



LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO
MACROSCÓPICO DE SUSTANCIA

KELLY JOHANA RIVAS MURILLO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
LIC. EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS NATURALES
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI

2017

LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO
MACROSCÓPICO DE SUSTANCIA

KELLY JOHANA RIVAS MURILLO

Directora de Trabajo de Grado

MIYERDADY MARÍN

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
LIC. EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS NATURALES
Y EDUCACIÓN AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI

2017

Contenido

	Pág
Resumen.....	7
Introducción	8
Capítulo 1.....	10
ABORDAJES INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.1 Problema de investigación.	10
1.2 Justificación.....	13
Capítulo 2.....	15
ANTECEDENTES	15
2.1 La enseñanza experimental de la química en la educación básica	15
2.2 Los aportes de la historia de la química a la enseñanza del concepto de sustancia.....	17
2.3 Sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de sustancia	18
Capítulo 3.....	21
MARCOS TEÓRICOS DE REFERENCIA	21
3.1 Marco pedagógico.....	21
3.2 Macro conceptual.....	28
Capítulo 4	35
4.1 Objetivos general y específicos.....	35
Objetivo general.	35
Objetivos específicos.....	35
4.2 Aspectos metodológicos.....	35
Capítulo 5.....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
Capítulo 6.....	95
CONCLUSIONES	95
Bibliografía	97
Anexos	101

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Niveles de representación en la química	24
Figura 2. Electrólisis del agua.....	49
Figura 3. Imágenes de la construcción del montaje para la actividad de la electrólisis	51
Figura 4 . Esquema conceptual propuesto en la segunda tareade la actividad 1	59
Figura 5. Tercera tarea de la actividad 2.....	62
Figura 6. Fotografía de la práctica experimental 6	69
Figura 7. Fotografía de la descomposición del peroxido de hidrogeno	71
Figura 8 . Dibujos realizado por los estudiantes	75
Figura 9. Fotografía de la práctica experimental 9	81
Figura 10. Fotografía de la práctica experimental 11	87
Figura 11. Fotografía del montaje y meteriales de la práctica experimental 12	88
Figura 12. Fotografía de la práctica experimental 12	93

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Dificultades en el entendimiento de los estudiantes sobre el concepto macroscopico de sustancia.....	34
Tabla 2. Interrogante 2 – cuestionario 1	41
Tabla 3. Interrogante 3 – cuestionario 1	41
Tabla 4. Interrogante 5 – cuestionario 1	42
Tabla 5. Diseño de la secuencia de las actividades propuestas.....	55
Tabla 6. Respuestas de los estudiantes respecto a la relacion de subordinacion entre los conceptos	58
Tabla 7. Respuestas de los estudiantes respecto a la relacion de entre los conceptos	59
Tabla 8. Tendencia de las respuestas fase 2.....	62
Tabla 9. Respuestas de los estudiantes en la tercera tarea en la actividad 2.....	62
Tabla 10. Semejanzas del agua y del agua oxigenada	66
Tabla 11. Respuestas de los estudiantes sobre las preguntas de la situacion problemática 1.....	68
Tabla 12. Interrogante 2 – actividad experimental 8	73
Tabla 13. Interrogante 3 – actividad experimental 8	74
Tabla 14. Interrogante 4 – actividad experimental 8	74
Tabla 15. Interrogante 5 – actividad experimental 8	75
Tabla 16. Interrogante 1 – actividad experimental 9	78
Tabla 17. Interrogante 2 – actividad experimental 9	78
Tabla 18. Interrogante 3 – actividad experimental 9	78
Tabla 19. Interrogante 4 – actividad experimental 9	79
Tabla 20. Interrogante 5 – actividad experimental 9	80
Tabla 21. Interrogante 6 – actividad experimental 9	80
Tabla 22. Interrogante 1 – actividad experimental 10	81
Tabla 23. Interrogante 2 – actividad experimental 10	82
Tabla 24. Interrogante 3 – actividad experimental 10	83

Tabla 25. Interrogante 4 – actividad experimental 10	83
Tabla 26. Interrogante 5 – actividad experimental 10	84
Tabla 27. Interrogante 3 – actividad experimental 12	90
Tabla 28. Interrogante 4 – actividad experimental 12	90
Tabla 29. Interrogante 5 – actividad experimental 12	91
Tabla 30. Interrogante 6 – actividad experimental 12	92

Resumen

La presente propuesta, consiste principalmente fortalecer los procesos educativos en estudiantes del grado 10 del Liceo Juvenil el Rodeo mediante el desarrollo de las actividades experimentales con énfasis el aprendizaje del concepto de sustancia. Parte fundamental de ese propósito consiste en indagar sobre los conocimientos y experiencias que presentan los estudiantes acerca de la enseñanza de las ciencias naturales por medio de las actividades experimentales.

La propuesta de investigación propone mediante el diseño e implementación de actividades experimentales de aprendizaje, se fomenten las competencias de aprendizaje del concepto de sustancia en los estudiantes.

Por lo cual, dicha propuesta se enmarco dentro del paradigma de la metodología cualitativa y cuantitativa. De donde resulta que el diseño y la implementación de las actividades experimentales sobre el concepto de sustancia ofrece a los estudiantes mayor comprensión, capacidad de distinción, así como un conocimiento más claro de los conceptos estudiados.

Palabras Claves: la enseñanza de la química, concepto macroscópico de sustancia, actividades experimentales, enseñanza y aprendizaje del concepto macroscópico de sustancia.

Introducción

La presente investigación centra su propuesta en fortalecer los procesos educativos en estudiantes del grado 10 del Liceo Juvenil el Rodeo, mediante el desarrollo de actividades experimentales con énfasis en el aprendizaje del concepto macroscópico de sustancia. Establecer competencias científicas en los estudiantes es uno de los mayores desafíos que tienen hoy en día los profesores de la rama de las ciencias naturales, por tal motivo se plantea en el presente trabajo como estrategia didáctica, la implementación y aplicación de actividades experimentales en el salón de clase, con el fin de conocer y dinamizar el aprendizaje.

Diferentes investigaciones han mostrado que una dificultad que se presenta con frecuencia en la comprensión por parte de los estudiantes refiere a la estructura y propiedades de la materia, es decir, la diferenciación entre los conceptos de mezcla y sustancia pura. Esta confusión suele ser más frecuente cuando la sustancia pura es un compuesto químico (Benarroch, 2010). Es decir, los estudiantes desconocen cuando un material es una mezcla de sustancias simples de cuando es una única sustancia compuesta por elementos.

Este problema de aprendizaje deduce que los estudiantes no son capaces de conceptualizar la sustancia como un sistema submicroscópico formado por partículas iguales (átomos, moléculas o iones). Por lo general, reducen el concepto de sustancia al de sustancia simple, es decir un cuerpo formado por el mismo tipo de átomos (Furió, Domínguez, & Guisasaola, 2012).

Furió & Domínguez, (2007) establecen que, el estudiante no comprende la definición del concepto de sustancia y por tanto lo confunde con otros conceptos más generales como material o producto mezclado y esto se debe a su experiencia cotidiana, ya que se utiliza indistintamente como sinónimo de los términos materia, producto, materiales, objetos, etc.

Otra dificultad es la falta de comprensión para diferenciar el cambio físico del químico es decir que no tienen criterios para inferir si un proceso ha cambiado o no la sustancia, desde una explicación macroscópica (Furió & Domínguez, 2007).

Lo anterior evidencia la falta de comprensión en el aprendizaje del concepto de sustancia tanto desde el punto de vista microscópico como macroscópico y los factores a los que se debe son múltiples, estos le están proporcionando a los estudiantes una definición operacional de dicho concepto.

Es importante señalar que dentro de la enseñanza de las ciencias naturales en ciertas ocasiones se ha establecido una imagen negativa por parte de los estudiantes; que lejos de cumplir con la premisa de incentivar una actitud científica y desarrollar la capacidad investigativa, los lleva a considerarlas como disciplinas monótonas, especialmente, cuando no logran comprender los conceptos, teorías y principios fundamentales. Por lo tanto, en la investigación se plantean una serie de actividades experimentales que influyen en el aprendizaje del concepto macroscópico de sustancia involucrando la participación activa de los estudiantes, a través de una metodología que conllevan a la mejor comprensión del tema.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación se divide en cinco capítulos, previo a ellos se desarrolla un resumen donde se encuentra los aspectos generales del presente trabajo; posterior a ello, se encuentra la introducción donde se busca dar una apertura al problema de investigación, continuando con el capítulo uno donde se abordan los aspectos iniciales de la investigación como el planteamiento del problema, la formulación del problema y la justificación; el segundo capítulo se presentan los antecedentes; el tercer capítulo desarrolla el marco conceptual pedagógico y el conceptual; el cuarto capítulo se aborda los objetivos y la metodología de investigación; el quinto capítulo establece los resultados de la investigación; y el capítulo final del trabajo (capítulo 6) lo componen las conclusiones obtenidas durante el desarrollo de la investigación.

Capítulo 1

ABORDAJES INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

Diferentes autores (Furió, 1996; Gil, Carrascosa y Martínez-Terrades, 1999; Izquierdo, 2000; Sanmartí, 2002. García, 2003) han revelado que una de las principales dificultades que se presentan en la enseñanza de la química, y que tiene una relación directa con los bajos rendimientos académicos de los estudiantes en esta disciplina, son el modelo tradicional transmisionista, algorítmico y absolutista, que se ha caracterizado por la falta de conexión de la química con la vida cotidiana de los estudiantes, las cuestiones y necesidades de la sociedad (Cutrera & Stipcich, 2012); otorgarle más importancia a los conceptos y explicaciones basadas en átomos y moléculas; énfasis en las fórmulas y ecuaciones, símbolos que no tienen sentido para el estudiante y su conocimiento vivencial (Casado & Raviolo, 2005); la enorme cantidad de conceptos teóricos y modelos que no llevan asociado el correspondiente conocimiento experiencial que puede ser interpretado a partir de ellos (Talanquer, 2011); la ausencia de la experimentación y el división entre la teoría y la práctica experimental. Por lo que, genera en los estudiantes apatía por los conceptos y, por ende, los consideran triviales en su proceso de aprendizaje y gran división entre los fenómenos que ven o experimentan y los modelos o teorías que son utilizados para describirlos o explicarlos (Talanquer, 2011).

Este modelo de enseñanza tradicional de la química ha generado consecuencias de diversa índole, entre ellas, en el aprendizaje de los estudiantes; una valoración muchas veces negativa sobre la disciplina académica, en cuanto se percibe como difícil, aburrida, abstracta y de poca relevancia, también apatía por aprender conocimientos de química, y gran división entre los fenómenos que ven o experimentan y los modelos o teorías que son utilizados para describirlos o explicarlos.

Por esta razón, las investigaciones actuales proponen tener en cuenta para la construcción de propuestas de enseñanza de tópicos específicos consideraciones tales como: una enseñanza de las ciencias que se fundamente en una construcción histórica, que adquiera importancia en el sentido en el que se incorpore aspectos como el origen y la evolución de los conceptos científicos

en el diseño de unidades didácticas. Lo anterior, con la intención de dimensionar el carácter problematizador de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y promover aprendizaje de conocimientos y actitudes científicas en los estudiantes.

Así mismo, el uso del trabajo práctico al que se recurre fundamentalmente con la experimentación en química (Chamizo J. , 2009). Esto se debe a que en su aplicación se obtiene dos resultados interesantes. Por un lado, los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias permiten que los alumnos relacionen el complejo mundo real de la actualidad, con los conceptos construidos a lo largo de la historia. Por el otro, ha permitido cuestionar y reconsiderar la arbitraria distinción que se hace entre las teorías y las prácticas de laboratorio, como algo diferente y aislado en la enseñanza de las ciencias.

