellas y por efectos electivos; las sustancias podrían sufrir varios efectos que determinan todas las propiedades químicas y las clases de combinación (Berthollet et al, 1803).

Dumas un estudiante lleno de admiración del *Statique Chimique* se quejó y encontró muy confusa y difícil de entender la postura de Berthollet, Laplace por su parte, en su sistema del mundo sospechó que la atracción universal y la afinidad química eran las mismas, estas ideas influyeron y desviaron las miradas hacia la frustración de la búsqueda de una química más cuantitativa basada en masas de afinidad, que alimentó la controversia Berthollet – Proust sobre la existencia de las proporciones definidas; La derrota de Berthollet reforzó la tendencia hacia un trabajo menos cuidadoso a uno más exacto, con una teorización más amplia pero menos profunda (Levere, T., 1993).

4.4. LA INFLUENCIA DE LAS TEORÍAS ELÉCTRICAS CON LA AFINIDAD.

El Newtonianismo en la química la ató a la física pero los primeros 30 años del siglo XIX las teorías eléctricas atrajeron más la atención que la química Newtoniana. Davy y Faraday, estaban entre los principales contribuyentes de las teorías de afinidad química en la primera mitad del siglo XIX, muchos químicos y filósofos químicos estaban bajo la influencia de sus ideas; Lavoisier pensó que la caloría tenía influencia en la afinidad de los cuerpos ponderables, pero cuando el efecto de la electricidad se vio en las reacciones químicas se encontraron algunos aspectos análogos atribuidos también a la caloría, era fácil ampliar la analogía al

fluido eléctrico que tenía una facultad electiva, preferencialmente atrayendo algunos cuerpos. Muchos químicos, entre ellos Murray, declaró que no necesita ninguna remota aclaración que iluminara que el fluido eléctrico es un agente químico, análogo en varios aspectos a la caloría (Levere, T., 1993).

El entusiasmo generado por el descubrimiento de la pila galvánica aseguró el interés continuo de filósofos químicos en descomposiciones electrolíticas por sus efectos químicos en las sustancias, al igual que la comprensión de la afinidad era vital para el entendimiento de los fenómenos de las reacciones químicas. Había, desde luego, voces disidentes levantadas contra la identificación de afinidad química con la atracción eléctrica. Davy había hablado de la electricidad, y de energías eléctricas; pero los que creyeron que la electricidad era un fluido no podrían aceptar esto como simplemente la causa de afinidad química y estuvieron preparados para pensar en términos de energías eléctricas, aún todavía indispuestos de admitir la hipótesis de Davy; Mayco por ejemplo concluyó, en el estado presente de nuestro conocimiento, quizás, sería lo más prudente abstenerse de todas las conjeturas, considerando la causa de atracción y repulsión como propiedades de materia, prevaleciendo en circunstancias diferentes (Levere, T., 1993).

Por su parte Michael Faraday en su tercera conferencia sobre cohesión y afinidad química y en la cuarta conferencia afinidad química y calor, presenta explicaciones claras sobre el efecto del calor y la electricidad en el comportamiento de las sustancias que son expuestas a estos; En su tercera conferencia considera la atracción recíproca de las partículas entre sí de una sustancia como cohesión, ejemplifica con el agua y sus formas físicas en que las podemos encontrar sea líquida, sólida o gaseosa y la acción del calor en cada uno de los cambios físicos que sufre, cuando expone al agua a una nueva fuerza como lo es la electricidad, el agua sufre un efecto y se separa en sus dos componentes el hidrógeno que es combustible y el oxígeno que aunque no explota sostiene la combustión. A la

primera fuerza la llama cohesión y la diferencia radicalmente de la fuerza que mantiene unidos dos sustancias que en verdad hacían parte de solo una, a esta fuerza la llama afinidad química o fuerza de acción química entre diferentes cuerpos. (Faraday, M., 1943).

En su cuarta conferencia Faraday complementa la idea de afinidad química con otros experimentos que aunque diferentes producen hidrógeno y oxígeno, es el caso de calentar el clorato de potasio para liberar oxígeno y el caso de hacer reaccionar zinc, agua y aceite de vitriolo para liberar hidrógeno; También hace énfasis en la idea de que algunas reacciones toman más tiempo para verse sus efectos y dependerá de la afinidad que tengan sustancias que entran en contacto. (Faraday,, 1943).

4.5. LA NACIENTE TERMOQUÍMICA EN RELACIÓN CON LA AFINIDAD.

Este aparte es producto de la revisión y traducción libre de Levere *Affinity and Matter: Elements of Chemical Philosophy* capítulo VII. En 1830 G. H. Hess realizó una serie de medidas de los calores de reacción y donde creyó que eran una medida de la afinidad, en el año siguiente Baudrimontre propuso una teoría química dinámica y en ella impulsó las propiedades térmicas de los cuerpos con relación a su reactividad química; años atrás en 1798 Rumford preguntó que si la afinidad química podría ser un efecto de la temperatura ya que diferentes grados de calor producían grandes diferencias en las tracciones específicas y que de algún modo podría representar la reacción química, el trabajo de Lavoisier (1743 – 1794), en termoquímica abordó el calor como una fuerza, energía o fluido y de esta forma se podría relacionar con la fuerza química (Levere, T., 1993).

Continuando con la relación del calor y la afinidad en 1850 James Frescott publicó su famoso trabajo sobre la equivalencia del calor y el trabajo mecánico donde reconoció las contribuciones de Faraday por comprobar la identidad del producto

químico y las fuerzas eléctricas y reafirmó que la intensidad de la combustión desarrollada por un cuerpo es proporcional a la intensidad de su afinidad por el oxígeno, relacionando así, las teorías eléctricas y la combustión por medio de su hipótesis propuesta en 1842 “el calor de combustión tiene origen eléctrico” (Leveré, T. et al, 1993) y la afinidad de un átomo por el otro son la medida del calor que se desarrolla en su combinación; ésto implicó que las medidas eléctricas proporcionaran valores para los calores de combinación y de ahí la fuerza absoluta de los cuerpos que se combinan. La electroquímica y la termoquímica ambas proporcionarían las medidas cuantitativas de la afinidad y la acción de la afinidad tiene una correlación cuantitativa con el calor de combustión (Leveré, T., 1993).

Había desde luego otros además de James Prescott concentrados en investigaciones de termoquímica, Tomas Graham, por ejemplo, analiza un trabajo sobre los calores de combinación y publicó una serie de trabajos sobre los cambios de calor que acompañan reacciones de ácidos con substituciones básicas. En un trabajo de 1848 sobre los calores de combustión, Tomas Graham concluyó de su observación, que el calor desarrollado en las reacciones químicas puede ser tomado como una medida de las fuerzas adquiridas en el proceso, la operación de afinidades estaba en correlación cuantitativa con los calores de combustión (Leveré, T., 1993).

La mera correlación de producto químico y fuerzas físicas realmente no ayudó a imaginar el mecanismo real de reacciones químicas, Para remediar esta situación, Williamson propuso un modelo en particular interesante basado en el movimiento atómico como el fundamento de cualquier teoría química, un modelo dinámico estadístico de equilibrio químico, en contraste con la estática química de una generación anterior; una teoría cinética de calor donde la combinación de las sustancias es acompañada por cambios de calor y por cambios en las propiedades químicas de estas sustancias (Leveré, T., 1993).

Las investigaciones termoquímicas se incrementaron, una serie muy extensa fue realizada por Favre y Silverman, y publicada entre 1852 y 1853. Ellos habían realizado cientos de las medidas caloríficas exactas de cambios químicos asociando a la dependencia de las leyes de afinidad química, ellos describieron experimentos con un calorímetro de agua para determinar varias direcciones de la combinación, luego se a consideró la calorimetría de segregación química (la descomposición seca) y de reacciones en la solución, incluyendo el ácido - la neutralización baja, la doble descomposición y la disolución. De esta última clase de reacciones, ellos encontraron que los compuestos más estables eran aquellos cuya formación había sido la más exotérmica, Ellos tomaron la reacción en la solución como su estándar, y continuaron correlacionando los calores equivalentes de formación con la energía de afinidades químicas (Levere, T., 1993).

Favre y Silverman intentan correlacionar el concepto vago de la época de afinidad con propiedades termoquímicas y gradualmente la idea de afinidad toma forma de estabilidad, los componentes de un compuesto estable tenían afinidades poderosas el uno para el otro, hay una verdadera conexión entre la energía de las afinidades de diferentes sustancias, el grado de estabilidad del compuesto formado, y las cantidades de calor desarrollado en el acto de combinación; concluyen así, estudiar reacciones químicas, teniendo en cuenta las cantidades de calor producido, es en nuestra opinión, el mejor, quizás el único camino por el cual puede llegar a un concepto concreto de la fuerza designada por el nombre de afinidad (Levere, T., 1993).

4.6. MARCELLIN BERTHELOT Y MECÁNICA QUÍMICA

Entre las investigaciones termoquímicas más influyentes alrededor de 1860 eran aquellas de Marcellin Berthelot, En el curso de estas investigaciones sintéticas, se evidenció un interés creciente sobre los mecanismos de la reacción y sobre el problema de la afinidad química. En un documento de 1856 sobre las relaciones

entre el óxido carbónico y el ácido fórmico, él notó que la solución de cloruro cuproso absorbía el monóxido de carbono, formando hidrato cristalino inestable. La inestabilidad de este y de compuestos relacionados fue considerada por la magnitud de la velocidad de reacción. (Leveré, T., 1993).

En casos donde las afinidades en la reacción era lentas, latentes y podrían entrar en juego cambios lentos y extensos estas podrían conducir a la formación de compuestos más estables. Berthelot persiguió en sus investigaciones la correlación entre los valores de velocidad de reacción y la afinidad, publicando en 1861 un estudio de la formación sustancias y descomposición de otras, según la reacción reversible, $2ROH + \text{ácido} \rightleftharpoons ROR + H_2O$. Él probó los efectos de ácidos diferentes, variando volúmenes, dilución y presión. Sus conclusiones iniciales simplemente relacionaron los efectos de dilución a la alteración en las distancias intramoleculares. Él considero que había dos factores contrarios (a) el aumento de la distancia intramolecular condujo a una disminución en la valor de reacción, y (b) la separación mayor de moléculas permitió la combinación entre el ácido y el alcohol para alcanzar su proporción máxima. Investigaciones subsecuentes acentuaron el papel jugado por el periodo y las condiciones de equilibrio, que se hizo su concepto clave (Berthelot, 1893).

Berthelot encontró que la esterificación era reversible, de modo que la reacción entre el ácido y el alcohol nunca alcanzaba la terminación, pero tendiera hacia un estado de equilibrio dependiendo de los equivalentes de ácido presentes con los del alcohol; Berthelot notó que la proporción de éter formado en sistemas diferentes era independiente de la naturaleza del ácido mineral usado en esterificación y del alcohol particular usado, esto tenía consecuencias importantes para la vieja idea de afinidad específica y electiva (Berthelot, 1893).

La siguiente etapa en el desarrollo del concepto de Berthelot de afinidad era la identificación de mecánica química con la mecánica general, y la atribución

consiguiente de los calores de reacción al impacto molecular. Los calores de reacción así aparecieron como las funciones de sólo los estados iniciales y finales mecánicos de sistemas químicos. Dentro de este esquema, la afinidad química tomó un papel bastante insignificante; era responsable de iniciar cualquier transformación química, pero ésta siempre ocurría estrictamente según las leyes de mecánica (Berthelot y Saint-Gilles, 1879).

Así mismo definió la afinidad como el resultado de las acciones que mantuvieron los elementos de cuerpos compuestos unido. Uno podría medir el trabajo hecho por la afinidad por los cambios de calor que acompañan la reacción. La reacción química ocurrió conforme al principio de trabajo máximo, tendiendo a producir el cuerpo o el sistema de cuerpos cuya formación desarrolló la mayor parte de calor. La teoría de Berthelot de combinación química era completamente compatible con la mecánica clásica. El calor, una forma de movimiento, era una manifestación de pérdida de la energía cinética. Una comprensión exacta de combinación química requeriría un conocimiento de las energías de masas, cinéticas, y los movimientos individuales de todas las partículas en el sistema. Tal conocimiento era imposible, entonces los químicos, por el momento, confiaron en la información total dada por los calores de reacción (Berthelot, 1893)

IMPLICACIONES PARA EL ESTUDIO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

El análisis histórico crítico refleja que el término afinidad ha cambiado de significaciones, pero esta expresión se conserva, transita en la historia de la ciencia entre varias perspectivas:

La primera visión de la afinidad es la del odio y el amor del renacimiento, una perspectiva antropomórfica y con la idea de que la afinidad estaba presente en las sustancias mismas y era la causa de interacción entre ellas.

En seguida se da un tránsito del término desde la perspectiva química a la perspectiva física con la introducción de la visión mecanicista de Newton, proponía que el principio del cambio químico se debía a la existencia de fuerzas tanto atractivas como repulsivas, cabe subrayar que para este momento siglo XVII aun las ideas y desarrollo de la química giraba en torno a la información empírica y meramente cualitativa de las sustancias y su comportamiento.

La anterior perspectiva da un giro en la historia para el siglo XVIII, encontramos un abandono de la visión cualitativa de los fenómenos químicos y se genera una necesidad de medición de los mismos, teniendo en cuenta la naturaleza de las sustancias, la cantidad de materia y las fuerzas que se generan entre ellas; lo anterior se empieza a comparar por medio de tablas, Geoffroy 1718 y Bergman 1775 principales exponentes de tablas de afinidad

La siguiente perspectiva es la de C. L. Berthollet 1801, los fenómenos químicos muestran los efectos que aquella afinidad presenta y que es atribuida a los mismos cuerpos, para Berthollet aunque acepta el paradigma Newtoniano, la afinidad no actúa como una fuerza que determina la reacción química, porque las concentraciones de los reactantes también influyen, además hay otros factores

que modifican la afinidad como lo son la insolubilidad, la cohesión, la cristalización y la elasticidad de los gases y se deben tener en cuenta.

El Newtonismo en la química la vinculó a la física, pero los primeros 30 años del siglo XIX se centró en las nascentes teorías eléctricas. El entusiasmo generado por el descubrimiento de la pila galvánica aseguró el interés continuo de los químicos en descomposiciones electrolíticas por sus efectos químicos en las sustancias, al igual que la comprensión de la afinidad era vital para el entendimiento de los fenómenos de las reacciones químicas; M. Faraday (1833) considera la atracción recíproca de las partículas entre sí de una sustancia como cohesión y la fuerza que mantiene unidas dos sustancias que hacen parte de una llama afinidad química o fuerza de acción química.

La siguiente perspectiva es la de la nascente termoquímica y la mecánica química, correlaciona los valores de los calores de reacción y afinidad, M. Berthelot (1861) definió la afinidad como el resultado de las acciones que mantuvieron unidos los elementos de cuerpos compuestos; uno podría medir el trabajo hecho por la afinidad por los cambios de calor que acompañan la reacción.

Como vemos en el recorrido histórico se pueden explicar dos puntos con respecto a la afinidad química, el primero tiene que ver con la ruptura que se produce en un primer momento donde las razones por las cuales una sustancia se une con otra deja de ser una propiedad de cada sustancia y pasa a ser una actividad en la relación de unas sustancias con otras sustancias, que depende de posibles factores como la masa o la naturaleza de las sustancias o de las fuerzas que se generan entre ellas. El otro tiene que ver con la posibilidad de medir esa interacción que se ha llamado afinidad por medio de otras cualidades como la velocidad de reacción o los calores de reacción.

4.7. ELEMENTOS PEDAGÓGICOS PROPORCIONADOS

Los elementos pedagógicos que proporciona este recorrido histórico de la afinidad química para la ruta de aula, son la construcción de los fenómenos asociados con la reacción química, al igual que las explicaciones subyacentes acerca de la ocurrencia de la reacción química, que tienen que ver con el primer punto donde en principio la primera cimentación de la afinidad química se centra en lo cualitativo, en la organización fenomenológica de las reacciones químicas.

Otra utilidad que suministra el análisis histórico tiene que ver con el segundo punto ya que al ordenar y medir cada uno de los fenómenos, se promueven criterios como la velocidad de reacción y su relación con la afinidad, al igual que la relación que subyace de la variación en las concentraciones de los reactivos y su asociación con la velocidad de reacción y la afinidad; esta relación entre reacción química, afinidad y velocidad de reacción, promueve la comprensión y producción de explicaciones sobre las transformaciones de las sustancias y su actividad química, refuerza la idea de afinidad química como una cualidad de las sustancias que da cuenta de los cambios que sufren las mismas en una reacción química y que debido a ella unas sustancias tienen un determinado comportamiento, reaccionando con unas sustancias y con otras no.

5. SISTEMATIZACIÓN DE LA RUTA DE AULA

La ruta de aula se planea de acuerdo con los siguientes momentos y con las intencionalidades asociadas a cada una como se describe en la siguiente tabla:

MOMENTO 1: EXPLORACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Vincular a los estudiantes en la construcción de la fenomenología presente en cada uno de los efectos producidos por cada una de las situaciones de la vida diaria que se relacionan con la reacción química.
MOMENTO 2: IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Promover en los estudiantes la reconstrucción de la fenomenología presente en cada uno de los efectos sensibles que se pueden percibir en cada una de las reacciones químicas que se presentarán en la actividad experimental.
MOMENTO 3: MEDICIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Vincular a los estudiantes en la construcción de explicaciones acerca de por qué se llevan a cabo las reacciones químicas por medio del concepto de afinidad.
MOMENTO 4: CLASIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Evidenciar, describir, caracterizar, clasificar y suscitar explicaciones a cerca de cómo la variación en las condiciones tiene un efecto en los fenómenos de las reacciones químicas.

Los resultados obtenidos y su respectivo análisis se organizan como se muestra a continuación:



5.1. MOMENTO UNO

Tal como se ha planteado y después de llevar acabo cada uno de los pasos de la metodología del primer momento de la ruta de aula, la información recolectada muestra los siguientes resultados:

En primer lugar se hace una ordenación de los registros recogidos en esta etapa de la ruta de aula, en donde se trabajaron con los estudiantes diez acciones que vinculan situaciones cotidianas con las cuales se amplía la experiencia y se relacionan con el trabajo experimental, que además permiten distinguir o delimitar las percepciones que los estudiantes tienen de la reacción química, los cuales se muestran a continuación.

TABLA 2: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 1 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 1: Encender un fósforo		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Observaron chispas antes que el fósforo encendiera. • Hubo una fricción del fósforo con la caja de fósforos para que este encendiera. • Presencia de fuego cuando el fósforo se encendió; describieron que el fósforo se quemaba y se consumía. • Producción de humo. • Producción de calor. • Formación de ceniza después que se quemó el fósforo. • La combustión del fósforo genera fuego. • El fósforo reacciona con el oxígeno del aire y se produce dióxido de carbono.
¿Qué tipo de cambio es?	Algunos estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • El fósforo no modifica su composición. • Aunque se modifica la composición del fósforo no se originan nuevas sustancias.
	Los demás lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • Se da un cambio químico porque la sustancia cambia de estado. • El fósforo se convierte en un nuevo elemento. • La formación de nuevas sustancias, el fósforo deja de ser fósforo y se convierte en ceniza y humo. • El fósforo se descompone. • La combustión. • Hay cambio en las propiedades del fósforo. • El fósforo entra en contacto con el oxígeno.
¿Es una reacción química?	Algunos estudiantes no lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • No hay reacción entre sustancias. • El fósforo se quemó y no ocurrió nada. • El fósforo cambió de sustancia pero no se obtuvieron otras.
	Los demás estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • El fósforo entra en contacto con el fuego • El fósforo entra en contacto con el calor • El fósforo desaparece • Hay fricción del fósforo con la caja • Se generan cambios en las sustancias • Se produce fuego y el fósforo se quema • Por la formación de ceniza • Se produce humo • Cambio de color del fósforo • Descomposición del fósforo • Por la combustión del papel y la cera del fósforo • Por la presencia del oxígeno

TABLA 3: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 2 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 2: Encender la estufa		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de estado. • Cuando sale el gas por el quemador de la estufa y se le acerca fuego esta se enciende produciendo una llama. • Se produce calor. • Hay una combustión del gas.
¿Qué tipo de cambio es?	Algunos estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando hay combustión del gas este se quema produciendo llama y dióxido de carbono.
	Los demás lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • Hay producción de fuego y calor. • Se originan nuevas sustancias como el dióxido de carbono. • Entran en contacto el dióxido de carbono y el oxígeno produciendo nuevas sustancias. • Descomposición del gas. • Transformación de sustancias.
¿Es una reacción química?	Todos los estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Porque se produce calor. • El gas reacciona con el calor. • Se producen nuevas sustancias como el fuego • Producción de fuego. • Se forman nuevas sustancias. • Es una combustión. • Entra en contacto el gas con una chispa en presencia de oxígeno.

TABLA 4: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 3 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 3: Quemar papel		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de fuego. • Transformación del papel en ceniza. • Descomposición del papel. • Cambio de textura y color del papel. • Producción de humo.
¿Qué tipo de cambio es?	Todos los estudiantes lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • El papel reacciona con el fuego. • Cambia de estado el papel. • El papel desaparece. • El papel deja de ser papel y se convierte en ceniza.

		<ul style="list-style-type: none"> • Del papel se obtienen nuevas sustancias como la ceniza y el humo. • El papel no vuelve a ser el mismo. • El papel cambia de estructura. • La hoja se descompone.
¿Es una reacción química?	Un estudiante no lo asocio con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se quema el papel no se presentan cambios en la composición de la sustancia.
	Los demás estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Hay un cambio de estado. • El papel expuesto al calor se enciende. • El papel reacciona con el fuego. • Al quemar el papel las partículas se destruyen. • El papel se convierte en ceniza. • El papel cambia de color. • El papel se descompone. • El papel después de quemado no vuelve a ser papel. • El papel cuando se quema libera humo producto de la combustión y los residuos pesados son las cenizas.

TABLA 5: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 4 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 4: Preparar un alka-seltzer		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Ella se disuelve y se descompone. • Se forman nuevas sustancias. • El agua se fermenta cuando se disuelve la pastilla. • Se desaparece la pasta en el agua. • Salen burbujas en el agua. • Hay una mezcla. • Se dilata la pastilla. • Se diluye la pasta. • Sale gas. • El agua disuelve la pastilla.
¿Qué tipo de cambio es?	Algunos estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Desaparece la pastilla. • La pastilla permanece en el agua sin cambios. • Aunque se forman nuevas sustancias, siguen siendo las mismas. • El agua cambia de sabor pero sigue siendo agua.
	Los demás lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • Porque hay un cambio de estado. • Porque hay oxígeno. • Cambian sus componentes. • Aunque se forman nuevas sustancias, siguen siendo las mismas. • Porque desaparecen los átomos de la pastilla y se

		<p>unen con las moléculas de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La pastilla reacciona con el agua. • Hubo cambios en la pastilla y en el agua. • Aparecen nuevas sustancias. • Cambian las propiedades del agua.
¿Es una reacción química?	Un estudiante no lo asocio con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • No hay un cambio en la composición química de las sustancias.
	Los demás estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Se disuelve la pastilla en contacto con el agua. • Hay combinación o mezcla del agua y la pastilla. • La pastilla desaparece en contacto con el agua. • La pastilla libera sus componentes en contacto con el agua. • Hay un cambio en las propiedades de las sustancias presentes. • Se forman nuevas sustancias. • Se producen burbujas. • Se produce un gas. • Hay efervescencia.

TABLA 6: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 5 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 5: Preparar desayuno		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Se transforman los alimentos. • Pasan de crudos a cocidos. • Se mezclan varios ingredientes. • Cambia el sabor del alimento. • Los alimentos son consumibles. • El alimento cambia de estado. • El alimento cambia de color. • Se preparan los alimentos.
¿Qué tipo de cambio es?	Algunos estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Cambian de contextura, color olor y sabor y pueden perder algunos de sus componentes. • Pasan a ser comestibles. • Cambian de estado. • Cambian su forma pero siguen siendo los mismos. • El color cambia. • Hay una mezcla.
	Los demás lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • Los alimentos cambian de estado. • Hay una mezcla de ingredientes. • Se generan nuevas sustancias. • Los alimentos se transforman. • Cambio de sabor cuando se hierven.

¿Es una reacción química?	Algunos estudiantes no lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Los alimentos al cocinarlos cambian su forma, composición y propiedades. • No hay reacciones. • No hay cambios en su composición química.
	Los demás estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Los alimentos cambian de estado. • Hay una mezcla. • Los alimentos se disuelven. • Los alimentos al ser cocinados pierden parte de su composición. • Que cuando se cocinan los alimentos estos sufren una transformación cambiando a otras sustancias y cambiando de apariencia y sabor.

TABLA 7: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 6 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 6: Construcción de una cerca		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • División de un terreno para fijar linderos • Traslado de materiales.
¿Qué tipo de cambio es?	Todos los estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Hay un cambio en el terreno donde se cerca pero no hay una transformación de sustancias ya que la tierra sigue siendo tierra y la madera sigue siendo madera.
¿Es una reacción química?	Algunos estudiantes no lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Simplemente era un traslado e incorporación de materiales y una división del terreno • No hay cambio en la composición de las sustancias ni se generan nuevas • La madera no cambia de estructura solo de función • La madera cambia de estado
	Los demás estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Los árboles son cortados y enterrados.

TABLA 8: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 7 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 7: Afilar la cuchilla		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que	<ul style="list-style-type: none"> • La cuchilla corta más.

	algo ocurría.	
¿Qué tipo de cambio es?	Algunos estudiantes lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • Reacciona la cuchilla y la lima y la cuchilla disminuye. • El cambio en la temperatura. • El cambio en la forma de la cuchilla.
	Los demás lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Hay un cambio de estado. • El acero se adelgaza. • El material pierde sus propiedades. • La cuchilla no deja de ser hierro. • Se altera su forma y tamaño. • Solo cambia su temperatura. • El material no se descompone.
¿Es una reacción química?	Algunos estudiantes no lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Que se debe a que no hay presencia de material radiactivo. • La cuchilla no cambia su composición. • La cuchilla solo cambia de forma. • Solo se remueve parte del material. • Solo entran en contacto los materiales pero no reaccionan.
	Los demás estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Hay contacto entre las herramientas y la cuchilla disminuye su grosor y adquiere filo.

TABLA 9: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 8 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 8: Calentar agua		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se calienta esta se evapora.
¿Qué tipo de cambio es?	Algunos estudiantes lo asociaron con el cambio químico	<ul style="list-style-type: none"> • El agua cambia de estado.
	Los demás lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • El agua solo cambia de estado pero sigue siendo la misma sustancia.
¿Es una reacción química?	Algunos estudiantes no lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • El agua no cambia su composición. • Solo hay un cambio de estado. • El agua no pierde sus propiedades. • El agua no entra en contacto con otras sustancias solo con el calor.
	Los demás	<ul style="list-style-type: none"> • El cambio de estado.

	estudiantes lo asocian con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en su temperatura. • El calor forma vapor. • Al calentar el agua se matan virus y bacterias.
--	--	---

TABLA 10: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 9 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 9: Venta de ganado		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • El ganado solo cambia de dueño.
¿Qué tipo de cambio es?	Todos los estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • La persona tendrá más o menos ganado que antes.
¿Es una reacción química?	Ningún estudiante lo asocia con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • No hay ningún cambio en la composición, ni en la estructura del ganado, solo un cambio de dueño.

TABLA 11: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACCIÓN 10 DEL PRIMER MOMENTO

Acción 10: Recreo		
RELACIÓN	DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
¿Algo ocurre? Y ¿Qué ocurre?	Todos los estudiantes percibieron que algo ocurría.	<ul style="list-style-type: none"> • Hay un cambio de actividad.
¿Qué tipo de cambio es?	Todos los estudiantes lo asociaron con el cambio físico	<ul style="list-style-type: none"> • Sus cuerpos toman otras posturas y actividades.
¿Es una reacción química?	Ningún estudiante lo asocia con la reacción química	<ul style="list-style-type: none"> • Sus cuerpos toman otras posturas y actividades.

El desarrollo de este primer momento muestra la forma como los estudiantes tienen organizado el fenómeno de la reacción química desde su experiencia

cotidiana, al justificar el encender un fósforo por ejemplo, “observación de chispas, producción de humo, formación de cenizas” y como la ampliación de la experiencia sensible e intencionada promueve la detección de efectos y cualidades como la efervescencia y la producción de gases y su relación con la ocurrencia de una reacción química.

Muestra también como la detección de estos efectos se relaciona con la forma como los estudiantes incorporan nuevas organizaciones de tales efectos y la comprensión que logran del fenómeno y su funcionamiento: estas organizaciones dan cuenta del uso del lenguaje para darle forma y estructura al fenómeno, facilita su descripción y da la posibilidad de proponer principios para unificar los fenómenos relacionados con la reacción química.

En segundo lugar y después de realizada la ordenación de los registros del primer momento de la ruta de aula, se solicita a los estudiantes que se discuta y se socialice sobre ¿Cuáles son los efectos en los que nos fijamos para saber si se llevó a cabo una reacción química?; actividad que privilegia y evidencia la construcción de explicaciones desarrolladas por los estudiantes acerca del por qué suceden las reacciones químicas.

TABLA 12: REGISTROS TEXTUALES DE LOS EFECTOS QUE LOS ESTUDIANTES RELACIONAN CON LA OCURRENCIA DE LA REACCIÓN QUÍMICA

¿Cuáles son los efectos en los que nos fijamos para saber si se llevó a cabo una reacción química?	
EFEECTO	¿POR QUÉ?
Presencia de fuego	<ul style="list-style-type: none">• Al quemar un papel, un fósforo, o el gas se lleva a cabo una combustión que es en sí una reacción química.• En el momento en que la energía inicial se acerca al combustible se provoca una reacción química, una combustión a causa de que están presentes tres factores (oxígeno, chispa y combustible), a falta de uno de estos elementos no se produciría el efecto.• Al haber una energía inicial el fósforo entra en contacto con el oxígeno y se produce llama.