También se propone al maestro identificar lo más importante y representativo de la disciplina a enseñar, es decir, seleccionar el contenido relevante como, por ejemplo, identificar los conceptos fundamentales y estructurales de la química. En este sentido, diversos autores han identificado como uno de los conceptos básicos el concepto de sustancia.

Sin embargo, pese a dichas orientaciones derivadas de los aportes investigativos en la enseñanza de las ciencias, aún se encuentran grandes distancias entre la teoría educativa generada y las prácticas educativas del docente en el aula de química. En este sentido, se reconocen como asuntos por atender dos problemáticas relacionadas con el *qué* enseñar y el *cómo* enseñar química. Respecto al *qué* enseñar, se ha evidenciado a partir de las experiencias y acercamientos a instituciones de la ciudad de Cali durante la práctica docente, que el docente no prioriza los contenidos de aprendizaje, sus propuestas curriculares están saturadas de temáticas sin vínculo alguno, que en muchas ocasiones sus selecciones son injustificadas y que difícilmente se logran abordar en clase para los tiempos limitados de la asignatura que se adjudican en el horario escolar. Sobre *cómo* enseñar química, se encuentra que el docente basa su actuación en la exposición de contenidos, algunos ejercicios, consultas y una escasa o nula presencia de actividades experimentales en sus clases. Prioriza el contenido teórico que se presenta como definiciones con algunos ejemplos.

Es el caso de la enseñanza del concepto de sustancia, cuando se realiza una revisión del plan de aula de química se encuentra que dicho concepto no ha sido seleccionado ni se considera

como estructurante de la disciplina, este presenta vinculado en el contenido de “clasificación de la materia”, en el que se diferencia entre mezcla y sustancias. Su enseñanza se traduce a la definición corta basada en una explicación desde el nivel submicroscópico de la materia, utilizando expresiones como “están compuestas por átomos y moléculas”. Sumado a ello, la ausencia de actividades experimentales que permitan acercar al estudiante al estudio de las sustancias de una manera más vivencial y experiencial.

En relación al aprendizaje del concepto de sustancia, estudios previos han identificado en los estudiantes dificultades para su comprensión, siendo algunas de las concepciones que deben ser consideradas entre ellas las expuestas por Furió, Domínguez & Guisasola (2012): el estudiante no utiliza la definición macroscópica de sustancia; la falta de criterios macroscópicos para inferir si en un proceso se han dado cambios físicos o químicos; no son capaces de conceptualizar la sustancia como un sistema submicroscópico formado por partículas iguales (átomos, moléculas o iones), por lo que reducen el concepto de sustancia, sólo como simple, desconociendo las sustancias compuestas.

Derivado de lo anterior, resulta una necesidad educativa por aportar a la enseñanza de contenidos específicos de la química de una manera alternativa a las propuestas basadas en la enseñanza tradicional. Para ello, se ha generado como interés investigativo plantear propuestas de enseñanza del concepto de sustancia que involucre su estudio desde el nivel macroscópico a partir de sus propiedades específicas, involucrando actividades de tipo experimental que presente al estudiante referentes prácticos, en donde puedan intervenir directamente con fenómenos cercanos a la vida cotidiana. Por lo cual, se genera el siguiente interrogante *¿Cómo elaborar una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia que involucre el uso de actividades experimentales y que promueva el cambio de las concepciones en los estudiantes de educación media?*

1.2 Justificación

Es importante iniciar mencionando que la Química “estudia la composición, estructura y propiedades de las sustancias y las reacciones por las cuales una sustancia se convierte en otra” (Raviolo, Garritz, 2011). Esto teniendo en cuenta que siempre ha surgido ese interés por saber cuál es la causa de la aparición y desaparición de las sustancias y de la misma forma, cómo se genera. En este sentido, el concepto de sustancia es fundamental porque permite reconocer e identificar el campo de estudio de la Química, además es la base para aprender otros conceptos más abstractos como cambio químico, elemento, compuesto, mezcla, etc. (Vázquez, 2005).

Desde lo didáctico, la investigación por un lado ha evidenciado dificultades conceptuales y de motivación por parte de los estudiantes y con las cuales se enfrentan los profesores al enseñar Química. Aprender un campo de conocimiento es comprender, cuales son los problemas que resuelven, cuales son las preguntas y cómo se construyen las respuestas. La química se considera una disciplina compleja en los procesos de enseñanza y aprendizaje ya que contiene muchos conceptos muy relacionados entre sí. Además, su comprensión conceptual requiere que el alumno relacione varios modos de representar a la materia (niveles macroscópico, microscópico y simbólico) y a sus interacciones (Jhonstone, 2000).

También resulta imprescindible involucrar en la enseñanza de la química el carácter experimental de dicha disciplina, ésta se caracteriza por ser una ciencia básica, aplicada, teórica y experimental. En este sentido, “el educador debe mantener permanentemente un diálogo y una comunicación con sus alumnos, lo que contribuye no sólo a que los conozca mejor, sino a obtener la información que requieren para hacer del aula y del laboratorio un lugar de desenvolvimiento pleno para todos” (Rugarcía, 2000, citado por (Obaya Valdia, 2005).

Respecto a la enseñanza del concepto sustancia, este es considerado fundamental porque permite reconocer e identificar el campo de estudio de la Química y porque es la base de otros conceptos como elemento, compuesto, mezcla, cambio químico (Sosa, 1999 & 2004; Spencer, 2000), citados por (Guzmán Vázquez, Méndez Vargas, Romero Domínguez, & Sosa Fernández, 2005). Igualmente, es importante su enseñanza porque les permite a los estudiantes su distinción y empleo de manera segura y provechosa en la vida cotidiana.

Además, la enseñanza del concepto de sustancia debe tener en cuenta inicialmente una aproximación desde el nivel macroscópico, el cual ha sido desatendido en la educación básica y media, a partir de estrategias didácticas que permitan clarificar el concepto mediante sus propiedades características, el abordaje desde situaciones cotidianas, planteamiento de preguntas problema que tengan su resolución desde los aportes teóricos y experimentales, utilizando casos específicos en la química como es el estudio de la composición química del agua, para derivar su naturaleza sustancial y no de mezcla de elementos como lo podrían concebir los estudiantes de manera intuitiva.

Capítulo 2

ANTECEDENTES

En cuanto a los antecedentes, se hace énfasis en una serie de estudios que tiene relación directa con el objeto de la investigación, se han organizado en tres apartados: la enseñanza experimental de la química en la educación básica (2.1); los aportes de la historia de la química a la enseñanza del concepto de sustancia (2.2); sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de sustancia (2.3). Finalmente se presentan los aportes derivados de dichos estudios a la actual investigación.

2.1 La enseñanza experimental de la química en la educación básica

Mejía, M. (2014) en su estudio “Implementación de actividades experimentales usando materiales de fácil obtención como estrategia didáctica en la enseñanza aprendizaje de la química en la básica secundaria” propone la enseñanza de la química, a través de estrategias didácticas e innovadoras como el uso de las prácticas experimentales y de materiales de bajo costo. Estas actividades promueven el desarrollo de competencias científicas básicas y el aprender los conceptos de las ciencias. La implementación y el desarrollo de actividades experimentales en el aula de clase, es una forma de motivar y dinamizar la enseñanza de la química, porque permite que los jóvenes relacionen los conceptos básicos de esta disciplina con sucesos de la vida cotidiana.

La investigación se enmarcó dentro del paradigma de la metodología cualitativa y semicuantitativa. Como hallazgos centrales del estudio se establece que la mejor estrategia de enseñanza de la química es aquella que parte del reconocimiento de las limitaciones y alcances de la propia práctica docente y de la consideración, en todo momento, de las ideas previas, las expectativas, necesidades e intereses de los estudiantes. Así como la inclusión de este tipo de estrategias de enseñanza favorece las interacciones entre los estudiantes, entre los profesores y entre ambos, con lo cual se propicia la construcción social del conocimiento científico.

Se concluye que el uso de actividades experimentales, desarrolló el ingenio, la creatividad y la imaginación, propició la investigación, desencadenó inquietudes y una actitud positiva de los estudiantes hacia la química, lo que redundó en un buen desarrollo de los aprendizajes y la

construcción del conocimiento científico y permitió comprender mejor el mundo que los rodea y vincular la teoría con los experimentos realizados en el laboratorio.

Marín, M. (2010) en el estudio “El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas”, presenta la enseñanza de la química en contexto de resolución de situaciones problemáticas experimentales, estableciendo orientaciones para una forma de trabajo que permita aproximar el carácter teórico-experimental de las ciencias, de manera que promueva el aprendizaje de los conceptos, procedimientos y actitudes positivas hacia la química como disciplina de enseñanza.

En ese propósito la investigación determina que el trabajo experimental en las prácticas de laboratorio implica el estudio de casos particulares de fenómenos naturales que involucre tanto la familiarización perceptiva de los fenómenos, la obtención de resultados y la contrastación entre los resultados empíricos y teóricos, en cuanto al diseño procedimental, realización de montajes, mediciones, formulación predicciones e hipótesis, búsqueda de singularidades, regularidades y generalidades en el comportamiento físico y químico de los fenómenos y elaboración de explicaciones basados en el conocimiento científico.

Por ende la adecuada planificación de las prácticas de laboratorio debe comprender tres momentos el pre trabajo experimental (el antes), el trabajo experimental (durante) y el post-trabajo experimental (después). El mismo requiere de una disposición de tiempo suficiente que permita que los estudiantes puedan adquirir habilidades experimentales que favorezca la actuación con mayor confianza y eficiencia (Marin, 2010).

La investigación determina necesaria, la disposición en diversidad de prácticas de laboratorio escolares (experiencias, actividades atóricas, experimentos didácticos, pequeñas investigaciones) que promuevan en los estudiantes aprendizajes significativos diversos de acuerdo a los propósitos didácticos que se quieren alcanzar. La utilización didáctica de algunas experiencias o experimentos derivados de la historia en el proceso constructivo del concepto pueden ser útiles al ser analizados y discutidos con los estudiantes.

Al participar en la búsqueda de soluciones o explicaciones a problemas vinculados con el fenómeno de la combustión les permite a los estudiantes adoptar actitudes más responsables hacia el medio socio-natural, al igual que, ser partícipes en el estudio, análisis y búsqueda de explicaciones a sucesos propios de la realidad actual. Los aportes de la historia y epistemología del proceso constructivo del concepto en la ciencia en cuanto a que de su análisis sugieren implicaciones didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (Marin, 2010).

En este sentido, se derivan elementos teóricos y metodológicos de la construcción del conocimiento científico útiles para la planificación de la enseñanza al proveer de los problemas que dieron origen a los conceptos, la identificación de los obstáculos epistemológicos, la metodología investigativa que se planteó para dar soluciones teórico-prácticos que permitieron superarlos.

2.2 Los aportes de la historia de la química a la enseñanza del concepto de sustancia

Furió & Domínguez (2007) realizan una investigación titulada “Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico”. Como objetivo central de la investigación se propone realizar un análisis histórico sobre los problemas que tuvo que resolver la ciencia hasta llegar a la construcción de los conceptos macroscópicos de sustancia y compuesto químico en el contexto de la teoría daltoniana. La investigación hace énfasis acerca de las concepciones alternativas que centran la atención en el análisis de cómo aprende y progresa el estudiante para elaborar hipótesis de progresión en cada dominio específico. La metodología de la investigación se realiza un estudio transversal con alumnos de 15 a 18 años, lo que permite evaluar el significado que otorgan a la idea de sustancia, al tiempo que se constata la necesidad de su comprensión para poder entender los cambios químicos. En la fase final del estudio, se plantea la existencia de ciertas semejanzas entre las ideas sobre la composición de la materia que ofrecen modelos históricos anteriores a la teoría daltoniana y la visión actual de los estudiantes.