	<ul style="list-style-type: none">• Se acerca la energía inicial a la estufa y gracias al oxígeno se enciende.• El fuego se produce cuando hay una energía inicial y está presente el oxígeno y el combustible.
Producción de nuevas sustancias	<ul style="list-style-type: none">• Cuando se produce una combustión se descompone el papel.• Cuando se produce una combustión se forman nuevas sustancias químicas se produce humo y quedan cenizas.
Cambio en las propiedades de las sustancias iniciales	<ul style="list-style-type: none">• Al momento de disolver el alka-seltzer en el agua, esta toma un sabor distinto ya que cambia sus propiedades, ejemplo su pureza.• Al cocinar el huevo sus propiedades se transforman la clara deja de ser transparente para ser blanca, cambia su color y dureza.• Cuando el papel o el fósforo se queman cambian su color y su textura.
Efervescencia	<ul style="list-style-type: none">• Al entrar en contacto el alka-seltzer con el agua libera dióxido de carbono formando burbujas.
Irreversibilidad del proceso	<ul style="list-style-type: none">• Después de quemar el papel este no puede ser como al principio, cambió su color y tamaño, esto por la acción del oxígeno y una energía inicial.

Las percepciones que realizan los estudiantes están influenciadas por las construcciones y organizaciones precedentes y remite a la comprensión que tienen desde su cotidianidad, por medio de la experiencia sensorial se procura hacer un acercamiento al fenómeno que permita su descripción y la elaboración de explicaciones y nuevas comprensiones.

En tercer lugar y luego de realizada la ordenación de los registros y la sustracción de la construcción de explicaciones desarrolladas por los estudiantes acerca del por qué suceden las reacciones químicas, se realiza un análisis de las relaciones que nos interesan desde el problema planteado.

Reflexiones sobre los procesos de formalización en el momento uno

Al desarrollar este primer momento podemos resaltar aspectos importantes de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿Por qué? suceden las reacciones químicas y su relación con la formalización de **tipo pragmático** que se da en estas construcciones, cuando se utiliza el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencias.

Con respecto a la presencia de fuego:

En la gran mayoría de los estudiantes hay elementos importantes como la asociación a una reacción química cuando se enciende un fósforo, un papel o una estufa debido a la presencia de tres factores esenciales para producir fuego, como son el combustible, el oxígeno y la energía inicial; muchos concuerdan que en el momento que la energía inicial (chispa o fuego) se acerca al combustible en presencia del oxígeno del aire se produce una combustión y en el proceso se produce fuego.

Con relación a la producción de nuevas sustancias:

Al igual que el efecto anterior la gran mayoría de los estudiantes están de acuerdo en la producción de nuevas sustancias, los estudiantes manifiestan que al quemar el papel se produce humo y ceniza, sustancias que no estaban al principio del proceso y que cuando se prepara un alka-seltzer se evidencia la formación de un gas (dióxido de carbono) que asciende y forma las burbujas.

En lo que tiene que ver con el cambio de las propiedades de las sustancias iniciales:

Los estudiantes proponen que después de quemar el fosforo o el papel estas sustancias no son las mismas, no tiene las mismas propiedades, ya que cambian de tamaño, color y textura; cuando se cocina el huevo la clara deja de ser transparente, toma un color blanco y se endurece; en cuanto al caso de preparar el alka-seltzer el agua cambia sus propiedades gracias a las sustancias de la pastilla.

En cuanto a la efervescencia:

También se destaca el efecto de la efervescencia (burbujeo) ya que cuando la pastilla de alka-seltzer entra en contacto con el agua los estudiantes concluyen que se libera un gas y se forman las burbujas.

Por último encontramos la irreversibilidad del proceso:

Para terminar, con respecto al efecto de la irreversibilidad del proceso, los estudiantes proponen que cuando se quema el fósforo o el papel estos no son los mismos y no se puede volver a sus sustancias iniciales, de igual manera sucede al cocinar el huevo y preparar el alka-seltzer, ya que es imposible que vuelva a tomar su estructura.

En un principio los estudiantes consideraban el cambio de estado como uno de los criterios para hablar de una reacción química, sin embargo después de la socialización de los distintos casos estos criterios son modificados ya que asocian la efervescencia y la combustión con la producción de nuevas sustancias como es el caso de la producción de gas en la preparación del alka-seltzer y la producción de humo al encender el fósforo y el papel no en un cambio de estado de las sustancias.

Otro criterio utilizado para hablar de una reacción química era colocar el fuego o el calor como una sustancia más que entra en la reacción, pero después de la socialización de los distintos casos este criterio cambia y coloca al fuego o al calor como chispa o energía inicial, uno de los tres factores indispensables para que haya combustión.

Al principio del proceso algunos estudiantes no asociaban la producción de nuevas sustancias cuando el fósforo o el papel se quemaba o en la preparación del alka-seltzer, creían que los residuos seguían siendo la misma sustancia y no sufría cambios en su composición, pero a lo largo de la socialización cayeron en cuenta que estos residuos (cenizas, gas y humo) son nuevas sustancias con propiedades diferentes que se producen después de la reacción de las sustancias iniciales.

5.2. SEGUNDO MOMENTO

Tal como se ha planteado y después de llevar acabo cada uno de los pasos de la metodología del segundo momento de la ruta de aula, la información recolectada en textos escritos y gráficos, individuales y de grupo, y en textos orales durante la socialización y debate de las ideas se muestran los siguientes resultados:

En primer lugar se hace una ordenación de los registros recogidos en esta etapa de la ruta de aula, en donde se trabajaron con los estudiantes cinco actividades que vinculan el trabajo experimental, las cuales que permitieron la reconstrucción de los fenómenos asociados con la reacción química y su relación con los efectos que percibieron los estudiantes durante la misma, además de la identificación y caracterización de sus etapas y las sustancias que intervienen, los cuales se muestran a continuación.

TABLA 13: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 DEL SEGUNDO MOMENTO

EXPERIENCIA 1: HACER REACCIONAR HCl CON DIFERENTES METALES (Al, Cu, Mg, Zn)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Todos los estudiantes identifican las sustancias presentes y las clasifican en ácido como es el caso del ácido clorhídrico y metales como es el caso del zinc, cobre, aluminio y magnesio y toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	<ul style="list-style-type: none">• A medida que el HCl entra en contacto con los metales los va destruyendo, carcomiendo, poco a poco hasta eliminarlos por completo, observándose un cambio de color y percepción de olores irritantes al formarse burbujas; el metal que menos reaccionó fue el cobre y el más rápido fue el magnesio.• Al reaccionar el ácido clorhídrico con los diferentes metales, el ácido descompone los metales evidenciándose un cambio de color y se forma una efervescencia produciéndose gases de diferentes colores que se liberan y los tubos de ensayo se calientan; en un grupo se justificó que al verse la efervescencia el gas que se libera es el hidrógeno y que la reacción del aluminio con el ácido es la que produce más calor.

TABLA 14: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 DEL SEGUNDO MOMENTO

EXPERIENCIA 2: HACER REACCIONAR EL VINAGRE CON DIFERENTES CANTIDADES DE BICARBONATO DE SODIO	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Todos los estudiantes identifican las sustancias presentes y las clasifican en ácido como es el caso del vinagre y sal como es el caso del bicarbonato de sodio, toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se le agrega el bicarbonato de sodio al vinagre se produce una efervescencia, se produce gas, en algunos grupos se identificó la formación de un precipitado blanco y se relaciona la cantidad de efervescencia y gas con la cantidad de bicarbonato de sodio que se agrega al vinagre.

TABLA 15: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3 DEL SEGUNDO MOMENTO

EXPERIENCIA 3: HACER REACCIONAR "ISODINE" DILUIDO EN AGUA CON SULFITO DE SODIO	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Todos los estudiantes identifican las sustancias que van a reaccionar y las clasifican en sal como es el caso del sulfito de sodio y yodo un no metal como es el caso del isodine, toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando entra en contacto el sulfito de sodio con la solución de isodine este se descompone y se evidencia un cambio de color de la solución de café claro o amarillo a transparente y a medida que se le agrega más cantidad de sulfito de sodio más rápido se ve este cambio de color.

TABLA 16: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4 DEL SEGUNDO MOMENTO

EXPERIENCIA 4: CALENTAR UNA SOLUCIÓN DE SULFATO DE COBRE CON UN CLIP EN SU INTERIOR	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Todos los estudiantes identifican las sustancias que van a reaccionar y las clasifican en metal como es el caso del clip y sal como es el caso del sulfato de cobre, toman el tiempo de duración de la reacción.	<ul style="list-style-type: none"> • Al calentar la solución se evidencia la formación de pequeñas burbujas alrededor del clip, el color de la solución cambia, el cobre se separa del sulfato y es llamado a unirse con el clip. • El cobre presente en el sulfato de cobre se separa del sulfato adhiriéndose y cubriendo el clip y observándose de color café.

TABLA 17: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5 DEL SEGUNDO MOMENTO

EXPERIENCIA 5: SOPLAR UNA SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE CALCIO	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Todos los estudiantes identifican las sustancias que van a reaccionar y las clasifican en gas como es el caso del dióxido de carbono e hidróxido como es el caso de la solución de la cal viva, toman el tiempo de duración de la reacción.	Al soplar la solución le agregamos dióxido de carbono y esta cambia de color, de transparente a blanca, formándose una nueva sustancia carbonato de calcio una sal. A medida que soplamos, el dióxido de carbono reacciona con el hidróxido de calcio que es una base evidenciándose un cambio de color de la solución.

En este momento se hace uso de los efectos perceptuales que han relacionado en el primer momento con la ocurrencia o no de una reacción química y el trabajo experimental propuesto permite hacer generalizaciones y ordenaciones según la intensidad de cada reacción en particular y la duración de cada una, teniendo en cuenta las sustancias involucradas.

En segundo lugar y después de realizada la ordenación de los registros del segundo momento de la ruta de aula, se solicita a los estudiantes que se discuta y se socialice sobre ¿Por qué ocurre la reacción química? y ¿A qué se debe la velocidad de la misma?; actividad que privilegia y evidencia la construcción de explicaciones desarrolladas por los estudiantes acerca de los interrogantes mencionados anteriormente.

TABLA 18: REGISTROS TEXTUALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES DESARROLLADAS POR LOS ESTUDIANTES ACERCA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS Y DE LA VARIACIÓN EN SU VELOCIDAD.

EXPERIENCIA	¿Por qué ocurre la reacción química? Y ¿A qué se debe la velocidad de la misma?
Hacer reaccionar HCl con diferentes metales (Al, Cu, Mg, Zn).	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando el ácido y los metales se mezclan se libera el hidrogeno evidenciándose una efervescencia y cambia de color porque el ácido se calienta y descompone al metal. • Al unir dos sustancias, reaccionan y forman una nueva sustancia, esta reacción se da por que los átomos de los

	<p>elementos interactúan entre si y forman una nueva sustancia. La velocidad de dicha reacción varía con la cantidad de ácido que se le agregue, además el más rápido en reaccionar es el aluminio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al unirse el ácido clorhídrico con los diferentes metales el elemento hidrogeno se separa y el cloro se une con el metal, el hidrogeno se libera continuamente en gas, los cambios de color se da cuando el metal se une con el cloro creando una nueva sustancia, el color queda diferente de acuerdo al metal utilizado. • Por qué interactúa el ácido con los metales dando como resultado otra sustancia de propiedades diferentes. • Nuevas sustancias Cl + Cu, Mg, Zn, Al. • Efervescencia por que se libera hidrogeno (H). • La velocidad se debe a la afinidad de los elementos. • El ácido clorhídrico está compuesto por cloro e hidrogeno que hace que los metales se descompongan, cuando entra en contacto los metales con el HCl se libera el hidrogeno y el tiempo se debe a la variación de los metales. • Vimos que hubo formación de nuevas sustancias porque al mezclar el ácido con los metales hubo una descomposición del metal en el ácido y de estos salieron metales combinados con el cloro, hubo también liberación del hidrogeno, también hubo cambio de color por que los metales al disolverse producen unas sustancias que hace que cambien de color; La velocidad de las reacciones se debe a que algunos metales tienen más afinidad que otros con el ácido. • Creemos que todas las reacciones del ácido con los metales mencionados se da porque el ácido tiene propiedades que descompone a los metales, además el HCl es más reactivo, es por eso que algunos de los metales se descomponen más fácilmente, por ejemplo el Mg reacciona más rápido que el aluminio, como conclusión se observa que el magnesio y el aluminio reaccionaron con el ácido en segundos, también que el cobre y el zinc pueden demorarse horas; la reacción del HCl con los metales produce calor y liberación de gas, el aluminio y el magnesio tienen más afinidad que el zinc y el cobre por lo tanto reaccionan más rápido. • La reacción química se da por la unión de los metales con el ácido, los metales se descomponen por acción del ácido causando un cambio de color, entre más cantidad de ácido el tiempo de la reacción será menor, cuando el metal se descompone se presentan nuevas sustancias, liberan olores fuertes y produciendo calor.
<p>Hacer reaccionar el vinagre con diferentes cantidades de bicarbonato de sodio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porque el vinagre es un ácido y el bicarbonato es una sal que al entrar en contacto producen cambios, estos se dan porque son reactivos, nos dimos cuenta que entre menos bicarbonato de sodio se le agrega a una cantidad considerable de vinagre su reacción será mucho más rápida.