Como hallazgos centrales del trabajo, se resaltan las dificultades mostradas en, aproximadamente, la mitad de los estudiantes encuestados, que consiste en no saber distinguir un proceso físico de un cambio químico. Se considera que se puede producir una relación fructífera entre la psicología del aprendizaje y la epistemología de la ciencia, no sólo para idear estrategias didácticas, sino también para secuenciar contenidos y actividades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La implicación didáctica que esto conlleva es que los conceptos de sustancia (y reacción química) han de introducirse y relacionarse primeramente desde el punto de vista macroscópico para que los estudiantes se apropien de referentes empíricos. Como conclusión general de la investigación se establece que una vez asimiladas las correspondientes definiciones operacionales, la enseñanza ha de ayudar a que los estudiantes puedan emitir hipótesis atómicas que expliquen microscópicamente el comportamiento químico (macroscópico) de las sustancias.

2.3 Sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de sustancia

Furió, C., Domínguez, M., & Guisasola, J. (2012). Afirman en su estudio “Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico” que una proporción significativa de estudiantes tiene dificultades para comprender el concepto de sustancia y relacionarlo con el modelo atómico.

Concretamente, conceptualizan macroscópicamente la sustancia como un material no mezclado con un conjunto de propiedades específicas constantes e invariables, lo que les ayuda a diferenciar entre mezcla y compuesto a nivel macroscópico (Furió, Domínguez, & Guisasola, 2012). Por otra parte, en el nivel de representación atómica, la secuencia de enseñanza permite que los estudiantes reconozcan una sustancia como un tipo de material que posee el mismo tipo de partículas a diferencia de la mezcla, que las tiene diferentes y en proporciones variables.

De la misma forma, se llega a reconocer, a nivel macroscópico y microscópico, los conceptos de sustancia simple y compuesta, llegando a comprender el concepto de elemento como un conjunto de átomos idénticos.

Proponen una secuencia de enseñanza basadas en la resolución de problemas guiados mediante actividades de investigación que dan significado al concepto de sustancia y ayuda a establecer conexiones entre el concepto macroscópico de sustancia definido por sus propiedades específicas (nivel macroscópico) y el modelo atómico que representa la sustancia (nivel submicroscópico) la propuesta involucra el análisis histórico y las concepciones alternativas más frecuentes de los estudiantes respecto a estos conceptos. Su evaluación se ha realizado mediante un estudio comparativo entre grupos de alumnos que la han utilizado en clase y grupos que han seguido un método de enseñanza tradicional. Los resultados muestran que la selección de contenidos y las estrategias utilizadas en una secuencia de enseñanza de orientación constructivista ofrece a los estudiantes mayor capacidad de análisis, así como un conocimiento más profundo de los conceptos estudiados.

Por su parte *Garriz, A. (2013)* en el documento “Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para los conceptos de sustancia y reacción química con base en la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología”, indica que la investigación didáctica sobre naturaleza de la ciencia se ha centrado en los últimos años en la mejora del aprendizaje de los estudiantes a través del crecimiento de la enseñanza, al desarrollar un currículo apropiado y clarificar la eficacia de los diferentes métodos de enseñanza en el aula.

En el mismo se han considerado las dos condiciones clave sobre la efectividad de la metodología para mejorar la enseñanza y el aprendizaje: el carácter explícito de la enseñanza (en este caso el enfoque centrado en los dos conceptos clave en el aprendizaje de la química) y la realización de actividades meta-cognitivas de reflexión sobre el tema (propio de una secuencia didáctica interactiva).

Respecto a la enseñanza del concepto sustancia, esta secuencia conduce al estudiante a lo que significa hacer una definición, es decir, como modelar el concepto de sustancia. Para hecho se hace énfasis en la narrativa histórica permitiendo que los estudiantes capten la naturaleza de la ciencia (conozcan cómo es que fueron construidos estos conceptos a lo largo del tiempo).

Benarroch, A. (2010) en su estudio titulado “El aire y el agua: ¿sustancias puras o mezclas?” una sesión de clase para futuros maestros fundamentada en la investigación didáctica, establece el ejercicio didáctico como elemento central que ayuda a los estudiantes en la superación de las dificultades asociadas a la diferenciación entre el aire y el agua, y, sobre todo,

aporta herramientas conceptuales y didácticas dentro de la actividad docente. En dicha gestión, el trabajo áulico (en su dimensión sistémica y compleja) permite mediante la organización y aplicación de la estrategia didáctica, prácticas que responden a intenciones y valores determinadas por los actores que en ellas intervienen en el desarrollo.

Dicha estrategia de enseñanza propone superar las dificultades más habituales en la comprensión por parte de los estudiantes sobre la estructura y propiedades de la materia específicamente, la diferenciación entre los conceptos de mezcla y sustancia pura; a través de la ejemplifica una mezcla y una sustancia pura: el aire y el agua, respectivamente. Teniendo en cuenta que estos dos sistemas materiales están relacionados con la vida cotidiana

Finalmente, derivado de lo anterior se rescatan como aportes a la presente investigación que la enseñanza de la química y en particular del concepto macroscópico de sustancia es necesario:

- Identificación de las ideas previas, las expectativas, necesidades e intereses de los estudiantes.
- Se reconoce los aportes de la historia y epistemología del proceso constructivo del concepto en la ciencia a partir del cual se sugieren implicaciones didácticas para la enseñanza y el aprendizaje del concepto.
- El concepto de sustancia ha de introducirse y relacionarse primeramente desde el punto de vista macroscópico para que los estudiantes se apropien de referentes empíricos.
- La implementación de actividades experimentales usando materiales de fácil obtención como estrategia didáctica en la enseñanza aprendizaje de la química.
- La enseñanza debe promover la generación de hipótesis en los estudiantes desde el nivel microscópico que expliquen el comportamiento químico macroscópico de las sustancias.
- La diferenciación entre las sustancias puras compuestas y las mezclas, mediante ejemplos importantes relacionados con la vida diaria: el agua y el aire, respectivamente.

Capítulo 3

MARCOS TEÓRICOS DE REFERENCIA

Como aspectos incluidos en el marco teórico del trabajo se han tenido en cuenta una serie de autores que han hecho énfasis en el tema y permiten dar explicación a la temática de la investigación la cual, se organizan en dos partes. El primer apartado (3.1) hace alusión al marco pedagógico, en este se abordan los procesos que favorecen la construcción de conocimientos de tipo informativo y formativo, es decir los procesos vinculados a la enseñanza. El segundo apartado (3.2) consigna contenido conceptual que hace parte de esta propuesta, el concepto de sustancia, específicamente lo que concierne a la enseñanza y aprendizaje.

3.1 Marco pedagógico

3.1.1 La enseñanza de la química

El arte de enseñar es considerado en términos generales como la ciencia de la práctica docente, cuyo fin es que el estudiante experimente un cambio en su aprendizaje por medio de la adquisición como consecuencia de la actividad del profesor. Desde la formación profesional basada en competencias, se sustenta que la función de enseñar cobra sentido en relación con el aprender. Su propósito es promover, orientar, intervenir para que el aprendizaje tenga lugar. Por tanto, el concepto de enseñanza se interrelaciona con el de aprendizaje (Avolio, 2008).

Por su parte Meneses (2007), define el acto didáctico como la actuación del profesor para facilitar los aprendizajes de los estudiantes, donde la interacción y comunicación son los elementos claves como facilitador del proceso, en el que se establecen distintos tipos de relaciones y se caracteriza por:

- Relación comunicativa, porque tiene una relación intencional de carácter formativo, relación interpersonal (profesor – alumno) manteniendo contactos con intención educativa En ella, donde el contenido es el signo compartido tanto para emisor como transmisor y se hacen presentes los componentes básicos de cualquier comunicación.
- Relación interactiva, el profesor facilita los contenidos de aprendizaje.

- Relación simbólica, porque se enriquecen mutuamente.
- Relación consciente y coordinada porque debe haber disposición de ambas partes; existe una función mediadora del profesor en una situación concreta de enseñanza. En ella, el contenido es el signo compartido tanto para el emisor como para el transmisor y se hacen presentes los componentes básicos de cualquier comunicación.

Según Schwab citado en Pere (2001), dentro del acto didáctico hay cuatro elementos básicos: docente, estudiante, contenidos y contexto. Entendiendo al *docente*, como aquél responsable de organizar las condiciones para promover el aprendizaje, quien planifica la enseñanza en el marco de estrategias, actividades y medios necesarios para lograr que los estudiantes alcancen determinados objetivos educativos; los *estudiantes* se consideran como los sujetos que pretenden realizar determinados aprendizajes a partir de las indicaciones del docente mediante la interacción con los recursos formativos que tienen a su alcance; los *contenidos* de aprendizaje se entienden como los aspectos determinados por los objetivos educativos que fundamentan las estrategias didácticas. Y, por último, el *contexto* que es considerado el escenario de aprendizaje.

En definitiva, el acto didáctico se convierte en un proceso de comunicación mediada, entre el docente, el estudiante y los contenidos, donde se genera el escenario o contexto favorable para el aprendizaje, que se facilita por los medios (la institución, las herramientas tecnológicas, laboratorios etc.) como instrumento de representación o aproximación a la realidad.

Dicho lo anterior, se plantea en el marco de la enseñanza de la química, la importancia del reconocimiento de los elementos del acto didáctico, en situaciones educativas en el que se identifican algunas dificultades en los estudiantes para aprender significativamente el conocimiento químico.

Ya es bien conocido, que la disciplina de la química es considerada por su bagaje de conceptos, modelos y símbolos que involucran los docentes a la hora de enseñar a sus estudiantes, haciendo de la misma una materia difícil de comprender y muchas veces de aplicar cuando se requiere explicar hechos de la realidad y fenómenos cotidianos.

Es así como el docente prima en su explicación el uso de un lenguaje abstracto, cargado teóricamente de símbolos, fórmulas, ecuaciones y cálculos matemáticos, que constituyen las principales herramientas al momento de conceptualizar y presentar los contenidos teóricos que representan los modelos que la ciencia ha elaborado para dar cuenta de los eventos o hechos de la realidad sensible, es decir, la que se percibe con los sentidos.

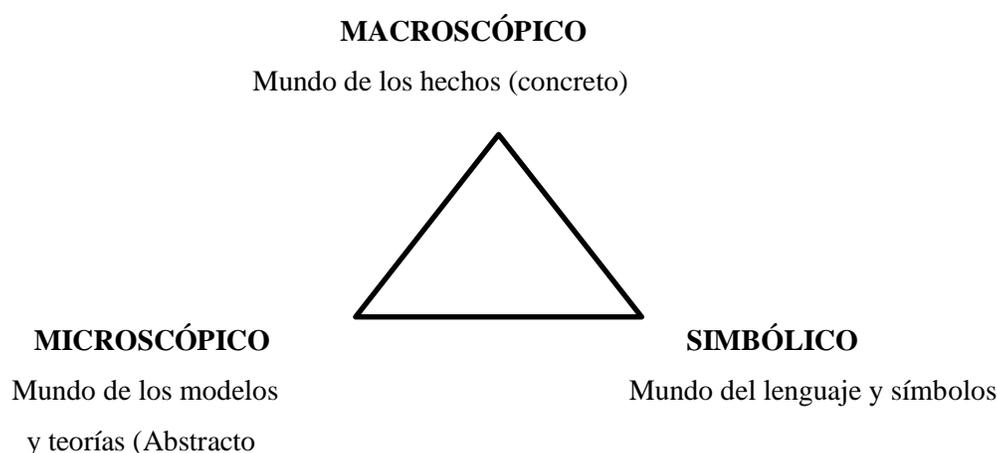
Esto hace que la comunicación e interacción entre docente y estudiante respecto al conocimiento químico no fluya, no sea efectivo, ya que el estudiante no logra establecer vínculo entre el mundo abstracto de las teorías (referido al mundo submicroscópico y presentado en símbolos) y el mundo concreto de la realidad (macroscópico). A consecuencia de ello, varios autores consideran que los estudiantes presentan diversos problemas para aprender química entre los que se mencionan: la falta de conexión de la química con la vida cotidiana de los estudiantes (Cutrera, Nacional, Mar & Stipcich, 2007); gran división entre el mundo tal como lo experimentan e interpretan en la vida real, y el mundo como lo modela la ciencia (Talanquer, 2011); desconexión entre el conocimiento que los estudiantes generan para dar sentido al mundo que les rodea; las teorías y las formas de representación simbólica de las mismas no establecen anclaje directo en la percepción macroscópica del fenómeno (Casado & Raviolo, 2005).

Una enseñanza de la química que reconoce las dificultades de aprendizaje en forma de obstáculos conceptuales, epistemológicos y procedimentales que se presentan los estudiantes, puede organizar educativamente el acto de enseñanza de forma que ayude a superarlas, ya que, si no se hace así, la propia enseñanza puede actuar implícitamente como obstáculo en la eficacia del proceso (Furio, 1994).

En este sentido, el docente que planifica las actividades, selecciona los recursos y medios, y hace uso de diversas estrategias didácticas debe atender la naturaleza propia del conocimiento químico, es decir, ser capaz de identificar las distintas formas de relación que el estudiante establece con el conocimiento y la realidad. Para ello, se hace necesario que tanto el docente como el estudiante esclarezcan explícitamente los vínculos de relación entre el conocimiento a través del lenguaje que se expresa oral y/o escrito cuando se comunican las ideas que aluden a lo real.

Es decir, durante la interacción social y comunicación a través del lenguaje, en el acto didáctico, entre el docente y el estudiante, frecuentemente se hace alusión al mundo concreto y al mundo abstracto cuando se “habla” del conocimiento químico. Autores como Taber (2013) afirma que los sucesos del mundo los percibimos como fenómenos, los cuales los conceptualizamos en términos de representaciones microscópicas y macroscópicas. Para Johnstone (1982) son niveles de representación en la química y distingue tres niveles: el nivel macroscópico (mundo de los hechos), el nivel microscópico (modelos, teorías) y el nivel simbólico (lenguaje, fórmulas, símbolos, etc.).

Figura 1. Niveles de representación en la química



Fuente: Enseñanza de la química lógica

Por tal motivo Jhonstone (2000), plantea un modelo en la comprensión conceptual de la química en el que el alumno para aprender significativamente, debe establecer correlación entre los modos de representación: macroscópico, microscópico y simbólico.

El primer nivel es el macroscópico, que corresponde a todas aquellas percepciones sensoriales y las posteriores descripciones o conclusiones que puedan establecerse a partir de la percepción directa del fenómeno, ya sea a través de la experimentación o en la vida cotidiana. Por medio de este nivel de representación, se describen propiedades de la materia como forma, color, olor, tamaño, volumen, masa, estado de agregación física, entre otras. El segundo nivel es el submicroscópico, este tiene que ver con los diferentes modelos que se utilizan en la química para plantear una posible explicación del fenómeno. En este nivel se utilizan entidades o partículas como átomos, iones y moléculas, por medio de las cuales se pueden presentar

explicaciones o reflexiones de tipo cualitativo frente a las condiciones y características de las sustancias que participan en un determinado fenómeno químico, tomando como base de análisis, la representación o modelación de su estructura interna. Y un tercer nivel, lo constituye el nivel simbólico, en éste encontramos los diferentes y diversos símbolos que se han asignado para representar las sustancias (átomos y moléculas); así como de sus combinaciones (formulas moleculares) y de las expresiones matemáticas (ecuaciones químicas) que se han implementado en la química para representar los fenómenos y transformaciones de la materia.

Sin embargo, de los tres niveles de representación, como se ha mencionado anteriormente, en el aula de clases, predominan los niveles microscópico y simbólico en las explicaciones del profesor, los contenidos presentados en los libros de texto, las actividades propuestas y las formas de evaluación, dejando de lado, el nivel de representación macroscópica.

Dado que el nivel macroscópico corresponde a las representaciones de los fenómenos experimentados con los sentidos, esto es, las propiedades empíricas de los sólidos, líquidos (incluyendo las disoluciones) y gases, que son perceptibles tanto en el laboratorio como en la vida cotidiana del estudiante. Como se ha mencionado, hay considerable evidencia de la falta de experiencia en el nivel macroscópico, ya sea como carencia de experiencias prácticas adecuadas (Nelson, 2002), la falta de claridad en los objetivos de aprendizaje en las propias prácticas (Hodson, 1990) o su desvinculación con la teoría.

Es por esto que en la enseñanza de la química se debe resaltar la importancia de las experiencias prácticas para permitirle al estudiante la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos de la vida cotidiana, que son objeto de estudio en las clases de ciencias.

3.1.2 Actividades experimentales en la enseñanza

Dentro del proceso de aprendizaje de las ciencias naturales, las actividades experimentales han jugado un papel de mucha importancia en el logro de los objetivos tanto teóricos como prácticos hacia los estudiantes. Las actividades experimentales están orientadas hacia la comprensión de la naturaleza de los conocimientos científicos, las características de la actividad investigadora, la utilización de los métodos de observación y experimentación a través del enfrentamiento a tareas y soluciones de problemas del entorno cotidiano.

Específicamente, hablando las actividades experimentales son una estrategia educativa que permite la enseñanza y la comprensión de conceptos científicos, es por esto, que nace la idea de ser convertida en tendencia su implementación en los currículos académicos.

En este contexto diferentes investigaciones han analizado la importancia que tiene el uso de las actividades experimentales en la enseñanza, unos de los argumentos son:

De Jong, (1996) señala que un importante factor educativo en el desarrollo de las actividades experimentales es la conciencia emergente de que la educación científica no solo debe enfocarse en los conceptos y las leyes, sino también en la naturaleza de la ciencia; una disciplina empírica donde los experimentos juegan un papel crucial.

Peña, (2012), enfatiza la importancia de las actividades experimentales en que son ejercicios educativos en ciencias, que estimulan la participación del estudiante en el conocimiento. La realización de estos ejercicios incluye una experiencia que real, efectuada por el estudiante o por el maestro con la colaboración de los estudiantes, empleando materiales de su entorno, estos dirigen y articulan el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de algún concepto científico.

Colado, (2005) a su vez afirma las actividades experimentales permiten la adquisición de formas de razonamiento sistemáticas y generalizadas, y que contribuyen a desarrollar capacidades intelectuales en el proceso de aprendizaje y al mismo tiempo incrementan el interés por el estudio de las ciencias naturales y su responsabilidad en la valoración de utilidad.

No obstante, el debate sobre los procesos de enseñanza- aprendizaje se ha extendido hacia el trabajo práctico en todas sus modalidades Woolnough, 1985; Barbera, 1996; Izquierdo 1999; Psillos, 2002; Chamizo, 2004 citado en Chamizo, (2009) en el caso de la química apela fundamentalmente a la actividad experimental. Dos de sus más interesantes resultados ha sido, por un lado, reconocer que la actividad experimental en la enseñanza permite que el estudiante relacione el complejo mundo real con el de los conceptos construidos a lo largo de la historia. El segundo resultado, ha sido el replantearse la arbitraria distinción entre teoría, prácticas de laboratorio y problemas, como algo diferente en la enseñanza de las ciencias.

Por lo anterior, la enseñanza de la química se ha desarrollado de manera teórico-práctica, por su naturaleza experimental (Sandoval, Malagón, & Ayala, 2011). En este sentido, la teoría de la ciencia, refiriéndose al “saber que” de la práctica científica (sus problemas, conceptos, teorías, leyes, y reglas para solucionar los mismos), está articulada a la práctica, considerada el “saber cómo” de la practica científica (sus métodos, técnicas y protocolos experimentales) a partir de problemas particulares sobre la naturaleza cuya solución tiene resultados definidos (Zambrano, 2000).

Como se muestra en lo anteriormente dicho, no es nuevo en la literatura el interés que se ha dado al aporte que las actividades experimentales puedan hacer a los múltiples objetivos que desde la educación en ciencias se persiguen. Sin embargo, no existe claramente un consenso entre los investigadores respecto a los fines, se les ha adjudicado muchas ventajas desde hace décadas, por ello, se decide para el presente estudio recoger los aportes más recientes al respecto.

En este sentido se considera relevante aclarar que los fines educativos están vinculados con el tipo de actividad experimental, para ello autores como (Caamaño A. , 2003) presenta una clasificación que esclarece en cuanto a reconocer la diversidad y la potencialidad de cada uno de los tipos de actividades experimentales.

Tipos de actividades experimentales

Partiendo de que no todas las actividades experimentales persiguen un mismo objetivo, a continuación, se podrán identificar cuatro tipos:

- Experiencias, es una actividad destinada a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos.
- Experimentos ilustrativos, es una actividad destinada a ilustrar un principio o una relación entre variables. Supone normalmente una aproximación cualitativa o semicuantitativa al fenómeno. Es decir, se utiliza como experiencias demostrativas o ilustrativas.
- Ejercicios prácticos, esta actividad se diseña para aprender determinados procedimientos o destrezas o para realizar experimentos que ilustren o corroboren la teoría. Tienen un carácter especialmente orientado («ejercicio»). Según el énfasis se puede distinguir entre:

Para aprender destrezas: *Prácticas* (realización de medidas, tratamiento de datos, técnicas de laboratorio). *Intelectuales* (observación e interpretación, clasificación, emisión de hipótesis, diseño de experimentos, control de variables). De *comunicación* (planteamiento de un experimento por escrito, realización de un informe de una salida de campo). Para *ilustrar la teoría* (se pone énfasis en la determinación experimental de propiedades y en la comprobación de leyes o relaciones entre variables, con objetivo ilustrativo o corroborativo de la teoría y con enfoque dirigido).

- Investigaciones, esta actividad esta para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos en la resolución de problemas, familiarizarse con el trabajo científico y aprender en el curso de estas investigaciones, las destrezas y procedimientos propios de la indagación. Según el tipo de problema a resolver, las investigaciones pueden ser:

Para resolver problemas teóricos, es decir, de interés en el marco de una teoría. El problema puede proceder de una hipótesis o predicción realizada en el desarrollo de un modelo teórico con el que se pretende interpretar un fenómeno. Este tipo de investigaciones pueden conectarse más fácilmente con aspectos CTS (Ciencia, Tecnología y sociedad) del currículo.

Para resolver problemas prácticos, generalmente en el contexto de la vida cotidiana. El énfasis se pone en la comprensión procedimental de la ciencia, es decir, en la planificación y realización de investigaciones, no dirigidas especialmente a la obtención de conocimiento teórico. Ello no significa que su percepción y planificación no conlleve una determinada «carga» conceptual.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presentan las actividades experimentales como un soporte en el aprendizaje del estudiante, el aspecto práctico se convierte en un determinante en el conocimiento del estudiante.