	<ul style="list-style-type: none"> • Porque hay un proceso entre el vinagre y el bicarbonato de sodio que son reactivos, este proceso hace que se transforme en otra sustancia diferente. Por ejemplo el desprendimiento de burbujas que es un gas CO_2 (efervescencia) y entre menos bicarbonato de sodio más rápido reacciona y deja un residuo como sal llamado precipitado. • El ácido acético al entrar en contacto con el bicarbonato de sodio, él se descompone lo cual forma una efervescencia y se libera el CO_2, la velocidad se debe a que entre más bicarbonato se le agregue más tiempo se toma en descomponerse. • La efervescencia en esta experiencia por que el bicarbonato de sodio contiene oxígeno en su composición haciendo que se eleve hasta un cierto límite, cuando efervesce se libera el gas llamado CO_2, la velocidad se da de acuerdo a la cantidad de bicarbonato utilizado. • En esta experiencia podemos observar que hay efervescencia y se produce gas, aquí la velocidad de la reacción depende de la cantidad de bicarbonato de sodio que se le agrega al vinagre, siendo el tubo de ensayo con poco bicarbonato el que reacciona más rápido que el segundo y así sucesivamente. • En las experiencias donde hay efervescencia hay una liberación de gas porque una de ellas contenía hidrógeno u oxígeno. • Con relación a la segunda experiencia los estudiantes relacionan la efervescencia con la combinación del bicarbonato de sodio y el vinagre, la producción de burbujas y una nueva sustancia el dióxido de carbono; entre más bicarbonato se le agrega más rápido se da la reacción produciendo más gas y efervescencia.
<p>Hacer reaccionar "isodine" diluido en agua con sulfito de sodio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al entrar en contacto el sulfito de sodio con la solución de isodine en agua, esta queda transparente ya que el sulfito de sodio tiene unas partículas que atrapan el color del isodine, la velocidad de la reacción se da porque entre más grande sea la cantidad de sulfito que entra en contacto con el isodine este va a tener un cambio más rápido. • Porque el sulfito de sodio corta los iones de I haciendo que se mezclen las dos sustancias en proporciones determinadas y formen una nueva sustancia. • El sulfito de sodio al tener contacto con el isodine se aclara y a medida que se agrega más sulfito de sodio más rápido se ve la reacción. • El cambio de color se da porque el sodio atrapa al ion negativo del yodo que es el que da el color oscuro al isodine y por eso se aclara. • Al iniciar el agua con el isodine tenía un color amarillento, al agregarle sulfito de sodio que es una sal y agitarlo este se torna a color transparente y se fue aumentando la cantidad de sulfito y menos tiempo duraba la reacción. • Parece que el sulfito de sodio elimina el color del isodine, cada

	<p>vez que se aumenta la cantidad de sulfito la reacción se da más rápido, creemos que reacciona porque el sulfito es una sal y el yodo un no metal, por lo tanto tienden a reaccionar muy rápido.</p>
<p>Calentar una solución de sulfato de cobre con un clip en su interior.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se produce la reacción química porque el sulfato de cobre se adhiere al clic, produciendo que este cambie de color y con este también todo el líquido, su velocidad se da por la cantidad de fuego que se le invierte. • Porque la solución del compuesto se pone a una temperatura más alta y cambia de color por la interacción del sulfato de cobre con el acero del clic. Después que se retira del calor se separan los átomos de cobre del azufre y se unen con del acero. • Cuando al sulfato de cobre se le agrega el clic a medida que va calentado se observan burbujas y cambia de color, a medida que se va calentando el acero atrae al cobre. • El color del agua cambia al aplicarle fuego a una alta temperatura, el elemento Cu es llamado por afinidad al clic. • Argumentamos que el azufre presente el cobre se aparta o se debilita luego que se calienta un poco, además parece presentarse una especie de magnetismo pues el cobre se adhiere al clic después de separarse del azufre.
<p>Soplar una solución de hidróxido de calcio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se produce una reacción química porque el dióxido de carbono que expulsamos nosotros hace que el agua se mezcle y además cambie de color, su velocidad se da porque entre más rápido uno sopla más rápido se mezcla. • La base que es hidróxido de calcio al agregarle el gas (CO₂) se forma una reacción que cambia su propio color estaba transparente y quedo blanco, ya que el gas se mezcla con el calcio. • Porque es una disolución acuosa con un gas, esto hace que se forme la sustancia carbonato de calcio. • Al tener contacto Ca (OH)₂ con el CO₂ vemos el cambio de color a blanco. • Hidróxido de calcio + CO₂, cuando soplamos el pitillo expulsamos CO₂ y al mezclarse las dos sustancias cambia de color. • Al soplar estábamos introduciendo CO₂, en esta combinación el agua se volvió color blanca y después se acento y quedo normal. • La base que es hidróxido de calcio al agregarle el gas (CO₂) se forma una reacción que cambia de color estaba transparente y queda blanco. Creemos que las sustancias de cada uno de los compuestos producen color al mezclarse entre sí, esta reacción es la más rápida de las cinco pues hace efecto a los tres segundos.

Los esquemas contruidos por los estudiantes en el primer momento, acerca de los fenómenos asociados a la reacción química, son utilizados aquí para distinguir cuando ocurre una reacción química y dependiendo de la intensidad de cada efecto lo pueden relacionar con, cuando una se lleva a cabo más rápido que otra.

En tercer lugar y después de realizada la ordenación de los registros y la sustracción de la construcción de explicaciones desarrolladas por los estudiantes acerca de ¿Por qué ocurre la reacción química? Y ¿A qué se debe la velocidad de la misma?; se realiza un análisis de las relaciones que nos interesan desde el problema planteado.

Reflexiones en torno a los procesos de formalización en el momento dos

Al desarrollar este segundo momento podemos resaltar aspectos importantes de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca del ¿Por qué? se llevan a cabo las reacciones químicas al asociar los fenómenos observados y su relación con la formalización de tipo pragmático cuando se utiliza el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencias y a la aplicación de dicha estructura formal al analizar el comportamiento de los fenómenos que se da en estas construcciones.

Para el segundo momento de la actividad de aula se ve el manejo de un lenguaje más apropiado para los fenómenos relacionados con la reacción química, se habla fluidamente acerca de la asociación de cambios de color de las sustancias, efervescencia, liberación de gases, descomposición y aparición de nuevas sustancias con la reacción química; se identifican los tipos de sustancias que entran en contacto en la reacción y algunas que se producen durante el proceso y se utilizan un lenguaje simbólico para la gran mayoría de las sustancias, se proponen explicaciones coherentes a algunos de los fenómenos que ocurren y los tiempos de duración de cada uno.

En cuanto a los tipos de reacciones

Los estudiantes identificaron dos tipos de reacciones químicas en relación con la energía asociada, la endotérmica, reacción en la que se necesita invertir energía, calor para que esta se produzca, y la exotérmica, reacción que produce calor cuando se produce.

En lo que tiene que ver con la efervescencia

La efervescencia en una reacción química está asociada a la producción de nuevas sustancias ya que hay liberación de gases, en el caso de la experiencia del HCl y los metales este gas es el hidrogeno, en el caso de la experiencia del vinagre y bicarbonato de sodio este gas es el dióxido de carbono.

En relación con el cambio de color

El cambio de color en una reacción química está asociado a la producción de nuevas sustancias dado que en la primera experiencia del HCl y los metales, el metal se une con el cloro y la presencia de los diferentes colores depende del metal utilizado.

De acuerdo con la experiencia del sulfito de sodio y el isodine, el cambio de color se da porque el sulfito de sodio atrapa al ion negativo del yodo que es el que da el color oscuro al isodine y por eso se aclara, parece que el sulfito de sodio elimina el color del isodine, el cambio de color se da porque el sulfito de sodio tiene unas partículas que atrapan el color del isodine, el sulfito de sodio corta los iones del yodo haciendo que se mezclen las dos sustancias en proporciones determinadas y formen una nueva sustancia,

En cuanto a la experiencia de soplar con el pitillo la solución de hidróxido de calcio, vemos el cambio de color a blanco al tener contacto $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con el CO_2 , creemos que las sustancias de cada uno de los compuestos producen color al mezclarse entre sí.

Con respecto a la reacción química

En el caso de la experiencia del HCl y los metales, cuando dos sustancias se unen, se da una reacción por que los átomos de los elementos interactúan entre si y forman una nueva sustancia, después de una reacción química se producen sustancias con propiedades diferentes caso del Cl + Cu, Cl + Mg, Cl + Zn, Cl + Al, al mezclar el ácido con los metales se producen nuevas sustancias y estas se obtuvieron de los metales combinados con el cloro.

De acuerdo con la experiencia de calentar la solución de sulfato de cobre y el clic, se produce la reacción química porque el sulfato de cobre se adhiere al clic, se separan los átomos de cobre del azufre y se unen con el acero, el elemento Cu es llamado por afinidad al clic, parece presentarse una especie de magnetismo pues el cobre se adhiere al clic después de separarse del azufre.

En cuanto a la experiencia de soplar con el pitillo la solución de hidróxido de calcio, la base que es hidróxido de calcio al agregarle el gas (CO₂) que expulsamos se forma una reacción, ya que el gas se mezcla con el calcio y se forma la sustancia carbonato de calcio, esta reacción es la más rápida de las cinco pues hace efecto a los tres segundos.

También podemos destacar los aspectos significativos de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿a qué se debe? La variación en la velocidad de la reacción, cuando se utiliza la introducción de métodos de medición como organización de los fenómenos y su relación con la formalización al matematizar los mismos.

En cuanto a la velocidad de la reacción

Con relación a la experiencia del HCl y los metales, la velocidad de la reacción varia con la cantidad de ácido que se le agregue y el metal en que más rápido reacciona es el aluminio, la velocidad se debe a la afinidad de los elementos, la velocidad de las reacciones se debe a que algunos metales tienen más afinidad que otros con el ácido, el magnesio y el aluminio reaccionaron con el ácido en segundos, el cobre y el zinc pueden

demorarse horas, el aluminio y el magnesio tienen más afinidad que el zinc y el cobre por lo tanto reaccionan más rápido.

Los elementos que nos presenta este segundo momento y que permite afirmar que la actividad experimental ha contribuido en la comprensión de la reacción química y la formalización de orden pragmático son: las construcciones acerca de los fenómenos asociados a la reacción química, reconocida como una estructura formal ya que da cuenta del fenómeno, el manejo que se le da a cada descripción del fenómeno y su asociación a la reacción, gracias a esto además de identificar y describir el fenómeno, los estudiantes caracterizan tipos de reacciones como por ejemplo la endotérmica y la exotérmica también la identificación de los tipos de sustancias por medio de un lenguaje simbólico, que se encuentran en las actividades propuestas y la duración e intensidad de cada uno de los fenómenos asociados con la reacción química.

5.3. TERCER MOMENTO

Tal como se ha planteado y después de llevar a cabo cada uno de los pasos de la metodología del tercer momento de la ruta de aula, en donde se trabajan cinco actividades que vinculan el trabajo experimental a la ordenación de clase de reacciones químicas utilizando como criterio la *intensidad* de la reacción, es decir, poder dar cuenta no solo cuando ocurre una reacción sino además en un grupo de reacciones de la misma clase (metales con agua) cuales sustancias son más afines que otras, la información recolectada muestra los siguientes resultados:

TABLA 19: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LAS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 DEL TERCER MOMENTO

EXPERIENCIA 1: PONER EN CONTACTO AGUA Y METALES (Zn, Pb, Fe, Cu, Al)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias	En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias y el cambio de color en los recipientes que

presentes, el agua y los metales como el caso del Zn, Pb, Fe, Cu, Al; toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	contenían el hierro y el zinc después de varios días y que en los demás recipientes no se observó ningún cambio.
--	--

TABLA 20: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 DEL TERCER MOMENTO

EXPERIENCIA 2: PONER EN CONTACTO VINAGRE Y METALES (Zn, Pb, Fe, Cu, Al)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias presentes, el vinagre como ácido acético y los metales como el caso del Zn, Pb, Fe, Cu, AL; toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias y el cambio de color en los recipientes que contenían el hierro y el plomo después de varios días, en el caso de los recipientes que contenían aluminio y zinc el vinagre los limpio y les dio más brillo y en el recipiente que contenía cobre no se observó ningún cambio.

TABLA 21: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 3 DEL TERCER MOMENTO

EXPERIENCIA 3: PONER EN CONTACTO ZUMO DE LIMÓN Y METALES (Zn, Pb, Fe, Cu, Al)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias presentes, el zumo de limón como ácido cítrico y los metales como el caso del Zn, Pb, Fe, Cu, Al; toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias, el cambio de color y la presencia de olores fuertes en los recipientes que contenían el hierro, el zinc y el aluminio después de varios días, en el caso del recipiente que contenían plomo se observó la aparición de una nueva sustancia en el fondo del recipiente y en el recipiente que contenía cobre no se observó ningún cambio.

TABLA 22: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LAS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 4 DEL TERCER MOMENTO

EXPERIENCIA 4: PONER EN CONTACTO ÁCIDO MURIÁTICO Y METALES (Zn, Pb, Fe, Cu, Al)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias presentes, ácido como es el caso del ácido muriático y los metales como el caso del Zn, Pb, Fe, Cu, Al; toman el	En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias, el cambio de color, efervescencia y la liberación de gases con la percepción de olores fuertes en los recipientes que contenían el hierro, el zinc, el plomo y el cobre en cuestión de

tiempo de duración de cada una de las reacciones.	minutos y en el recipiente que contenía aluminio no se observó ningún cambio.
---	---

TABLA 23: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 5 DEL TERCER MOMENTO

EXPERIENCIA 5: PONER EN CONTACTO ÁCIDO CLORHÍDRICO Y METALES (Zn, Pb, Fe, Cu, Al)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias presentes, ácido como es el caso del ácido clorhídrico y los metales como el caso del Zn, Pb, Fe, Cu, Al; toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias, el cambio de color, efervescencia y la liberación de gases con la percepción de olores fuertes en los recipientes que contenían el hierro, el zinc, el plomo, el cobre y en aluminio en cuestión segundos y minutos.

En segundo lugar y después de realizada la ordenación de los registros del tercer momento de la ruta de aula, se solicita a los estudiantes que se discuta y se socialice sobre: la organización que se hizo del grado de afinidad de cada uno de los metales con las diferentes sustancias en donde estuvieron expuestos, teniendo en cuenta la medición de los efectos observados y ¿Cómo asocia los resultados obtenidos con la idea de afinidad química?; actividad que privilegia y evidencia la construcción de relaciones explicativas con atributos tales como la velocidad de reacción y su relación con la afinidad química desarrolladas por los estudiantes, los cuales se muestran a continuación.

En todos los casos los estudiantes ordenaron los metales de mayor a menor grado de afinidad con las diferentes sustancias como se presenta en la tabla 24.

TABLA 24: REGISTROS TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES SEGÚN EL GRADO DE AFINIDAD DE LOS METALES EXPUESTOS A LAS DIFERENTES SUSTANCIAS

AGUA	VINAGRE	ZUMO DE LIMÓN	ÁCIDO MURIÁTICO	ÁCIDO CLORHÍDRICO
Fe	Zn	Fe	Zn	Al
Cu	Fe	Zn	Fe	Zn
Zn	Pb	Pb	Pb	Pb
Pb	Cu	Cu	Cu	Fe
Al	Al	Al	Al	Cu

REGISTROS TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES DE LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD

Los metales que se descompusieron son los que más afinidad tuvo con las sustancias a las que estuvieron expuestos y en los que no sucede nada no tiene afinidad. Hay mayor afinidad entre el agua y el hierro, el vinagre y el hierro, el zumo de limón y el hierro, el ácido muriático y el zinc, el ácido clorhídrico y el aluminio; los anteriores ejemplos tuvieron mayor afinidad puesto que su reacción fue a un corto tiempo y algunos incluso se descompusieron, los últimos dos metales de la tabla tuvieron muy poca afinidad puesto que su reacción fue más lenta y en algunos casos no pasó nada. (Ver imagen 1 y 2).

Los elementos (Fe, Zn, Al), cuentan con una afinidad más favorable que la de los demás elementos pues ellos tienen más capacidad para reaccionar con reactivos químicos, no como el caso del aluminio que no reacciona con el ácido muriático porque no cuenta con la afinidad suficiente para hacerlo. El agua es más afín con el hierro que con los demás metales, el vinagre es más afín con el zinc que con los demás metales, el zumo de limón es más afín con el hierro que con los demás metales, el ácido muriático es más afín con el zinc que con los demás metales, el ácido clorhídrico es más afín con el aluminio que con los demás metales. Los elementos más afines con las sustancias son el zinc y el hierro; la relación que se da es que los metales que tiene mayor afinidad tienden a reaccionar más rápido con los ácidos. (Ver imagen 1 y 2).

El metal más afín con el agua es el hierro, seguido por el zinc, el cobre y finalmente el aluminio y el plomo; el metal más afín con el vinagre es el zinc, luego el hierro, el cobre, el plomo y el menos afín es el aluminio; con el zumo de limón el metal más afín es el hierro, seguido del plomo, el zinc, el aluminio y el menos afín es el cobre. Con el ácido muriático el metal más afín es el aluminio, luego el zinc, el hierro el cobre y casi no hay afinidad con el plomo. Con el ácido clorhídrico tubo mayor afinidad el aluminio, seguido por el hierro, el zinc, el plomo y finalmente el cobre; el zinc tubo más afinidad con los ácidos que los demás elementos y el plomo y el cobre fueron los que tuvieron menos afinidad. (Ver imagen 1 y 2).

IMAGEN 1: REPRESENTACIÓN GRAFICA HECHA POR LOS ESTUDIANTES PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD

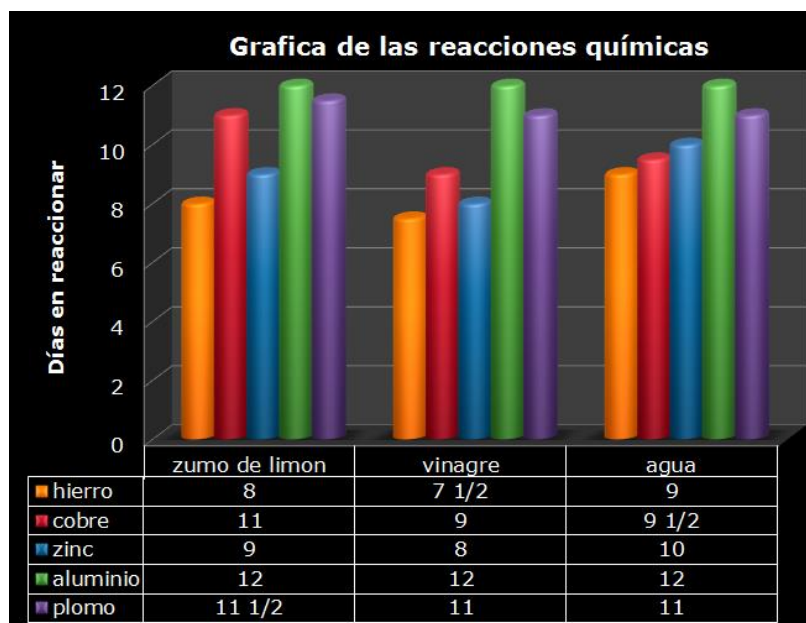
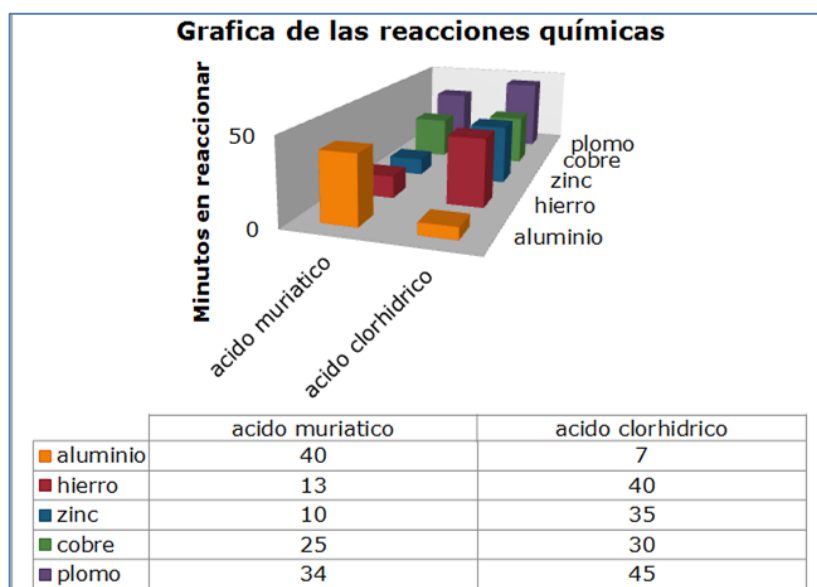


IMAGEN 2: REPRESENTACIÓN GRAFICA HECHA POR LOS ESTUDIANTES PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD



REGISTROS TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES DE LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA VELOCIDAD DE REACCIÓN

Se asocian en los resultados que a mayor afinidad mayor velocidad en la reacción, no hay afinidad entre el agua y el aluminio, el vinagre y el cobre, el zumo de limón y el cobre, ácido muriático y aluminio, ácido clorhídrico y cobre; el metal que tiene más afinidad con todos los ácidos el zinc porque se presenta una rápida reacción mientras que la reacción del cobre es muy lenta.

Se relaciona con la afinidad química porque muchas de las sustancias reaccionan con los ácidos muy rápido. Por ejemplo el metal más afín de todos es el hierro y lo sigue el aluminio. En todos los resultados primero tuvieron que pasar por un proceso químico para que se diera.

En tercer lugar y después de realizada la ordenación de los registros y el análisis de la construcción de explicaciones desarrolladas por los estudiantes acerca de la organización que se hizo del grado de afinidad de cada uno de los metales con las diferentes sustancias en donde estuvieron expuestos, teniendo en cuenta la medición de los efectos observados y ¿Cómo asocia los resultados obtenidos con la idea de afinidad química?; se realiza un análisis de las relaciones que nos interesan desde el problema planteado.

Los efectos perceptuales como cambios de color de las sustancias, efervescencia, liberación de gases, descomposición y aparición de nuevas sustancias, construidos durante el primer y segundo momento, da cuenta de la identificación de clases de reacciones y la ordenación de las mismas que hacen los estudiantes y su relación con el criterio de afinidad; aquí los criterios perceptuales de reacción química han sido afinados, se logra avanzar en una observación detallada y sistemática, lo cual se aprecia en el tipo de tablas que ellos construyen. Las tablas y las gráficas son maneras de poner en otros lenguajes las variables utilizadas para dar cuenta de la ordenación anunciada.

La manera como los estudiantes hablan de la afinidad es para decir cuando una reacción se da o no, cuando una reacción se da más que otra, pero no para decir que es la afinidad. Es por ello que la velocidad de reacción ha sido utilizada como criterio de afinidad.

Reflexiones sobre los procesos de formalización en el momento tres

Cuando se desarrolla el tercer momento se pueden resaltar aspectos importantes de la construcción de las explicaciones hechas por los estudiantes al asociar los fenómenos observados con la formalización de tipo pragmático cuando se utiliza el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencia y a la aplicación de dicha estructura formal al analizar los fenómenos que se da en estas construcciones.

Para el tercer momento de la actividad de aula, se sigue manejando un lenguaje adecuado para referirse a la asociación de cambios de color de las sustancias, efervescencia, liberación de gases, descomposición y aparición de nuevas sustancias con la reacción química; se identifican los tipos de sustancias que entran en contacto en la reacción y se usa un lenguaje simbólico para las mismas y se relaciona los tiempos de duración de cada una de las reacciones con la afinidad que presentan las sustancias. Además los estudiantes expresan por medio de otros lenguajes como por ejemplo las tablas, que son herramientas de seguimiento y de conclusión de sus observaciones y las gráficas que muestran la variación del efecto con respecto a la variación de las reacciones químicas estudiadas.

También podemos destacar los aspectos significativos de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿Cómo asocian los resultados obtenidos con la idea de afinidad química?, cuando se introduce métodos de medición como organización de los fenómenos y su relación con la formalización al matematizar los mismos; los estudiantes teniendo en cuenta la medida de los

efectos observados durante el tercer momento, organizaron en la tabla numero 24 los metales en orden de afinidad con respecto a la velocidad de reacción que muestra cada una de las experiencias y asociaron estos resulta de la siguiente forma:

“Hay mayor afinidad entre el agua y el hierro, el vinagre y el hierro, el zumo de limón y el hierro, el ácido muriático y el zinc, el ácido clorhídrico y el aluminio; los anteriores ejemplos tuvieron mayor afinidad puesto que su reacción fue a un corto tiempo y algunos incluso se descompusieron, los últimos dos metales de la tabla tuvieron muy poca afinidad puesto que su reacción fue más lenta y en algunos casos no pasó nada.”

“Se asocian en los resultados que a mayor afinidad mayor velocidad en la reacción, no hay afinidad entre el agua y el aluminio, el vinagre y el cobre, el zumo de limón y el cobre, ácido muriático y aluminio, ácido clorhídrico y cobre; el metal que tiene más afinidad con todos los ácidos es el zinc porque se presenta una rápida reacción mientras que la reacción del cobre es muy lenta”.

“Los elementos (Fe, Zn, Al), cuentan con una afinidad más favorable que la de los demás elementos pues ellos tienen más capacidad para reaccionar con reactivos químicos, no como el caso del aluminio que no reacciona con el ácido muriático porque no cuenta con la afinidad suficiente para hacerlo”.

Los tres anteriores párrafos muestran la formalización que se logra cuando se **matematiza el campo fenoménico** de la reacción química, donde las formas de razonamiento que se utilizan, organizan y explicitan las estrategias que utilizan los estudiantes para razonar sobre su experiencia.

5.4. CUARTO MOMENTO

Para finalizar lo planteado en la metodología de la ruta de aula para el cuarto momento, donde se trabajaron con los estudiantes dos actividades que vinculan el trabajo experimental, las cuales permitieron la descripción y clasificación de los

fenómenos asociados con la reacción química y su relación con los efectos que percibieron los estudiantes durante la misma, además de la identificación y caracterización de sus etapas y las sustancias que intervienen la información recolectada muestra los siguientes resultados:

TABLA 25: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 1 DEL CUARTO MOMENTO

EXPERIENCIA 1: PONER EN CONTACTO EL ÁCIDO CLORHÍDRICO A DIFERENTES CONCENTRACIONES CON LOS DIFERENTES METALES (AL, ZN)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias presentes, ácido como es el caso del ácido clorhídrico y los metales como el caso del Zn, Al; toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones	<ul style="list-style-type: none">En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias, el cambio de color, efervescencia y la liberación de gases con la percepción de olores fuertes al reaccionar el ácido clorhídrico a diferentes concentraciones con el zinc y el aluminio y relacionan el tiempo de la reacción con la disminución de la concentración del ácido.

TABLA 26: ORDENACIÓN DE LOS REGISTROS DE AULA ENTORNO A LOS RELACIONES DE LAS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL 2 DEL CUARTO MOMENTO

EXPERIENCIA 2: PONER EN CONTACTO EL ÁCIDO MURIÁTICO A DIFERENTES CONCENTRACIONES CON LOS DIFERENTES METALES (AL, ZN)	
DESCRIPCIÓN	REGISTROS TEXTUALES DE LAS JUSTIFICACIONES DE LOS ESTUDIANTES
Los estudiantes ya identifican con facilidad las sustancias presentes, ácido como es el caso del ácido muriático y los metales como el caso del Zn, Al; toman el tiempo de duración de cada una de las reacciones.	<ul style="list-style-type: none">En todos los casos los estudiantes describen la formación de nuevas sustancias, el cambio de color, efervescencia y la liberación de gases con la percepción de olores fuertes al reaccionar el ácido muriático a diferentes concentraciones con el zinc y relacionan el tiempo de la reacción con la disminución de la concentración del ácido ya que con el aluminio no se vio ningún efecto.

En segundo lugar y después de realizada la ordenación de los registros del tercer momento de la ruta de aula, se solicita a los estudiantes que se discuta y se socialice sobre: la afinidad de los metales con respecto a la variación de la concentración del ácido y cómo esta variación tiene efecto en los fenómenos, en la afinidad de las sustancias y en la velocidad de las reacciones químicas;

actividad que privilegia y evidencia la construcción de relaciones explicativas con atributos tales como la velocidad de reacción y su relación con la afinidad química desarrolladas por los estudiantes, los cuales se muestran a continuación.

En todos los casos los estudiantes ordenaron las diferentes concentraciones del ácido de mayor a menor grado de afinidad con respecto al metal como se representa en las siguientes tablas.

TABLA 27: RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO DE MAYOR A MENOR GRADO DE AFINIDAD

ÁCIDO CLORHÍDRICO	Zn	Al
Concentración 1	100%	100%
Concentración 2	75%	75%
Concentración 3	50%	50%
Concentración 4	25%	25%

TABLA 28: RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO MURIÁTICO DE MAYOR A MENOR GRADO DE AFINIDAD

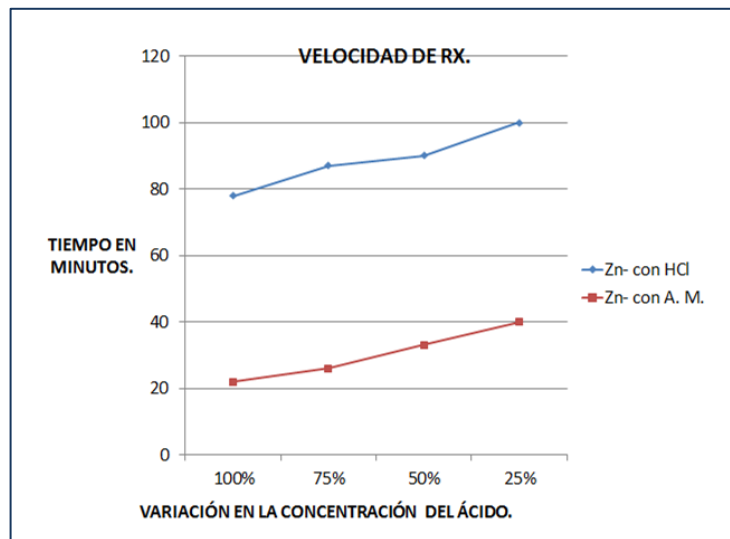
ÁCIDO MURIÁTICO	Zn	Al
Concentración 1	100%	No se vio ningún efecto.
Concentración 2	75%	No se vio ningún efecto.
Concentración 3	50%	No se vio ningún efecto.
Concentración 4	25%	No se vio ningún efecto.

TABLA 29: REGISTROS TEXTUALES DE LOS ESTUDIANTES DE LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS CON RELACIÓN A LA AFINIDAD Y A LA VELOCIDAD DE REACCIÓN

AFINIDAD (ver imagen 3)	VELOCIDAD DE REACCIÓN (ver imagen 3)
La afinidad química es un proceso donde dos sustancias están unidas por una fuerza y si llega una tercera esta puede ser más afín o menos afín que las otras, entre más afín sea va haber un despojado y una unión puesto que esto representa la velocidad de reacción.	La velocidad de la reacción varía de acuerdo a la concentración del ácido, pues ya que entre más ácido haya el metal se va a descomponer más rápido y van a haber efectos más veloces
A mayor concentración del ácido muriático va haber mayor afinidad química.	En la que se ve la reacción más rápido es en zinc con respecto a lo que sucede con el aluminio y el ácido muriático.
El zinc tiene una mayor afinidad con el ácido muriático debido a la concentración del ácido en el momento de agregarle el zinc.	Cuando esta al cien por ciento la reacción es mucho más rápida que cuando esta al veinticinco por ciento.
El aluminio tiene una mayor afinidad con el	El aluminio reacciona en segundos cuando la

ácido clorhídrico debido a la concentración del ácido en el momento de agregarle el aluminio.	concentración del ácido clorhídrico esta al cien por ciento y se demora minutos cuando la concentración del ácido esta al veinticinco por ciento.
Asociamos los resultados obtenidos con la afinidad química, por la concentración de ácido que hubo en cada tubo, es decir los más concentrados tenían más afinidad, más fuerza para reaccionar con el metal	Duraban menor tiempo que los menos concentrados.
Entre más concentración del ácido más va a ser afín con el metal.	El tubo donde la velocidad de reacción fue mayor es el de cien por ciento de concentración del ácido clorhídrico; el tubo que menos tiene reacción es el del veinticinco por ciento porque tiene menos concentración del ácido, el que más reacciono fue el cien por ciento porque tenía más concentración de ácido.
	Si la concentración del ácido es mayor, su reacción es mucho más rápida como en el caso del zinc con el ácido muriático al cien por ciento fue más rápida que al setenta y cinco, cincuenta y veinticinco por ciento, lo mismo sucedió con el ácido clorhídrico.
	En cuanto a la velocidad de la reacción se debe a que a mayor concentración del ácido mayor afinidad del metal, se va a ver más rápido la reacción, si cambia la concentración por ejemplo a un cincuenta por ciento va a ser más lenta su reacción.
Se observa que el ácido clorhídrico es afín con el aluminio y su afinidad depende de la concentración del ácido	El ácido clorhídrico al cien por ciento reacciona más rápido con el aluminio, luego el ácido clorhídrico al setenta y cinco por ciento, lo sigue el del cincuenta y por último el del veinticinco por ciento que casi no reacciona debido a su poca concentración. La velocidad de reacción al igual que la afinidad que hay entre el ácido clorhídrico y el aluminio depende de la concentración del ácido clorhídrico, siendo la reacción más rápida la del ácido clorhídrico al cien por ciento más aluminio y la más lenta el ácido clorhídrico más aluminio al veinticinco por ciento.