3.2 Marco conceptual

3.2.1 El concepto de sustancia. Breve recorrido histórico

La conceptualización de lo que es sustancia química no es fácil y presenta varias dificultades. Entre ellas es la que proviene del diferente significado que el término sustancia tiene en la vida cotidiana y en el ámbito de la química como ciencia. En efecto en la vida

corriente se entiende por sustancia cualquier muestra de materia con unas propiedades características que normalmente se usan con una finalidad (Caamaño A. , 2015).

Así por ejemplo se consideran sustancias: el agua, la sal, el aire, el vino, el vinagre, la gasolina, etc. En este aspecto excepto el agua y la sal, todas las demás no son sustancias sino mezclas homogéneas de sustancias, es decir disoluciones. La razón de la confusión recae principalmente en el aspecto homogéneo de ambas.

Para evitar la confusión con el significado que tiene el término sustancia, se utilizan habitualmente adjetivos que se añaden al término de sustancia: se habla de sustancia pura o de sustancia química. Es necesario aclarar que la incorporación de estos términos en la química tiene una aceptación histórica, por lo que es importante examinar brevemente sus significados.

El estudio histórico puede empezar con la discusión de los constituyentes básicos de la materia, los cuatro elementos de los griegos (o principios generales omnipresentes en la naturaleza): tierra, agua, aire y fuego, como combinación de cuatro cualidades opuestas: frío y calor; mojado y seco (o duro y blando, como indican los modernos analíticos aristotélicos). Aristóteles discutía las propiedades de las sustancias en términos de su composición “elemental”, cómo reaccionaban ante el fuego o el agua. Por ejemplo, el agua al ser evaporada mediante el calor se volvía de fría y húmeda en caliente y húmeda, pues se transformaba en aire.

Este tipo de análisis se volvió un enfoque coherente y común de comprender el mundo natural. Según el mismo Aristóteles el movimiento de un cuerpo estaba determinado por el tipo de sustancia del que estaba compuesto (Weisberg, 2010). En el siglo XVII, Galileo y Newton rechazaron la doctrina aristotélica, describiendo el movimiento con los parámetros básicos de fuerza y masa.

La primera ocasión en la que el término sustancia fue presentado ante una audiencia científica ocurrió en 1718 cuando Étienne François Geoffroy presentó la tabla de afinidades de las sustancias que sirvió como faro de la química durante todo el siglo XVIII. Según Geoffroy no hay diferencia entre la síntesis química artificial, basada en la afinidad química y la re-síntesis de

cuerpos naturales una diferencia que había gobernado tanto la teoría como la práctica hasta entonces. Los conceptos que utilizó y desarrolló Geoffroy no provinieron de una filosofía natural (Newton), sino de la práctica de las operaciones y experimentos químicos, mediante la sistematización del conocimiento práctico de metalurgistas y farmacéuticos (Klein, 1994)

Tradicionalmente la manera de hacer referencia a una única sustancia se relaciona al adjetivo pura. El término sustancia pura también presenta problemas porque implica aceptar que puede haber dos tipos de sustancias: las puras y las impuras.

La denominación de sustancia pura hace énfasis a dos conceptos distintos, al de una sustancia pura ideal (100% de pureza) que no existe en realidad, y la de una sustancia pura real, con un alto grado de pureza por ejemplo (99% de pureza), o sea, una sustancia que aun siendo pura no lo es tanto para merecer este nombre.

Según Chang (2007) sustancia pura es una forma de materia que tiene una composición definida (constante) y propiedades distintivas. Por otra parte, Jensen (1998) la define como un material que tiene un conjunto fijo y reproducible de propiedades específicas a una dada temperatura y presión. El hecho de que la composición de una sustancia sea fija (constante, definida, conocida) es lo que la diferencia del otro sistema homogéneo, las disoluciones, que son mezclas de composición variable (más adelante se ampliará este concepto de composición). La materia homogénea puede ser una sustancia o una disolución.

La mayoría de los materiales u objetos que manejamos en la vida cotidiana son mezclas. Sin embargo, el problema es que comúnmente la palabra sustancia está asociada a la noción de material (madera, vidrio, aire, etc.), como una clase de materia caracterizada por algún rasgo relacionado con su utilidad o con alguna manifestación relevante para las personas. Ese uso cotidiano es el que mete ruido con la concepción científica que se debe transmitir a los estudiantes. En el uso diario todo material homogéneo es considerado como una sustancia (por ejemplo, el vinagre). Desafortunadamente, otras veces las sustancias, como es el caso de los compuestos, son consideradas mezclas (por ej. el agua como una mezcla de hidrógeno y oxígeno). También el término sustancia suele tener una connotación misteriosa o prohibida.

Sin embargo, si se tuviera que elegir por el uso preferente del término de sustancia en el argot formativo, se tendría que optar por el de sustancia química frente al de sustancia pura; el uso del término sustancia pura supone en cierto modo aceptar dentro del ámbito de la química el significado de sustancia en la vida cotidiana. El concepto de sustancia química es uno de los conceptos básicos de la ciencia química y es también central el currículo de química de la educación secundaria.

Por ende, resulta fundamental utilizar el término sustancia química y profundizar en su significado, de tal modo que con el tiempo el término de sustancia en el ámbito de la química escolar se asocie únicamente a sustancia química.

El concepto de sustancia química se estableció firmemente a finales del siglo XVIII después de trabajar por el químico Joseph Proust sobre la composición de algunos compuestos químicos puros tales como el carbonato básico de cobre. Se deduce que, todas las muestras de un compuesto tienen la misma composición; es que, todas las muestras tienen las mismas proporciones, en masa, de los elementos presentes en el compuesto.

Los científicos del siglo XVIII consideraban los cambios químicos como una transmutación o como una separación de las cualidades, al tiempo que se producía una nueva generación de sustancias a partir del cuerpo inicial.

En ese orden de ideas la sustancia química es materia de composición constante, mejor caracterizada por las entidades de las que está compuesta (moléculas, unidades fórmula, átomos). Caracterizada por propiedades físicas como densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, punto de fusión, etc. (Wilkinson, 1997)

Van Brakel (1997) habla de la controversia entre la química como estudio de cosas o de procesos. La primera definición hace énfasis en aspectos de fisicoquímica y la segunda de química: “Una sustancia pura es una sustancia para la que las macropropiedades (de una de sus fases), tales como la temperatura, densidad y conductividad eléctrica, no cambian durante un cambio de fase (como la ebullición de un líquido o la fusión de un sólido). O, de manera alterna,

las sustancias químicas son los productos relativamente estables de los nodos del análisis y la síntesis químicos en una red de reacciones químicas.

Por su parte la IUPAC (2005) define sustancia química como:

Materia de composición constante caracterizada por las entidades (átomos, moléculas o unidades formuladas) que la componen. Estas sustancias también se caracterizan por tener determinadas propiedades físicas como densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, punto de fusión, etc.

Las sustancias químicas pueden también definirse como cualquier material con una composición química definida. De acuerdo con esta definición, una sustancia química o bien puede ser un elemento químico puro o un compuesto químico puro. El índice de sustancia química incluye varias aleaciones de composición incierta.

Por otro lado, el problema que presenta la denominación de sustancia química es que puede hacer pensar que hay sustancias que no son químicas, lo cual no es cierto, ya que todas las sustancias son de naturaleza química. La investigación educativa ha mostrado la existencia de numerosas dificultades entre los estudiantes que se inician en el aprendizaje de la química tanto desde el punto de vista macroscópico como microscópico.

3.2.2 Enseñanza y aprendizaje del concepto de sustancia.

El concepto sustancia es muy importante en la Química, especialmente en los niveles básicos superiores, porque ayuda a la comprensión de otros conceptos más abstractos, como materia, cambio químico y físico, elemento, compuesto y mezcla, enlace, etc. Y en la vida cotidiana es muy importante debido al gran número de sustancias empleadas comúnmente en la actualidad provenientes de la industria química.

Comúnmente se confunde el concepto de sustancia con el de materia y el de material. Por consiguiente, conviene establecer una jerarquía que parta de la idea abstracta de materia pero que se centre rápidamente en objetos cotidianos. La enseñanza del concepto parte de la orientación a los alumnos en identificar el número de materiales que forman estos objetos.

Según Sosa (2005) la propuesta de enseñanza debe pretender ayudar de manera progresiva al desarrollo de las ideas de los alumnos sobre sustancia mediante una serie de estrategias didácticas con énfasis en el análisis, la observación, la discusión, la explicación, la aplicación, etc. para favorecer su comprensión conceptual.

Es importante destacar que la investigación educativa ha mostrado la existencia de numerosas dificultades entre los estudiantes que inician en el aprendizaje de la química tanto desde el punto de vista macroscópico como microscópico ya que muchos estudiantes no logran identificar el significado, por tal motivo resulta desde un comienzo dificultoso la enseñanza de sustancia química.

Otra dificultad que se ha podido apreciar que puede derivar de la falta de comprensión del concepto de sustancia, es la posibilidad, o no, de diferenciar el cambio físico del químico, ya que la conservación de la sustancia explica los cambios físicos, mientras la transformación y no conservación de las mismas ofrece el fundamento de la explicación macroscópica dada a los cambios químicos.

De acuerdo con Gabel y Bunce (1994), se cree que las graves deficiencias epistemológicas y didácticas detectadas en la enseñanza habitual del concepto de sustancia se deben principalmente a las dificultades de aprendizaje apuntadas en la bibliografía.

Por ello, resulta valioso para generar propuestas de enseñanza del concepto de sustancia identificar las dificultades de aprendizaje y de enseñanza que la investigación didáctica ha detectado reiteradamente en estudiantes de diferentes edades y orígenes (Furió, Domínguez, & Guisasaola, 2012).

Tabla 1. Dificultades en el entendimiento de los estudiantes sobre el concepto macroscópico de sustancia

En general, no utilizan la definición macroscópica de sustancia como material puro, no mezclado, que posee un conjunto de propiedades características y constantes. Por el contrario, suelen asociar el significado empírico de sustancia con el más general de material o producto mezclado que suele utilizarse en el lenguaje cotidiano.
En este nivel de representación macroscópico, muchos estudiantes identifican una mezcla y un compuesto
La falta de criterios macroscópicos para inferir si en un proceso han cambiado las sustancias o no impide distinguir entre procesos físicos y químicos
No son capaces de conceptualizar la sustancia como un sistema submicroscópico formado por partículas iguales
Por lo general, en este nivel reducen el concepto de sustancia al de sustancia simple, es decir, un cuerpo formado por el mismo tipo de átomos

Fuente: Problemas hitóricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico.

Comprender el concepto de sustancia requiere que su introducción se realice después de que los estudiantes hayan aplicado y profundizado en la teoría atómica, de manera que pueda decirse que piensan en átomos. Ello implica que los estudiantes, en un primer nivel de profundización, saben qué es una sustancia y, en particular, un compuesto a escala macroscópica y microscópica y también han de tener cierta competencia para explicar lo que sucede en una reacción química.

Saber analizar la situación problemática planteada desde el marco de la teoría atómica-molecular hasta precisar el problema. Ello implica diversos conocimientos y habilidades en los estudiantes como: ¿qué significa una fórmula?, ¿cómo se puede obtener el compuesto?, ¿qué sucede en la reacción química entendida como interacción de las entidades (átomos, moléculas o iones) de las sustancias participantes que se representa mediante una ecuación química sencilla?

Es conveniente remarcar que las estrategias de enseñanza precedentes no constituyen un algoritmo que pretende guiar paso a paso las actividades de los estudiantes, sino indicaciones genéricas sobre aspectos esenciales de la actividad científica, que permiten abordar en el aula una actividad abierta y creativa debidamente orientada por el profesorado.