IMAGEN 3: REPRESENTACIÓN GRAFICA HECHA POR LOS ESTUDIANTES PARA INTERPRETACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE CONCENTRACIÓN, VELOCIDAD DE LA REACCIÓN Y AFINIDAD



En tercer lugar y después de realizada la ordenación de los registros y la sustracción de la construcción de explicaciones desarrolladas por los estudiantes acerca de la organización que se hizo del grado de afinidad y la velocidad de reacción de cada uno de los metales con las diferentes concentraciones de los ácidos, teniendo en cuenta la medición de los efectos observados; se realiza un análisis de las relaciones que nos interesan desde el problema planteado.

Al igual que el momento tres se evidencia la utilización de diferentes lenguajes de los estudiantes para comunicar sus construcciones como lo son las tablas donde organizan la información y las gráficas. La información de los anteriores párrafos muestran la formalización que se logra cuando se **matematiza el campo fenoménico** de la reacción química, haciendo énfasis en la delimitación de variables como la velocidad y la concentración de las sustancias, donde las formas de razonamiento que se utilizan, organizan y explicitan las estrategias que utilizan los estudiantes para razonar sobre su experiencia.

Reflexiones en torno a los procesos de formalización en el momento cuatro

Al desarrollar este cuarto momento podemos destacar los aspectos significativos de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿Cómo asocia los resultados obtenidos al variar la concentración del ácido y el mismo metal con la idea de afinidad química y velocidad de reacción?, cuando se introduce métodos de medición como organización de los fenómenos y su relación con la formalización al matematizar los mismos; los estudiantes teniendo en cuenta la medida de los efectos observados durante el cuarto momento, organizaron en la tabla número 3 y 4 la variación de la concentración de ácido con los metales en orden de afinidad con respecto a velocidad de reacción que muestra cada una de las experiencias y asociaron estos resulta de la siguiente forma:

“La velocidad de la reacción varía de acuerdo a la concentración del ácido, pues ya que entre más ácido haya el metal se va a descomponer más rápido y van a haber efectos más veloces; la afinidad química es un proceso donde dos sustancias están unidas por una fuerza y si llega una tercera esta puede ser más afín o menos afín que las otras, entre más afín sea va haber un despojado y una unión puesto que esto representa la velocidad de reacción”.

“Asociamos los resultados obtenidos con la afinidad química, por la concentración de ácido que hubo en cada tubo, es decir los más concentrados tenían más afinidad, más fuerza para reaccionar con el metal y duraban menor tiempo que los menos concentrados”.

“La velocidad de reacción al igual que la afinidad que hay entre el ácido clorhídrico y el aluminio depende de la concentración del ácido clorhídrico, siendo la reacción más rápida la del ácido clorhídrico al cien por ciento más aluminio y la más lenta el ácido clorhídrico más aluminio al veinticinco por ciento”.

5.5. LECTURA GLOBAL DE LA RUTA DE AULA EN RELACIÓN CON EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La ruta de aula centrada en la ampliación, estructuración y organización de los fenómenos de la reacción química nos muestra la forma como se caracterizan los modos de conocer de los jóvenes del grado decimo de la I. E. Antonio Nariño y cómo formalizan en química cuando se amplía su experiencia y cuando se utiliza la afinidad química como criterio para la construcción de explicaciones y el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencias para construir su conocimiento.

En el primer momento de la ruta de aula con la ayuda actividades cotidianas, se logró la construcción de fenómenos como la presencia de fuego, producción de nuevas sustancias, cambio en las propiedades de las sustancias iniciales, efervescencia e irreversibilidad del proceso con la ocurrencia de la reacción química y el cambio químico.

También se logra la construcción de explicaciones acerca del ¿Por qué? suceden las reacciones químicas y su relación con la formalización que se da en estas construcciones, utilizando el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencias, a continuación algunas de las construcciones.

Asociaron la presencia de fuego con la reacción química y el cambio químico porque en el momento que la energía inicial (chispa o fuego) se acerca al combustible en presencia del oxígeno del aire se produce una combustión y en el proceso se produce fuego.

Con respecto a la producción de nuevas sustancias, después de una reacción química se producen sustancias que no estaban al principio del proceso, caso de la ceniza y el humo al igual que la liberación de gases.

Con relación al cambio de las propiedades de las sustancias iniciales los estudiantes proponen que después de quemar el fósforo o el papel estas sustancias no son las mismas, no tiene las mismas propiedades, ya que cambian de tamaño, color y textura al igual que cuando se cocina el huevo la clara deja de ser transparente, toma un color blanco y se endurece.

Para terminar, con respecto al efecto de la irreversibilidad del proceso de la reacción química, los estudiantes proponen que cuando se quema el fósforo o el papel estos no son los mismos y no se puede volver a sus sustancias iniciales.

Este primer momento también permitió modificación de criterios utilizados para referir a la ocurrencia de reacción química como son: (I) el cambio de estado hacia la efervescencia con la producción de nuevas sustancias y la producción de gas en la preparación del alka-seltzer y la producción de humo al encender el fósforo. (II) el fuego o el calor como una sustancia más hacia chispa o energía inicial. (III) los residuos seguían siendo la misma sustancia hacia nuevas sustancias con propiedades diferentes.

En el segundo momento de la ruta de aula con la ayuda de la actividad experimental y la base fenomenológica ya construida se logró la identificación de los tipos de sustancias que entran en contacto en la reacción y algunas que se producen durante el proceso, la utilización de un lenguaje simbólico para la gran mayoría de las sustancias y algunos tipos de reacción; se proponen explicaciones coherentes a algunos de los fenómenos que ocurren y los tiempos de duración de cada uno cuando se analiza cada fenómeno, a continuación algunas de las construcciones.

Los estudiantes identificaron dos tipos de reacciones químicas en relación con la energía asociada, la endotérmica, reacción en la que se necesita invertir energía,

calor para que esta se produzca, y la exotérmica, reacción que produce calor cuando se produce.

La efervescencia en una reacción química está asociada a la producción de nuevas sustancias ya que hay liberación de gases, en el caso de la experiencia del HCl y los metales este gas es el hidrogeno.

El cambio de color en una reacción química está asociado a la producción de nuevas sustancias dado que en la primera experiencia del HCl y los metales, el metal se une con el cloro y la presencia de los diferentes colores depende del metal utilizado.

En el caso de la experiencia del HCl y los metales, cuando dos sustancias se unen, se da una reacción por que los átomos de los elementos interactúan entre si y forman una nueva sustancia.

También podemos destacar los aspectos significativos de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿a qué se debe? La variación en la velocidad de la reacción, cuando se utiliza la introducción de métodos de medición como organización de los fenómenos y su relación con la formalización al matematizar los mismos.

La velocidad de la reacción se debe a la afinidad de los elementos, la velocidad de las reacciones se debe a que algunos metales tienen más afinidad que otros con el ácido, el magnesio y el aluminio reaccionaron con el ácido en segundos, el cobre y el zinc pueden demorarse horas, el aluminio y el magnesio tienen más afinidad que el zinc y el cobre por lo tanto reaccionan más rápido.

Al desarrollar este tercer momento podemos resaltar aspectos importantes de la construcción de explicaciones de los estudiantes al asociar los fenómenos

observados con la formalización de tipo pragmático cuando se utiliza el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencia y a la aplicación de dicha estructura formal al analizar los fenómenos que se da en estas construcciones.

Para el tercer momento de la actividad de aula, se habla fluidamente acerca de la asociación de cambios de color de las sustancias, efervescencia, liberación de gases, descomposición y aparición de nuevas sustancias con la reacción química; se identifican los tipos de sustancias que entran en contacto en la reacción y se usa un lenguaje simbólico para las mismas y se relaciona los tiempos de duración de cada una de las reacciones con la afinidad que presentan las sustancias.

También podemos destacar los aspectos significativos de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿Cómo asocian los resultados obtenidos con la idea de afinidad química?, cuando se introduce métodos de medición como organización de los fenómenos y su relación con la formalización al matematizar los mismos; los estudiantes teniendo en cuenta la medida de los efectos observados durante el tercer momento, organizaron en la tabla numero 2 los metales en orden de afinidad con respecto a la velocidad de reacción que muestra cada una de las experiencias y asociaron estos resulta de la siguiente forma:

Hay mayor afinidad entre el agua y el hierro, el vinagre y el hierro, el zumo de limón y el hierro, el ácido muriático y el zinc, el ácido clorhídrico y el aluminio; los anteriores ejemplos tuvieron mayor afinidad puesto que su reacción fue a un corto tiempo y algunos incluso se descompusieron, los últimos dos metales de la tabla tuvieron muy poca afinidad puesto que su reacción fue más lenta y en algunos casos no pasó nada.

Al desarrollar este cuarto momento podemos destacar los aspectos significativos de la construcción de explicaciones de los estudiantes acerca de ¿Cómo asocia

los resultados obtenidos al variar la concentración del ácido y el mismo metal con la idea de afinidad química y velocidad de reacción?, cuando se introduce métodos de medición como organización de los fenómenos y su relación con la formalización al matematizar los mismos; los estudiantes teniendo en cuenta la medida de los efectos observados durante el cuarto momento, organizaron en la tabla número 3 y 4 la variación de la concentración de ácido con los metales en orden de afinidad con respecto a velocidad de reacción que muestra cada una de las experiencias y asociaron estos resulta de la siguiente forma:

La velocidad de reacción al igual que la afinidad que hay entre el ácido clorhídrico y el aluminio depende de la concentración del ácido clorhídrico, siendo la reacción más rápida la del ácido clorhídrico al cien por ciento más aluminio y la más lenta el ácido clorhídrico más aluminio al veinticinco por ciento.

Este análisis global del diseño e implementación de la ruta de aula, además de los avances en la formalización lograda por los estudiantes del concepto de reacción química, abre el camino para reforzar temas como la nomenclatura química y la introducción de la estequiometría química; también nos muestra los desafíos técnicos a los que nos debemos enfrentar cuando no se cuenta con disponibilidades locativas y los elementos de laboratorio necesarios para una mejor comprensión de los conceptos desde un trabajo experimental.

CONCLUSIONES

Con el análisis y construcción de los referentes conceptuales, se contribuyó en la implicación de la ruta de aula en la investigación y en el diseño de la misma, permitió identificar falencias en el proceso de construcción del concepto de la reacción química y a delimitar el problema; también permitió proponer las acciones pertinentes, enfocadas y sustentadas en la ampliación de la experiencia sin desligar el rol del trabajo de laboratorio teniendo en cuenta su influencia en la construcción del lenguaje y del conocimiento por medio de la fenomenología de las reacciones químicas y el uso de la afinidad como herramienta para la comprensión y construcción de explicaciones relacionadas con la reacción química.

En relación con la ruta de aula, inicialmente los estudiantes asociaban algunos cambios físicos como el cambio de estado como un criterio de la ocurrencia de la reacción química, con la implementación se evidenció la modificación de dichos criterios, ya que se asocian los fenómenos construidos como la efervescencia y producción de humo como efectos que se perciben cuando se lleva a cabo una reacción química.

La ruta de aula aplicada con la metodología diseñada sobre la articulación de la ampliación de la experiencia en la fenomenología de las reacciones químicas por medio de la actividad experimental usando la afinidad como criterio que permita la comprensión y explicación de los fenómenos de la reacción química, muestra la forma como los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Antonio Nariño modifican sus modos de conocer las reacciones químicas y permite su construcción, comprensión y explicación.

La ruta de aula centrada en la ampliación, estructuración y organización de los fenómenos de la reacción química nos muestra cómo se da la formalización de carácter pragmático en química de los jóvenes del grado decimo de la I. E. Antonio Nariño cuando se utiliza la afinidad química como herramienta para la construcción de explicaciones y el lenguaje como herramienta organizadora de sus experiencias para construir su conocimiento.

La ruta de aula aprovecha la ampliación intencionada de la experiencia en el trabajo de laboratorio promueve la construcción fenomenológica de las reacciones químicas dando forma al pensamiento y al conocimiento del individuo o grupo, también origina un manejo del lenguaje más apropiado para la descripción e interpretación de los fenómenos.

Luego que los estudiantes dieron forma a los fenómenos relacionados con la reacción química por medio de la percepción de efectos que muestran actividades de la vida diaria y el trabajo de laboratorio, se observó el avance en la construcción de explicaciones acerca de cómo y por qué suceden los fenómenos por medio de la construcción de la relación entre afinidad, reacción química y velocidad de reacción proporcionada por el análisis histórico y la introducción de métodos de medida, muestra las formas de razonamiento que se utilizan para comprender la experiencia, cuando se organizan y unifican los fenómenos.

La reflexión a la que se llega en el diseño de la ruta de aula acerca del rol que juega el trabajo experimental como un ámbito pedagógico y no como una simple estrategia didáctica para comprobar teorías y mejorar el aprendizaje; permite la relación entre la percepción intencionada de efectos de la reacción química, con la organización que hacen los sujetos al tratar de comprender y explicar los mismos.

La ruta de aula constituye una forma de organizar el aprendizaje de los estudiantes, pero también, es una forma de hacer más eficaz y eficiente nuestra

labor pedagógica, se dio una comprensión del conocimiento de la química, una mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la reacción química sin desligar el contexto escolar y la enseñanza de la química.

La descripción e interpretación de la información suministrada en los cuatro momentos de la ruta de aula muestra cómo se fue dando la construcción de los fenómenos relacionados con la reacción química y las explicaciones acerca del comportamiento de las sustancias y por qué suceden los fenómenos y la reacción química.