Capítulo 4.

OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

El capítulo 3 presenta los objetivos (3.1) y los aspectos metodológicos (3.2) que refieren al tipo de metodología, las técnicas y los instrumentos de recolección de información y muestra.

4.1 Objetivos general y específicos

Objetivo general.

Elaborar una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia que involucre el uso de actividades experimentales y que promueva el cambio de las concepciones en los estudiantes de educación media (15 – 17 años).

Objetivos específicos.

- Indagación en los estudiantes sobre experiencias en la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales.
- Diseñar un plan de actividades experimentales para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia.
- Implementar las actividades experimentales en los estudiantes de educación media (15 – 17 años).
- Evaluar el aprendizaje en los estudiantes respecto al concepto macroscópico de sustancia.

4.2 Aspectos metodológicos.

4.2.1 Tipo de metodología

Para cumplir con los objetivos y propósitos de este trabajo, la investigación se enmarcó dentro del paradigma de la metodología cualitativa y cuantitativa. El enfoque de la investigación es mixto; cualitativo porque alude a las cualidades en un ambiente natural, proporciona profundidad a los datos, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas dentro de la organización.

También aporta un punto de vista fresco, natural y completo de los fenómenos, así como flexibilidad. Busca conceptualizar sobre la realidad con base en los conocimientos, las actitudes y los valores que guían el comportamiento de las personas que comparten un contexto espacio-temporal. A su vez la parte cualitativa se desarrolla en los terrenos de las ciencias sociales y humanas, esta trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones. Cuantitativo, dado que se hace uso de técnicas de recolección propia de esta metodología, como es el uso del cuestionario, aunque los significados se extraen de los datos y no se fundamenta en la estadística.

La presente investigación se considera de carácter exploratorio y descriptivo, ya que se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Exploratorio, porque pretenden darnos una visión general, de tipo aproximativo, respecto a una determinada realidad. La intención de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. El tipo de investigación descriptivo se asocia con el diagnóstico, la modalidad usada en esta investigación será estudios tipo encuesta y las variables que se destacan son: Las actividades experimentales, la motivación en el aprendizaje de la química y el empleo de materiales de uso cotidiano.

4.2.2 Técnicas e instrumentos de la investigación

La recolección de información es acorde a los enfoques mixtos, que involucra técnicas de tipo cualitativo y cuantitativo. Las técnicas cualitativas como la *observación in situ participante*, apoyada con registro fotográfico, y *análisis documental*. Las técnicas de tipo cuantitativo es el uso de la encuesta aplicada a través de cuestionario.

La técnica utilizada en la investigación es la observación, la cual se considera como procedimiento empírico por excelencia, el más primitivo y a la vez el más usado.

Es una técnica por el cual se establece una relación concreta e intensiva entre el investigador y el hecho social o los actores sociales, de los que se obtienen datos que luego se sintetizan para desarrollar la investigación. La técnica de investigación social como la

observación es un procedimiento de recolección de datos e información que consiste en utilizar los sentidos para observar hechos y realidades sociales presentes y a la gente donde desarrolla normalmente sus actividades.

El análisis documental se utilizó como técnica de recolección de datos, dadas sus características, entre ellas, los documentos fuente pueden ser de diversa naturaleza (personales, grupales e institucionales, formales e informales), también favorece la obtención de información valiosa para describir acontecimientos rutinarios e identificar aspectos específicos de las personas en la realización de las actividades en esta situación sociocultural específica. Por lo cual se seleccionan los escritos elaborados por los estudiantes en las actividades desarrolladas, como los talleres, notas de cuaderno, etc. De igual forma, documentos institucionales como los planes de área o aula a partir de los cuales se puede reconocer como importantes para el problema o su posible solución.

La encuesta es una de las herramientas más adecuadas para este tipo de investigación ya que se establece como el instrumento de medición ideal, por tal motivo fue escogida por la autora para llevarla a cabo. En ese sentido, la encuesta es una herramienta fundamental para el estudio de las relaciones sociales, también se pueden comprender algunas actitudes y comportamientos de las personas y conocer opiniones e inquietudes de los mismos.

Uno de los tipos de encuesta se realiza a través del uso de cuestionario, el cual se caracteriza por una serie de preguntas sobre uno o varios temas a personas seleccionadas, en particular para el presente estudio se elabora un instrumento mixto conformado por preguntas de tipo abiertas y cerradas encaminadas a indagar las concepciones de los estudiantes y las experiencias previas respecto al desarrollo de actividades experimentales previa.

Se diseñó y aplicó un cuestionario. El cuestionario que se presenta es una construcción propia (C1) y tuvo como propósito indagar sobre intereses, ideas y experiencias en la enseñanza con uso de actividades experimentales, sobre lo que piensan que aprenden a través de la realización de actividades experimentales, las asignaturas donde las han realizado, temas y frecuencia de su uso en el contexto escolar. El cuestionario consta de cinco preguntas tres preguntas cerradas y dos abiertas (Anexo 1).

4.2.3 Población y muestra

La institución educativa, Liceo Juvenil el Rodeo fue fundada en el año 1995, es de carácter privado y de composición mixta. La misión institucional es fomentar y fortalecer el sentido de ayuda reciproca interna y externa con nuestra comunidad, llevando un proceso de re-conceptualización de los que es el trabajo comunitario, pretendiendo obtener cambios que contribuyan o modifiquen positivamente la vida familiar en su contexto económico, político, cultural y social.

Su visión institucional propicia una educación donde el educando, educador y comunidad en general, se comprometan en el logro de metas que vayan en beneficio de nuestra naturaleza humana, conscientes de que es un trabajo continuo y dinámico que permita y genere en su interior un proceso permanente de retroalimentación, donde el conocimiento académico, este ligado ala la convivencia cotidiana.

La población de la investigación corresponde a estudiantes de educación básica secundaria pertenecientes al grado noveno, conformado por mujeres y hombres. Estudiantes que cursan actualmente asignaturas de ciencias naturales, motivados por participar voluntariamente en la investigación.

Respecto a la selección de la muestra de estudio se indica que el tipo de muestreo que fue utilizado es el denominado intencional o por conveniencia, en relación a que la muestra se elige a la luz de la investigación y el investigador realiza una labor como docente de la institución educativa donde se efectúa la investigación, sostiene una relación de familiaridad con los informantes, puesto que son sus alumnos. Es un método de muestreo no probabilístico. Se establece en la selección del grupo poblacional que le convienen al investigador para la muestra; esta conveniencia se produce porque al investigador le resulta más eficiente y práctico el examinar u observar la población de estudio, ya sea por la proximidad geográfica, parentesco, familiaridad y cercanía con los individuos.

Razón por la cual, es necesario para la selección de la muestra definir ciertos criterios de selección, ya que como lo menciona Spradley (1979):

“Este tipo de muestreo es denominado intencional; debido a que no todos los participantes tienen el mismo valor como recurso de información para el investigador, por lo que el tipo de selección no podría ser aleatoria, definidos en función de los objetivos de la investigación” (p.23).

La muestra del estudio está conformada por estudiantes de grado décimo con edades comprendidas entre 15 y 17 años, son grupos intactos, es decir formados previamente de acuerdo a las condiciones escolares propias de la institución educativa donde se centró el estudio, organizados en pequeños grupos en algunas actividades aplicadas.

Capítulo 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan conforme fueron obtenidos durante el estudio. Inicialmente los intereses, ideas y experiencias de los estudiantes respecto a las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales (4.1), la planeación e implementación de las actividades experimentales para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia (4.2) y finalmente los aprendizajes de los estudiantes luego de la aplicación de la propuesta educativa (4.3).

5.1 Indagación sobre interés, ideas y experiencias en la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales

El cuestionario C1 (anexo 1), se aplicó de manera individual a 13 estudiantes el cual tuvo como objetivo la indagación sobre los intereses, ideas y experiencias acerca de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales. Los resultados obtenidos muestran para cada una de las preguntas que constituyeron el cuestionario.

Pregunta 1. ¿Te gustaría que te enseñaran química usando actividades experimentales (en el laboratorio, en clase, en campo abierto, u otros lugares)?

En este aspecto el 100% de los estudiantes respondieron en la encuesta que si les gustaría la práctica de actividades de tipo experimental en la enseñanza de la química. Algunas de las justificaciones dadas por los estudiantes fueron:

“La actividad experimental hace más interesante la enseñanza de la materia, las clases se realizarían de forma divertida y dinámica. Si bien es importante la enseñanza de la parte teórica la práctica por medio de experimentos permite entender de una manera más abierta la asignatura, rompiendo el esquema tradicional de clases, generando un mayor interés y motivación en los estudiantes”. (Estudiante 1)

“Esta clase de actividades producen mayor participación en los estudiantes porque están en contacto con los elementos químicos, aportando una metodología abierta y práctica”. (Estudiante 2)

Pregunta 2. ¿Qué crees que aprendes cuando realizas una actividad experimental?

El interrogante 2, hace referencia lo que se aprende cuando se realizan actividades experimentales. En este hecho el 79% de los estudiantes que participaron en la encuesta

indicaron que se aprenden habilidades y destrezas como medir, observar y manipular instrumentos, entre otros. El 21% de los estudiantes indicaron que se aprende a trabajar en grupo, a tener paciencia, cuidadoso, riguroso, a escuchar y respetar la opinión de los demás entre otros.

La opción de respuesta aprender sobre los temas de clase, no se tuvo en cuenta por parte de los estudiantes en el cuestionario realizado.

Tabla 2. Interrogante 2 - Cuestionario 1

Aprendo los temas de clase.	0	0%
Aprendo habilidades y destrezas (medir, observar, manipular instrumentos, entre otros).	10	79%
Aprendo a trabajar en grupo, a tener paciencia, cuidadoso, riguroso, a escuchar y respetar la opinión de los demás entre otros.	3	21%
Total	13	100%

Pregunta 3. ¿En qué asignaturas te han enseñado usando actividades experimentales?

El interrogante 3 hace énfasis en que asignaturas se les ha enseñado usando actividades experimentales. En la tabla 3 muestra los resultados.

Tabla 3. Interrogante 3 - Cuestionario 1

Ciencias Naturales.	1	8%
Biología.	13	100%
Química.	3	23%
Física.	2	15%
Ninguno.	0	0%

En ese aspecto el 100% de los estudiantes indicaron en la encuesta que en la asignatura de Biología se les enseña por medio de actividades experimentales, la asignatura de Química tuvo el segundo lugar de participación dentro del interrogante con el 23%, seguida con el 15% la asignatura Física y finalmente los estudiantes señalaron a la asignatura ciencias naturales con el 8%. En este interrogante un solo estudiante manifestó como otra asignatura a contabilidad, como materia que les enseña usando actividades experimentales en el proceso curricular.

Pregunta 4. ¿En qué temas de las ciencias naturales has realizado actividades experimentales?

El siguiente interrogante se manejó como una pregunta abierta y hace énfasis a que temas de las ciencias naturales han realizado los estudiantes actividades experimentales, si bien los estudiantes han reconocido actividades sobre temas de las ciencias naturales como la célula, el microscopio, experimentos de sal, la tabla periódica, elementos químicos y mezclas entre ellos, el agua y manejo de químicos; dentro de este proceso los estudiantes han indicado poca participación y experiencia en el campo de las actividades experimentales, debido a que han sido muy esporádicas las actividades experimentales realizadas, ya que la mayoría de veces recuerdan muy poco cuando fue la última que las realizaron y sobre qué temas específicos se realizaron estos procedimientos.

Pregunta 5. ¿Con qué frecuencia has realizado actividades experimentales?

El último interrogante hace énfasis acerca de la frecuencia con que se han realizado las actividades experimentales. En ese sentido el 100% de los estudiantes que participaron en el cuestionario manifiestan que la realización de prácticas experimentales en el campo de las ciencias naturales durante el transcurso de escolaridad ha sido poca. Este hecho origina que los estudiantes no recuerden y no asimilen el desarrollo de la actividad experimental, debido al poco desarrollo y planificación de este tipo de actividades durante el proceso pedagógico de la institución educativa.

Tabla 4. Interrogante 5 – Cuestionario 1

Siempre.	0	0%
A veces.	0	0%
Pocas.	13	100%
Ninguno.	0	0%
Total	13	100%

Según los resultados obtenidos el cuestionario 1 (tabla 4) se aprecia que la concepción presentada por los estudiantes frente a las prácticas experimentales se asemeja a lo planteado por (Caamaño A. , 2003), afirmando que los trabajos prácticos experimentales son considerados una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, porque dicha actividad motiva al estudiante, permiten un conocimiento vivencial de muchos fenómenos, permiten ilustrar la relación entre variables significativas en la interpretación de un fenómeno, ayudan a la comprensión de conceptos y proporcionan experiencias en el manejo de instrumentos de medida

y en el uso de técnicas de laboratorio y de campo. Además, con respecto al aprendizaje el estudiante puede incrementar su conocimiento por medio de la realización de las prácticas experimentales.

En esa práctica los estudiantes han manifestado que se aprenden habilidades y destrezas como medir, observar, manipular instrumentos, entre otros. A su vez estos han indicado que existe poca práctica de las actividades experimentales en la institución académica y se han realizado algunas actividades específicamente en el área de biología y química. En este contexto se presenta lo que indica López & Tamayo (2012):

“La actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental, asimismo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas” (p.146).

Por ende, es de suma importancia el desarrollo de las prácticas experimentales en el aula de clase, debido a todo su componente en el campo de la enseñanza y de la práctica del estudiante. La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico.

5.2 Planeación e implementación de las actividades experimentales para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia

El presente estudio propone elaborar una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia que involucre el uso de actividades experimentales y que promueva el cambio de las concepciones en los estudiantes de educación media (15 – 17 años).

Para ello, se considera necesario tomar decisiones respecto a la selección de estrategias didácticas y la construcción de un plan de actividades que conlleven al desarrollo del contenido requerido para la construcción de conocimiento sobre el concepto de sustancia en los estudiantes desde una aproximación a nivel macroscópico a partir de la intervención directa con eventos y

fenómenos sencillos, fáciles de reproducir y manipular. Esto no significa que se evada al nivel microscópico sino por el contrario, favorecer la relación entre lo macro y lo micro.

La propuesta pretende aportar en superar algunas de las ideas y concepciones alternativas de los estudiantes, que han sido ya referenciadas en la literatura y otras exploradas durante el desarrollo de las actividades, para lo cual se reconocen y se disponen situaciones cotidianas y actividades experimentales que favorecen el análisis entre el contraste de sus ideas con los hechos observables durante la experiencia vivencial.

5.2.1 Planeación de la propuesta

En lo referente a las estrategias didácticas se plantean fundamentalmente las siguientes:

- a) El estudio macroscópico de los objetos que refieren los conceptos químicos
- b) El uso de eventos cotidianos y planteamiento de situaciones problemáticas experimentales.
- c) La historia de la química como recurso pedagógico para la enseñanza de la química.
- d) La indagación de las concepciones alternativas sobre el concepto macroscópico de sustancia.
- e) El uso del laboratorio didáctico para el aprendizaje de la química.
- f) Uso de materiales de laboratorio de bajo costo.
- g) El trabajo cooperativo en el laboratorio.

a) El estudio macroscópico de los objetos de estudio que refieren los conceptos químicos

Ha sido mencionado en distintos estudios sobre la enseñanza de la química, que uno de las dificultades derivadas de propuestas basadas en modelos tradicionales es el énfasis que se hace a nivel microscópico (átomos y moléculas) y simbólico (fórmulas y dibujos que representan el nivel micro que no comprenden), dejando de lado el vínculo del conocimiento químico con los sucesos o eventos más cercanos a las vivencias del estudiante, las cuales le ofrecen experiencias con un sin número de materiales (sustancias y mezclas) que son de gran utilidad y aplicabilidad a la cotidianidad.

Por ello, la propuesta que se plantea reconoce la importancia de proporcionar a los estudiantes oportunidades de acercarse a los fenómenos químicos, experimentar e interactuar desde las ideas y la manipulación de los mismos para una mayor comprensión y establecimiento de vínculos entre lo perceptual (sensible a los sentidos) y el conocimiento generado en las ciencias (conceptos).

Se destaca el valor educativo de las actividades experimentales en este propósito, dado que a través de las mismas es posible familiarizarse perceptiblemente con los objetos de estudio, ganar conocimiento experiencial de las características que los identifica y diferenciarlos de otros, pensarse los hechos y analizar los comportamientos de los mismos, incluso, generar nuevos comportamientos. La experimentación en el laboratorio real, en este sentido, aporta aprendizajes sobre los eventos y fenómenos que se estudian que no proporciona una imagen en un texto o un video.

b) El uso de eventos cotidianos y planteamiento de situaciones problemáticas experimentales.

Las situaciones problemáticas experimentales es una estrategia didáctica cuyo objetivo es el incremento de la comprensión conceptual y procedimental de las ciencias, favoreciendo los procesos de autorregulación y metacognición por parte del estudiante. Consiste en proponer interrogantes destinados a plantear problemas cotidianos factibles de ser abordados en el contexto de trabajo, ya sea experimentalmente (laboratorio, aula, campo, etc.) o teóricamente (biblioteca, mediateca, consulta a expertos, etc.). Implica el desarrollo de diversas formas de enfoques y de resolución, así como de reflexión crítica y comunicación de resultados (oral, escrita, informática, etc.).

Esta tiene como objetivo que, los estudiantes a través del análisis una situación problema cercano a sus vidas cotidianas, definan y delimiten el problema a estudiar, también que, creen sus primeras hipótesis al respecto. Así mismo permite la comunicación y expresión de los modelos que tienen los estudiantes referentes al fenómeno de estudio, por lo que la comunicación entre pares promueve el dialogo, debate y construcción colectiva de nuevas ideas, las cuales serán sustentadas entre cada colectivo.

Las situaciones problemáticas experimentales se generan a partir de dos eventos cotidianos: la desinfección de heridas con “agua oxigenada” (H_2O_2) y consumo de oxígeno en la respiración de peces en un acuario (O_2). Las situaciones seleccionadas abordan el análisis de dos sustancias, la primera, el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), y la segunda, el agua (H_2O), se han seleccionado estos casos ya que son muy útiles para los propósitos investigativos dado que:

- Son sustancias que los estudiantes tienen un grado de conocimiento experiencial que favorece “hablar” sobre ellas con naturalidad.
- Los dos eventos son cotidianos, frecuentes en la vida real, por lo cual los estudiantes tienen igualmente experiencia vivencia sobre ellos.
- La segunda situación alude a una concepción de los estudiantes ya documentada en la literatura, respecto a que consideran que los peces toman el oxígeno de la molécula del agua y no el oxígeno disuelto en el agua. Concepción que debe ser considerada en la propuesta.
- La composición química de las dos sustancias, (H_2O_2 y H_2O), contienen hidrógeno y oxígeno, lo que favorecería un análisis que reduce la complejidad al estudiar los mismos elementos para cada caso.
- En cuanto a la secuencialidad de las actividades, se conoce que si se estudia la descomposición del peróxido de hidrógeno este genera agua y oxígeno; a su vez la descomposición del agua, genera hidrógeno y oxígeno. Por lo cual se aborda el estudio desde la comprensión desde un compuesto (H_2O_2) del que se obtiene otro compuesto (H_2O) y un elemento, seguido del estudio del compuesto H_2O a partir del cual se obtienen dos elementos, el hidrógeno y oxígeno. Por lo cual analizarían que los *compuestos* que están formados por varios elementos, 2 o más, y que poseen una estructura única, mientras que los *elementos* están formados por un solo tipo de átomos. Además, que los compuestos pueden ser descompuestos en elementos a través de una serie de procesos químicos.
- Se tiene la oportunidad de que los estudiantes se familiaricen con las sustancias ya sean compuestos o elementos. También se comprendería que la naturaleza química de la

composición de las sustancias, aunque sean los mismos componentes no las hacen iguales, pues cuando dos elementos se combinan para originar distintos compuestos, dada una cantidad fija de uno de ellos, las diferentes cantidades del otro que se combinan con dicha cantidad fija para dar como producto los compuestos, están en relación de números enteros sencillos (*ley de las proporciones múltiples*). Por ejemplo, la relación hidrógeno y oxígeno en el peróxido de hidrógeno es 2:2, mientras que en el agua es 2:1.

- Pese a que el peróxido de hidrógeno y el agua tienen la composición química de hidrógeno y oxígeno, son diferentes, esto permite que se analice que las sustancias se diferencian entre sí por sus propiedades (físicas y químicas) y a través de éstas las podemos distinguir unas de otras.

Las situaciones problemáticas que fueron elaboradas y presentadas a los estudiantes se describen a continuación:

La situación problema 1: “Espuma en las heridas”.

Plantea una problemática cotidiana en la que una estudiante (Carolina) se percató que tiene un sangrado en su rodilla y observa que cuando la enfermera del colegio aplica agua oxigenada sobre la herida “sale espuma de ella”. Dicho fenómeno le genera al estudiante el siguiente cuestionamiento ¿Por qué salió espuma en mi herida y luego esta bajaba en forma de agua? Este cuestionamiento permite analizar el cambio observable del agua oxigenada y la presencia de agua, luego de desinfectar la herida. La explicación a este hecho debe conllevar entender que ha ocurrido un cambio químico, de tipo descomposición en el que el peróxido de hidrógeno se descompone favorecido por la presencia de una enzima (catalizador) en la sangre generando agua (líquida) y oxígeno (burbujas) en la herida.

Es decir, se vivencia como una sustancia (compuesto) se descompone en otras sustancias más simples (compuesto y elemento) favorecida por catalizadores, a esto se le conoce descomposición catalítica.

La sangre contiene una enzima llamada catalasa que reacciona con el agua oxigenada descomponiéndola en oxígeno y agua, la catalasa se encuentra en la sangre. El oxígeno se

evidencia en forma de burbujas o espuma y también acercando una llama de fósforo que permite que esta llama aumente debido a la comburencia del oxígeno.



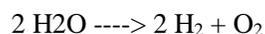
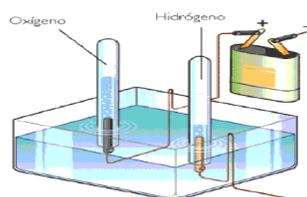
En la situación problema 2: “Pececitos en el agua”

se planteó el caso de un estudiante (Pedro) que observó que al paso de los días los peces que tenía en su acuario bajo unas condiciones morían, contrario a su compañero (Jaimito) quien también compro los mismos peces y la misma pecera, pero les instalo plantas naturales y un motor adicional.

En esta situación problema se presentaron dos argumentos por una parte el veterinario que explicaba: los peces murieron por la falta de oxígeno, mientras el estudiante (Pedro) argumentaba que este no era el motivo pues la pecera contiene suficiente agua con oxígeno en su composición para que los peces pudieran respirar. Dicha situación problemática le genera al estudiante el siguiente interrogante ¿Por qué los peces no respiraron el oxígeno (O_2), si había suficiente agua (H_2O)?