Por último, cuando se amplía la experiencia en actividades de corte experimental en la ruta de aula, los estudiantes progresan en sus construcciones cuando analizan la fenomenología y se refieren a la reacción química y a los criterios asociados como la velocidad de reacción, con la ayuda del lenguaje como instrumento organizador, estableciendo una relación de carácter pragmático al sobreponer la fenomenología al comportamiento de las sustancias y al introducir métodos de medición.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, María M y otros. (2008) *Los Procesos de Formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos*. Fondo editorial, Universidad Pedagógica Nacional.
- Bello, S. (2004) Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15 (3) p 210 – 217.
- Bergman, T. (1788). *Traité des affinités chimiques ou attractions électives*. París, Buisson.
- Berthelot, M. (1893). *Traité Pratique de Calorimétrie Chimique*. Encyclopédie Scientifique Des Aide Memoire. Paris.
- Berthelot, M., Saint-Gilles, L.P. (1879) *Recherche sur les affinités*, Chez Gauthier-Villiers, Paris.
- Berthollet, C.L. (1803) *Essay de statique chimique*. F. Didot, Paris.
- Bueso, a., Furió, C. y Mans, C. (1988) Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes primeros resultados. Investigación y experiencias didácticas. *Enseñanza de las ciencias*. Pp. 244-250.
- Camacho, B. (2003). *Metodología de la investigación científica un camino fácil de recorrer para todos*. UPTC, Tunja, pp.71-85.
- Chamizo, J. A. (2009) Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos. *Educación Química*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 1 – 6.
- (2010), Introducción Experimental a la Historia de la Química. *El Trabajo Practico y la Historia De La Química*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 4- 58.
- Estany, A., Izquierdo, M. (1990). La Evolución del Concepto de Afinidad desde el modelo de S. Toulmin. *Llull: Revista de la Sociedad de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, vol 13, N. 25, pp.349-378.
- Faraday, M. (1943). *Las fuerzas de la materia e historia química de una vela*. Buenos Aires: Emence editores paginas 59-96

Geoffroy, E.F. (1718) *Tableau des différentes relations observées en chimie entre différentes substances*, Mémoires de l'académie Royale des Sciences, Paris.

Guidoni, Paolo y Arca, Maria. (1987). *Guardare per sistemi, guardare per variabili*. Emme Edizioni, Torino.

Guidoni P, Arca M y Mazzoli P. (1990) *Enseñar ciencia. Como empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Editorial Paidós. Barcelona

Gutiérrez, S., Santos, J. (2012). *El aprendizaje del cambio químico a partir de una unidad didáctica basada en el modelo 4 matsystem de estilos de aprendizaje*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química.

Johnstone, A. (2000) Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 1, pp. 9-15

Labarca, M. (2005) La Filosofía de la Química en la Filosofía de la Ciencia Contemporánea. *Redes*, mayo, vol. 11, número 021, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, pp. 155-171.

Lavoisier, A., (1779) *Traité élémentaire de Chimie Présenté dans un ordre nouveau*. Paris, Gauthier-Villars. Reed 1937.

Lawson, A.E. (1979) *Developmental learning paradigm*. Res in Science teaching.

Levere, T. (1993) *Affinity and Matter: Elements of Chemical Philosophy, 1800-1865*. Gordon & Breach Science Pub. Capítulo 7.

Mach, Ernest (1925) *Análisis de las sensaciones*. Barcelona: Ediciones Alta Fulla.

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

Malagón, José F. y otros (2011) *El experimento en el aula. Comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes*. Fondo Editorial. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Ministerio de Educación Nacional (1994), Ley 115. Ley General de Educación. Colombia.

----- (1998), Lineamientos curriculares. Ciencias naturales y educación ambiental. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

----- (2002), Estándares para la excelencia en la educación. Estándares para las áreas de matemáticas, lengua castellana y ciencias naturales y educación ambiental para la educación preescolar, básica y media. Bogotá.

----- (2006), Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas, Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Bogotá.

Montagut, P.; Sansón, C.; Covarrubias, R. y González, R. (2009). ¿y dónde quedó el reactivo limitante ? algunas preconcepciones sobre reactivo limitante detectadas en alumnos de licenciatura. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1510-1515.

Moreira, M. (2002). *Investigación en Educación en Ciencias: Métodos Cualitativos*. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Texto de apoyo N 14.

Ostwald, W. (1909) *L'Evolution d'une science. La chimie*. Capítulo XXII: Affinité. Paris Ernest flammariion Editeur.

Posada, C. (2005) *Modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación para el desarrollo de la argumentación y el aprendizaje significativo de reacción y ecuación química*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química.

Sandoval, Sandra (2008). *La comprensión y construcción fenomenológica: una perspectiva desde la formación de maestros de ciencias*. Tesis de Maestría. Maestría en Educación. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Serrano, G.P. (1998). *Investigación cualitativa*. Retos e interrogantes. I. Métodos. Madrid, La Muralla S.a. p. 230.

Sandoval, S. (2011), Programa académico: conceptos químicos e implicaciones didácticas, Maestría en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional, Material de trabajo,

Sandoval, S., Ayala, M., Malagón, F. & Tarazona, L. (2006). *El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia*. Ponencia presentada al III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física.

Scerri, E. (2000) Philosophy of Chemistry: A New Interdisciplinary Field? *Journal of Chemical Education* 77, pp. 522-525.

Stengers, I. (1993) *La afinidad ambigua: el sueño newtoniano de la Química del siglo XVIII*, en Serres (ed.) *Historia de las Ciencias*. 337-361. Catedra, Madrid.

Sturman, A. (1988) *Case study methods*. In Keeves, J.P. (Ed.) *Educational research, methodology, and measurement. An international handbook*. Oxford, Pergamon Press., pp. 61-66.

Uribe, M. (2007) *Orientaciones didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de los procesos redox. Una propuesta basada en la resolución de problemas y en la investigación escolar*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química.

Van Aalsvoort, J. (2004) Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in Secondary School chemical education. *International Journal of Science Education*, 26, 1151-1168, 2004.

Villaveces, J., Cubillos, G. y Andrade, E. (1983). *Del sustancialismo al atomismo en la química*. Publicado en Salamandra Andante No. 2. Octubre.

ANEXOS

ANEXO 1: GUÍA PRIMER MOMENTO

Construcción de un conjunto de efectos que puedan percibir los estudiantes por medio de situaciones de la vida diaria.

ACTIVIDAD 1. Laboratorio: ¿ALGO OCURRE?

Intención: Vincular a los estudiantes en la construcción de la fenomenología presente en cada uno de los efectos producidos por cada una de las situaciones de la vida diaria que se relacionan con la reacción química.

Objetivos:

- Construir la percepción del fenómeno de reacción química, por parte de los estudiantes.
- Caracterizar cada uno de esos efectos en relación con presencia o no del fenómeno de la reacción química.
- Proponer una discusión acerca de los efectos observados, primero estudiante-estudiante y luego estudiantes-docente.

Materiales:

Esfero, lápiz, borrador, hoja de papel, fosforo, vaso, alka-seltzer, agua, imágenes, videos.

Duración: 120 Min.

Metodología:

Presentar a los estudiantes una serie de acciones que se llevan a cabo durante un día normal, que propicien la percepción de fenómenos asociados con la reacción química: (40 Min.)

- Encender un fosforo.
- Construir una cerca.
- Encender la estufa.
- Afilar la cuchilla de la guadaña.
- Calentar agua.
- Preparar el desayuno
- Preparar un Alka-seltzer para una indigestión.
- Vender un viaje de ganado.
- Jugar en el descanso.
- Quemar una hoja de papel.

Completar la tabla, donde especifiquen en que actividades se pueden percibir efectos, donde se perciba que efectivamente ha variado de un estado inicial a un estado final con respecto al fenómeno de la reacción química. (30 Min.)

Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades. (25 Min.)

Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química. (25 Min.)

Lea atentamente el siguiente texto

Los procesos donde se presentan cambios en la naturaleza de las sustancias (fenómenos químicos) ocurren en el constante desarrollo de las actividades del ser humano, Están presentes en nuestro cuerpo, en la digestión, en el pensamiento, en la visión, en los carros que nos transportan todos los días, en las plantas que están en nuestro medio ambiente, en las industrias, en los electrodomésticos de uso diario, etc. Las reacciones químicas brindan la explicación de cómo ocurren muchos fenómenos en nuestro mundo, las utilizamos con y sin conocimiento, podemos generar grandes beneficios con ellas o grandes catástrofes, dependiendo del conocimiento y manejo que tengamos de ellas.

La reacción química es un fenómeno químico en donde interactúan una o más sustancias, dando como resultado otras sustancias de propiedades diferentes. La transformación se da gracias al cambio en la organización de los átomos que componen las sustancias, de tal manera que se rompen y/o forman nuevos enlaces; los elementos químicos de dichas sustancias no cambian durante la transformación y por lo tanto la cantidad de materia se mantiene constante.

Cambios de las sustancias.

Las sustancias pueden experimentar cambios físicos y cambios químicos.

TIPO DE CAMBIO		EJEMPLO
CAMBIOS FÍSICOS	Son modificaciones que se presentan sin un cambio en la composición de la sustancia.	Los cambios de estado de la materia.
CAMBIOS QUÍMICOS	Se presenta cambios en la composición de las	El carbonato de calcio, se puede descomponer

	sustancias donde se originan sustancias nuevas.	a una temperatura de 1200 °C, en óxido de calcio (cal) y dióxido de carbono.
--	---	--

Los cambios químicos son modificaciones que se pueden observar solo cuando se presenta un cambio en la composición de las sustancias y en la formación de nuevas sustancias. Las propiedades de las nuevas sustancias son diferentes de las sustancias anteriores. En un cambio químico puede producirse un gas, puede haber desprendimiento de calor, puede ocurrir un cambio de color o puede parecer una sustancia insoluble.

Después de realizar la lectura y observar cada una de las actividades expuestas por el docente, complete la siguiente tabla:

ACCIÓN PRESENTADA	¿OCURRE ALGO?	¿QUÉ OCURRE?	¿ES UNA REACCIÓN QUÍMICA?, JUSTIFICA TU RESPUESTA	¿QUÉ TIPO DE CAMBIOS?, JUSTIFICA TU RESPUESTA.
Encender un fosforo.				
Construir una cerca.				
Encender la estufa.				
Afilarse la cuchilla de la guadaña.				
Calentar agua.				
Preparar el desayuno				
Preparar un Alka-seltzer para una indigestión.				
Vender un viaje de ganado.				
Jugar en el descanso.				
Quemar un papel				

ANEXO 2: GUÍA SEGUNDO MOMENTO

Reconstrucción de los fenómenos que ocurren y que se relacionan con los efectos sensibles que pueden percibir los estudiantes por medio de reacciones químicas.

ACTIVIDAD 2. Laboratorio: **¿FENOMENOLOGÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS?**

Intención: Promover en los estudiantes la reconstrucción de la fenomenología presente en cada uno de los efectos sensibles que se pueden percibir en cada una de las reacciones químicas que se presentarán en la actividad experimental.

Objetivos:

- Identificar y caracterizar cuales son los efectos sensibles (o los cambios) que observamos y en los que nos fijamos, para saber si se llevo a cabo una reacción química.
- Identificar las etapas que se llevan a cabo durante el fenómeno de la reacción química.
- Identificar y caracterizar las sustancias que intervienen en el fenómeno de la reacción química.
- Identificar las explicaciones de los estudiantes a cerca del ¿por qué? Se llevan a cabo las reacciones químicas. Y ¿a qué se debe? la variación en la velocidad de la reacción.

Materiales:

Instrumentos: Gradilla, Tubos de ensayo, Espátula, Erlenmeyer, vaso de precipitado, agitador de vidrio, pipeta, pipeteador, pinza para tubo de ensayo, mechero, pitillo, soporte universal, bureta, probeta, cronometro, 5 frascos de vidrio.

Reactivos: Ácido clorhídrico, vinagre (ácido acético), Isodine, sulfito de sodio, hidróxido de calcio, oxido de calcio, sulfato de cobre, cloruro de sodio (sal de cocina), bicarbonato de sodio, nitrato de plata, cobre, zinc, papel aluminio, un clip.

Duración: 240 Min.

Metodología: La experiencia consta de dos sesiones, cada una de 120 min, donde en la primera prepararemos los reactivos (20 Min) y realizaremos las experiencias del HCl y Metales, el NaCl y el AgNO₃, el Vinagre y el Bicarbonato de Sodio. (40 Min)

Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química. (20 Min)

Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades. (20 Min.)

Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química. (20 Min.)

En la segunda sesión realizaremos las experiencias del Iodine y el Na_2SO_3 , el CuSO_4 y el Clip y por último la experiencia de soplar la solución de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con el pitillo. (40 Min.)

Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química. (30 Min.)

Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades. (25 Min.)

Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química. (25 Min.)

Lea atentamente el siguiente texto:

Sustancias químicas.

Son porciones de materia y se caracterizan por su composición definida y constante. Tiene propiedades definidas y constantes bajo una serie de condiciones determinadas. Las sustancias se dividen en elementos y compuestos. Los elementos están formados por la misma clase de átomos, los cuales pueden existir como moléculas con dos o más átomos idénticos o como átomos individuales, es importante resaltar que mediante los métodos químicos ordinarios no es posible descomponer los elementos en sustancias más básicas; por su parte los compuestos están constituidos por sustancias puras que a diferencia de los elementos se pueden descomponer mediante diferentes métodos químicos en dos o más sustancias simples. Se conocen dos tipos de compuestos, los compuestos iónicos los cuales están formados por partículas cargadas o iones y las moléculas las cuales están formadas por dos o más átomos unidos por enlaces

fuertes. Todas las sustancias, elementos y compuestos están conformados por átomos.

La reacción química es un fenómeno químico en donde interactúan una o más sustancias, dando como resultado otras sustancias de propiedades diferentes. La transformación se da gracias al cambio en la organización de los átomos que componen las sustancias, de tal manera que se rompen y/o forman nuevos enlaces; los elementos químicos de dichas sustancias no cambian durante la transformación y por lo tanto la cantidad de materia se mantiene constante

Las reacciones químicas son modificaciones que se pueden observar solo cuando se presenta un cambio en la composición de las nuevas sustancias y se forman nuevas sustancias. Las propiedades de las nuevas sustancias son diferentes de las sustancias anteriores; **En una reacción química** puede producirse un gas, puede haber desprendimiento de calor, puede ocurrir un cambio de color o puede parecer una sustancia insoluble.

Preparación de los reactivos. (30min)

Preparar 400ml de una solución 0,1M de HCl.

Prepara 300ml de una solución 1M de NaCl.

Prepara 100ml de una solución 0,1M de AgNO_3 .

Prepara 100ml de una solución 0,1M de CuSO_4 .

Colocar en una gradilla, 3 tubos de ensayo con 2ml de HCl 0,1M cada uno, agregar al primero un trozo de Cobre, al otro un trozo de Zinc, y al último un trozo de papel de aluminio.

Colocar en una gradilla, 5 tubos de ensayo con 5ml de vinagre cada uno, agregar al primero una cantidad pequeña de Bicarbonato de Sodio e ir aumentando la cantidad de Bicarbonato de Sodio a medida que llegamos al último tubo (tubo 5).

Colocar en una gradilla, 5 tubos de ensayo con 3ml de una solución al 35% de isodine cada uno, agregar al primero una cantidad pequeña de Sulfito de Sodio y agitar, e ir aumentando la cantidad de Sulfito de Sodio a medida que llegamos al último tubo (tubo 5).

Colocar en vaso de precipitado 20ml de CuSO_4 0,1M, agregar el clip y calentar.

Colocar en vaso de precipitado 50ml de una solución de Ca(OH)_2 y con el pitillo soplar la solución.

Después de realizar la lectura y observar cada una de las actividades expuestas por el docente, complete la siguiente tabla:

EXPERIENCIA 1:

TUBO DE ENSAYO	SUSTANCIAS PRESENTES		TIPO DE SUSTANCIA		DESCRIBA QUÉ OCURRE	TIEMPO DE DURACIÓN
	A	B	A	B		
1						
2						
3						
4						
5						

Después de realizar la lectura y observar cada una de las actividades expuestas por el docente, complete la siguiente tabla:

EXPERIENCIA 3:						
TUBO DE ENSAYO	SUSTANCIAS PRESENTES		TIPO DE SUSTANCIA		DESCRIBA QUÉ OCURRE	TIEMPO DE DURACIÓN
	A	B	A	B		
1						
2						
3						
4						
5						

Después de realizar la lectura y observar cada una de las actividades expuestas por el docente, complete la siguiente tabla:

EXPERIENCIA 4:

VASO DE PRECIPITADO	SUSTANCIAS PRESENTES		TIPO DE SUSTANCIA		DESCRIBA QUÉ OCURRE	TIEMPO DE DURACIÓN
	A	B	A	B		
1						

EXPERIENCIA 5:

VASO DE PRECIPITADO	SUSTANCIAS PRESENTES		TIPO DE SUSTANCIA		DESCRIBA QUÉ OCURRE	TIEMPO DE DURACIÓN
	A	B	A	B		
1						

PARA CONCLUIR (SÍNTESIS)

Desde su experiencia con las reacciones químicas y su conocimiento de una explicación a cerca de lo que ocurrió		
EXPERIENCIA		¿POR QUÉ OCURRE LA REACCIÓN QUÍMICA? Y ¿A QUÉ SE DEBE LA VELOCIDAD DE LA MISMA?
1		
2		
3		
4		
5		
6		

ANEXO 3: GUÍA TERCER MOMENTO

Introducción del concepto de afinidad, con relación de la velocidad de reacción de un conjunto de efectos que puedan percibir los estudiantes por medio de situaciones de la vida diaria.

ACTIVIDAD 1. Laboratorio: Reacción del ácido clorhídrico con metales (Fe, Al Zn, Cu, Pb, Mg).

Intención: Vincular a los estudiantes en la construcción de explicaciones acerca de por qué se llevan a cabo las reacciones químicas por medio del concepto de afinidad, ampliación de la experiencia de los estudiantes en actividades relacionadas con las reacciones químicas, caractericen, clasifiquen, ordenen y expliquen los fenómenos como efervescencia, cambio de color, cambio en la temperatura y aparición de nuevas sustancias, comprendiendo los fenómenos y construyendo explicaciones acerca de ellos en relación con la afinidad química.

Objetivos:

- Explorar y describir los fenómenos que sufren las sustancias en la reacción química.
- Clasificar los fenómenos que sufre cada una de las reacciones.
- Medición de los fenómenos con un patrón común que permita construir relaciones explicativas.
- Relacionar las medidas con atributos tales como afinidad, reactividad, velocidad de la reacción, calor de la reacción.
- Promover explicaciones o ideas de cómo y por qué sucede cada fenómeno.
-

Materiales:

Instrumentos: Gradilla, Tubos de ensayo, Espátula, Erlenmeyer, vaso de precipitado, agitador de vidrio, pipeta, pipeteador, pinza para tubo de ensayo, mechero, pitillo, soporte universal, bureta, probeta, cronometro, 5 frascos de vidrio.

Reactivos: Ácido clorhídrico, puntilla de hierro, cobre, zinc, papel aluminio, plomo, magnesio, un clip.

Duración: 120 Min.

Metodología: La experiencia consta de una sesión, de 120 min, donde en la primera prepararemos los reactivos (20 Min) y realizaremos las experiencias del

ácido clorhídrico, ácido muriático, vinagre, zumo de limón, agua y Metales (Fe, Al, Cu, Zn, Pb).

Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química. (20 Min)

Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades. (20 Min.)

Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química. (20 Min.)

Lea atentamente el siguiente texto:

AFINIDAD COMO UNA CUALIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUE DA CUENTA DE LOS CAMBIOS QUE SUFREN LAS MISMAS EN UNA REACCIÓN QUÍMICA

Resulta importante para el desarrollo de la propuesta la comprensión y la producción de explicaciones sobre la transformación de las sustancias y su actividad química, ¿el por qué una sustancia reacciona con otra y en cambio con otras no?, ¿a qué se debe que se comporten así y no de otro modo? Es necesario tener en cuenta que el término de afinidad no ha conservado la misma connotación en todas las épocas, las significaciones han cambiado pero el término se conserva.

Para empezar el recorrido de la idea de afinidad en química hay que tener en cuenta que en el siglo XVII, la química se piensa más o se acerca más a una “filosofía natural” o ciencia y es valorada socialmente como una profesión, que intenta explicar los fenómenos que presentan y sufren las sustancias, usando como herramienta la adecuación de las teorías a la experimentación y ya no se ve solo como una artesanía; la afinidad se enmarca en esta orientación experimentalista de las teorías químicas de la época (Estany e Izquierdo, 1990), alejándose de las ideas de la alquimia y el renacimiento, puesto que en este siglo se explicaba conforme a la teoría del “Amor y el odio” de Barchusen, la afinidad es la causa de la interacción entre los materiales que está presente en ellos mismos, una visión antropomórfica de la naturaleza y que posteriormente pasa a ser entendida como producto de atracciones mecánicas propuestas por Newton,

Boyle, que sugieren que todos los cuerpos están formados por partículas iguales y que existen fuerzas de atracción entre estas mismas (Estany e Izquierdo)

Dice Boyle al respecto: “Los cuerpos están formados por partículas en forma de racimos, no muy estrechamente unidos, pero pueden encontrarse en contacto con corpúsculos de otra materia que estén dispuestos a unirse más estrechamente de lo que estaban antes”. Boyle estableció que las cantidades de un cuerpo capaces de llegar a combinarse con otro dependen del grado de simpatía o atracción (Vilaveces, Cubillos y Andrade, 1983); su filosofía corpuscular va íntimamente ligada a su concepción mecánica de las reacciones químicas. Newton por su parte, con un modelo semejante al de Boyle intentó descubrir el principio del cambio químico en la interacción de las partículas materiales, proponiendo la existencia de fuerzas tanto atractivas como repulsivas responsables de los cambios de las sustancias (Estany e Izquierdo et al, 1990).

Química newtoniana importancia y dinámica de la afinidad en la mecánica química

El éxito de las teorías de Newton en el campo de la física era innegable por lo tanto se reconsideró la posibilidad de aplicarlas a la química, Newton introdujo una visión mecanicista para la química, la idea de sistema de masas atraídas mutuamente unas por otras constituye una innovación radical en astronomía y para la química debido a que su hipótesis de la mecánica celeste provoca una transformación en la noción de la reacción química que se explica a partir de una fuerza newtoniana que implica que los cuerpos en sí son inertes desprovistos de cualquier propiedad específica, dependiendo de las relaciones de los cuerpos que se atraían y se repelían a pequeña distancia se podía explicar el enlace químico y la reacción durante la formación de los mismos, asociando la propiedad que hacía que dos sustancias tendieran a combinarse con su afinidad y la idea de atracción química (Stengers, 1991).

Los químicos del siglo XVIII, bien bajo el paradigma newtoniano o bien con el objetivo de sistematizar todo el conocimiento químico existente para darle un enfoque más cuantitativo, empezaron a construir las primeras tablas para medir las diferencias de reactividad de los cuerpos

Al continuar con conceptos relacionados o que evocan la afinidad química encontramos el abandono de la visión cualitativa de los fenómenos químicos y se genera una necesidad de la medición de estos mismos, la aceptación de las ideas de Descartes y su método Hipotético-deductivo (empirismo) respecto a la cantidad de materia y a las fuerzas (Sandoval et al, 2011). Se empezó por compararlas por medio de las tablas de afinidad, diversos autores del siglo XVIII trataron de

que las otras que la que soltaban su presa tras su acercamiento. Y he creído que se podría deducir de estas observaciones la proposición siguiente, que es muy amplia, aunque no pueda darla como general, no habiendo podido examinar todas combinaciones posibles para asegurarme si se encontrará algo en contra.

La primera línea de esta tabla comprende diferentes sustancias que se emplean en química. Debajo de cada una de estas sustancias se han ordenado por columnas diferentes materias comparadas con la primera en orden de su afinidad (rapport) con esta primera sustancia; de modo que la que se encuentra más próxima es la que tiene más afinidad, o aquella que ninguna de las sustancias que se encuentran debajo podrían separar; pero que las separa a todas, cuando se encuentran unidas y las descarta para unirse a ella.

PARA CONCLUIR (síntesis)

Ordene los metales de mayor a menor grado de afinidad en las diferentes sustancias donde estuvieron expuestas. (Teniendo en cuenta los efectos observados)

AGUA	VINAGRE	ZUMO DE LIMÓN	ÁCIDO MURIÁTICO	ÁCIDO CLORHÍDRICO

Responda la siguiente pregunta, ¿Cómo asocia los resultados obtenidos con la idea de afinidad química?

ANEXO 4: GUÍA CUARTO MOMENTO

Construcción de interpretaciones de los estudiantes acerca de la variación de la afinidad de unos metales con respecto a la variación de la concentración de ácido, por medio de actividades de laboratorio.

ACTIVIDAD 1. Laboratorio: Reacción del ácido clorhídrico a diferentes concentraciones con metales (Al, Zn).

Intención: Vincular a los estudiantes en la construcción de explicaciones acerca de cómo la variación de la concentración del ácido, tiene efecto en la fenomenología y en la afinidad de las reacciones químicas.

Objetivos:

- Explorar y describir los fenómenos que sufren las sustancias en la reacción química.
- Clasificar los fenómenos que sufre cada una de las reacciones.
- Promover explicaciones o ideas de cómo y por qué sucede cada fenómeno.
- Relacionar las medidas con atributos tales como afinidad, reactividad, velocidad de la reacción, calor de la reacción.
- Evidenciar, describir, caracterizar, clasificar y suscitar explicaciones acerca de cómo la variación en las condiciones tiene un efecto en los fenómenos y en la afinidad de las reacciones químicas.

Materiales:

Instrumentos: Gradilla, Tubos de ensayo, Espátula, Erlenmeyer, vaso de precipitado, agitador de vidrio, pipeta, pipeteador, pinza para tubo de ensayo, soporte universal, probeta, cronometro.

Reactivos: Ácido clorhídrico, zinc, papel aluminio.

Duración: 120 Min.

Metodología: La experiencia consta de una sesión, de 120 min, donde en la primera prepararemos los reactivos (20 Min) y realizaremos las experiencias del HCl a diferentes concentraciones y Metales (Zn, Al).

Preparación de los reactivos. (20min)

Colocar en una gradilla, 5 tubos de ensayo con 2ml de HCl a diferentes concentraciones cada uno, agregar a cada tubo un trozo de Zinc.

Colocar en una gradilla, 5 tubos de ensayo con 2ml de HCl a diferentes concentraciones cada uno, agregar a cada tubo un trozo de papel aluminio.

Completar la tabla debajo de cada experiencia, donde especifiquen los tipos de sustancias que entran en contacto, los fenómenos percibidos y las etapas de la misma en que se pueden percibir efectos, con respecto al fenómeno de la reacción química. (20 Min)

Hacer grupos de tres personas, comparando los resultados de cada uno y sacando las ideas afines y las ideas en las cuales no concordaron con respecto a la percepción de los efectos de las actividades. (20 Min.)

Realizar una retroalimentación con las dudas presentadas por los estudiantes con respecto a la percepción de los efectos que muestra una reacción química. (20 Min.)

Lea atentamente el siguiente texto:

AFINIDADES ELECTIVAS

En 1775 T. Bergman propone una tabla de afinidades muy completa, en ella **se tienen en cuenta las condiciones en las que se llevan a cabo la interacción de los cuerpos**, afinidad por vía húmeda o por vía seca, **puesto que pueden influir en el resultado final**, al tener en cuenta estas condiciones estas interacciones podrían ser reproducibles y se intenta cuantificar las afinidades y establecer relaciones de masas entre las sustancias que intervienen en la reacción (Bergman, 1788); pero poco después aparecen tablas más completas que agrupan sistemáticamente las masas de reacción de sustancias de una misma familia (ácidos con bases, ácidos con metales...) y se empieza a descubrir algunas regularidades que serán interpretadas en la teoría atómica y no en la de afinidad por que manifiesta explicaciones experimentales cualitativas y no unas cuantitativas, exactas y reproducibles estrictamente.

AFINIDAD Y ATRACCIÓN C. L. BERTHOLLET

En 1801 en la edición de los Elementos Químicos de Murray **la afinidad fue descrita como una de aquellas fuerzas atractivas sugeridas por los cuestionamientos de la óptica de Newton**, pero las leyes que gobiernan la atracción química se diferencia claramente de estas ya que las circunstancias que

las modifican existen, así algunos filósofos de la época creyeron que la atracción de agregación y de combinación de las sustancias fuera la misma que la atracción de gravitación puesto que no conocían la complejidad de los fenómenos químicos.

Berthollet tenía un pensamiento más avanzado y sofisticado para el tiempo **en que la combinación de sustancias se consideraba desde la mecánica Newtoniana**, distinguía el producto químico de las leyes mecánicas e insistía en la **importancia de las afinidades electivas**, propuso en 1791 que la atracción de adherencia y la atracción de composición como un producto química. En 1801 anuncio la teoría de la afinidad química y estableció firmemente que sirve como base para explicar todas los interrogantes de la química y además contiene todos los principios acerca de los fenómenos químicos en cada una de la variedad de las posibles circunstancias de modo que se pueden demostrar por medio de la observación y además estos fenómenos muestran los efectos que aquella afinidad presenta y que es atribuida a los mismos cuerpos.

En las anteriores teorías de afinidad en particular la de Bergman que considera un orden fijo de las reacciones químicas y la afinidad se determina según este orden; **para Berthollet la afinidad no actúa como una fuerza que determina la reacción química, por que las concentraciones de los reactantes tambien influyen, además hay otros factores que modifican la afinidad como lo son la insolubilidad, la cohesión, la cristalización y la elasticidad de los gases y se deben tener en cuenta.**

Después de realizar la lectura y observar cada una de las actividades expuestas por el docente, complete la siguiente tabla: Describiendo lo ocurrido y teniendo en cuenta la velocidad de reacción.

METAL	ACIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t
Zn								
Al	ACIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t
Zn	ACIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t
Al	ACIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t	ÁCIDO	t

PARA CONCLUIR (síntesis)

Ordene las concentraciones del ácido de mayor a menor grado de afinidad con respecto al metal (Teniendo en cuenta los efectos observados y la velocidad de reacción).

ÁCIDO	Zn	Al

Responda la siguiente pregunta, ¿Cómo asocia los resultados obtenidos al variar la concentración del ácido y el mismo metal con la idea de afinidad química y velocidad de reacción?