Este interrogante plantea la necesidad de comprender que la fuente de oxígeno que los peces requieren para respirar en el agua no proviene de la composición de las moléculas del H_2O del medio acuático, que para que ello ocurra es necesario que el agua sea sometida a un proceso experimental que permita su descomposición en hidrógeno y oxígeno respectivamente. Por lo cual, es necesario considerar otra fuente, como por ejemplo analizando la función que cumple el pequeño motor que se instala precisamente para oxigenar el agua, el cual proviene del aire atmosférico. Esta situación genera un conflicto en el estudiante ya que en la literatura se registra que es una concepción identificada en los estudiantes, la cual debe ser debatida, por ejemplo, desde evidencia empírica, como puede ser plantear procesos experimentales como la electrólisis del agua. Siendo un recurso pedagógico muy importante el uso de los aportes de la historia de la química, desde la cual se indica que constituyó uno de los experimentos más importantes de la química.

Figura 2. Electrólisis del agua



c) *La historia de la química como recurso pedagógico para la enseñanza de la química*

Se realiza revisión bibliográfica del análisis histórico del concepto de sustancia para identificar algunas de las dificultades de aprendizaje que se presentan en la comprensión del concepto *sustancia* en el estudiante y así mismo, los problemas que tuvo que resolver la ciencia para llegar a la construcción de éste, se plantea la revisión bibliográfica, materializado en esta investigación como “un breve recorrido histórico”.

Furió & Domínguez, (2007) afirman que la investigación sobre concepciones alternativas está centrando su atención en el análisis de cómo aprende y progresa el estudiante para elaborar hipótesis de progresión en cada dominio específico (Millar, 1996; Rahayu y Tytler, 1999). Este conocimiento empírico del progreso de aprendizaje puede servir para fundamentar psicológicamente la secuenciación de los contenidos a enseñar (Cañal, 1997). Algunos investigadores opinan que esta secuenciación también puede basarse en una fundamentación epistemológica de la ciencia a enseñar (Mortimer, 1995). Según esta última opinión, el análisis histórico y epistemológico puede ser una herramienta de gran ayuda, ya que se ha detectado cierto isomorfismo entre determinados conceptos resistentes al proceso de enseñanza-aprendizaje y algunos de los problemas que se presentaron a lo largo de su construcción en la historia de la ciencia (Furió, Hernández y Harris, 1987; Wandersee, Mintzes y Novak, 1994).

Así mismo, para la elección del concepto a trabajar en esta investigación se tuvo en cuenta la historia experimental de la química. (Chamizo J. , 2009) propone desde la historia en función de la didáctica, los diez experimentos que permiten contar la historia de la química de manera cronológica y que puede ser reconstruidos con aparatos modernos en un laboratorio escolar. Dentro de estos, con el advenimiento de las pilas eléctricas, se destaca *la descomposición del*

agua por electrólisis de W. Nicholson, pues posterior a este, la historia de la química se pobló, de nuevos elementos producidos por la ruptura de diversos materiales, entre ellos el antiguo elemento *agua*.

Por lo anterior, para esta investigación es importante retomar dicho experimento dado que, permite relacionar los conceptos construidos a lo largo de la historia con los fenómenos reales y observables, como el caso del concepto sustancia, específicamente, el agua. Puesto que ésta es una sustancia pura compuesta (con propiedades específicas, masa constante de sus componentes y formada por un solo tipo de partícula). De manera que, en el proceso de la electrólisis se evidencia su composición y sus propiedades, en la descomposición de sus elementos.

d) La indagación de las concepciones alternativas sobre el concepto macroscópico de sustancia.

Teniendo presente lo anterior, es importante detectar las dificultades y/o confusiones que puede generar el concepto de sustancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes, por esto, la importancia de indagar las concepciones alternativas que estos llevan al aula a partir de sus experiencias. Por lo anterior en la presente investigación se sugiere la aplicación de encuestas y talleres.

Para determinar las experiencias de los estudiantes se aplicaron dos cuestionarios a manera de encuestas para tal fin. El primer cuestionario nos permitiría conocer las experiencias que el estudiante ha tenido en la realización de trabajos en el transcurso de su escolaridad en las ciencias naturales y específicamente, en el campo de la química. El segundo cuestionario es en relación a las propiedades y los elementos relacionados con la composición de la sustancia: *agua*.

En cuanto a la indagación de las concepciones de los estudiantes sobre el concepto de sustancia, se realizaron dos talleres. El taller 1 se aplicó de manera grupal en aspectos como la relación de subordinación entre los pares de conceptos básicos, materia- sustancia y mezcla-compuesto; el taller 2 se aplicó de manera individual en aspectos como la diferenciación entre los conceptos de mezcla y sustancia (compuesta y simple).

e) El uso del laboratorio didáctico para el aprendizaje de la química.

Respecto a las actividades experimentales, son uno de los aspectos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental, asimismo, en cuanto al desarrollo de ciertas habilidades del pensamiento de los estudiantes y al desarrollo de cierta concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas.

Su papel es importante en cuanto despierta y desarrolla la curiosidad de los estudiantes, ayudándolos a resolver problemas y a explicar y comprender los fenómenos con los cuales interactúan en su cotidianidad. Por ende, el trabajo de laboratorio como actividad experimental favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad. Además, el estudiante pone en juego sus conocimientos previos y los verifica mediante las prácticas.

f) Uso de materiales de laboratorio de bajo costo

Las actividades experimentales son uno de los elementos fundamentales para lograr un conocimiento más exacto de la química (Flores, et al, 2009). Sin embargo, su implementación en las aulas de clases se ve limitada por el costo de los materiales de laboratorio, su difícil acceso o incluso por la falta de laboratorios. De modo que, en este trabajo surge como alternativa desarrollar y promover experiencias prácticas asequibles y de bajo costo (materiales de uso cotidianos) como propuesta para el trabajo experimental por parte de los profesores como apoyo en sus clases de química.

Algunos de los materiales que se usaron para la realización de algunas actividades fueron: Puntillas 3/4", vasos desechables transparente de 3,5Oz, cartón paja, botella pequeña de agua, agua oxigenada, papa, alcohol, aceite, sal, vinagre, jeringa, un regulador, etc.

Figura 3. Imágenes de la construcción del montaje para la actividad de la electrólisis.



g) El trabajo cooperativo en el trabajo de laboratorio

El trabajo en el laboratorio se caracteriza por establecer relaciones estratégicas donde los estudiantes deben asumir roles tanto independientes como de grupo. Deberán dividir las tareas y al final retroalimentarse. Así mismo cada grupo debe ser auto evaluativo, es decir, cada estudiante debe juzgar tanto su labor, como la de sus compañeros, lo que permitirá promover un aprendizaje colaborativo en los estudiantes. Obteniendo como resultado una mejoría en el aprendizaje y desarrollo de los estudiantes, además de lograr encaminar mejor su visión de ciencias como una construcción social y permitirles hacer parte de su proceso de aprendizaje. Además de ello, los estudiantes estarán organizados en pequeños grupos de no más de 5 personas, en los cuales el docente debe aclarar que no es un trabajo en grupo tradicional. Pues esta organización tiene un propósito pedagógico, que es de vital importancia aclarar, pues ellos deben ser conscientes de los aprendizajes.

Con respecto al rol del maestro es ser un guía, es decir, él debe potenciar las actividades propiciando una atmósfera que sea amena para favorecer el desempeño de los estudiantes. Además de ello debe velar porque dicho ambiente propicie el diálogo e intercambio de ideas en los mismos de forma clara, estableciendo normas de comportamiento y reglas de intervención y participación, como escuchar a sus compañeros. Esto se puede lograr preguntando al azar que dijo el anterior compañero, esta estrategia permite que los estudiantes estén atentos a las posiciones de los demás y los debates y discusiones sean más enriquecedoras.

Igualmente, el docente debe estar presto a los pequeños grupos rotando por ellos y preguntado sobre los procesos que están ocurriendo en cada uno de estos. Esto con el objetivo de evitar desviaciones de la clase y corregir malas interpretaciones a tiempo por medio de preguntas problema, que guíen al estudiante y permitan que sus concepciones alternativas evolucionen a ideas más cercanas a las consensuadas por la ciencia.

Plan de actividades para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia

La elaboración de la propuesta de aprendizaje del concepto macroscópico de sustancia implicó el diseño y desarrollo de la secuencia de 10 actividades, con el fin de superar dichas dificultades y promover la construcción de conocimientos vinculados a la definición operacional

(macroscópica) de sustancia, la diferenciación entre sustancia compuesta y mezcla de sustancias simples.

La propuesta se agrupa en dos, las actividades de exploración de conocimientos escolarizados y actividades de construcción y modificación de concepciones previas.

A. Actividades de exploración de conocimientos escolarizados (aprendizajes previos)

Se proponen dos actividades 1 y 2 en las cuales se indaga sobre los conocimientos que los estudiantes tienen respecto a algunos conceptos básicos asociados a mezcla y sustancia a nivel microscópico y la relación conceptual entre los mismos, al igual que el reconocimiento de mezclas y uso de métodos separación de mezclas (métodos físicos).

B. Actividades de construcción y modificación de concepciones previas

La construcción y modificación de concepciones previas comprenden diversas actividades:

- Actividades de iniciación en las que se examinan algunas propiedades de las sustancias – peróxido de hidrogeno y agua-. (*Actividad 3*).
- Presentación y análisis de la situación problemática 1, que refiere al contexto del uso del peróxido de hidrógeno para la desinfección de heridas. Se comprende el problema y la pregunta central. (*Actividad 4*)
- Exploración de las concepciones de los estudiantes a partir de la formulación de explicaciones (a modo de hipótesis) al problema planteado en la situación problemática 1. (*Actividad 5*)
- Actividades experimentales en las que se estudia la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno apoyada en catalizador biológico (enzima). Para obtener agua y oxígeno. (*Actividad 6*)
- Presentación y análisis de la situación problemática 2, que refiere al contexto de la respiración en peces. Se comprende el problema y la pregunta central. Se analiza la fuente de oxígeno que consumen los peces. En el que se analiza si proviene del agua o del aire. (*Actividad 7*)
- Exploración de las concepciones de los estudiantes a partir de la formulación de explicaciones (a modo de hipótesis) al problema planteado en la situación problemática 2. (*Actividad 8*)
- Actividades experimentales en las que se estudia la reacción de un metal al ser expuesto en agua. Para evidenciar si contiene gases atmosféricos disueltos en ella. (*Actividad 9*)

- Actividades experimentales en las que se reconocen aspectos observables de la disolución de gases en el agua (*Actividad 10*)
- Actividades experimentales donde se identifican y se caracterizan algunas sustancias a partir de sus propiedades físicas. (*Actividad 11*)
- Actividades experimentales en las que se descompone el agua basado en el propuesto por Nicholson (2008) a través de electrólisis. Para obtener hidrógeno y oxígeno. (*Actividad 12*)

La tabla 5 muestra el plan de actividades para la enseñanza del concepto macroscópico de sustancia. Se plantea la secuencia de actividades en el que se indica propósito, tipo de actividad, contenidos, pregunta orientadora, descripción y tiempo.

5.2.2 Implementación del plan de actividades

La implementación del plan de actividades y los resultados obtenidos se presentan de acuerdo a la agrupación realizada: A. Actividades de exploración de conocimientos escolarizados (aprendizajes previos) y B. Actividades de construcción y modificación de concepciones previas.

Tabla 5. Diseño de la secuencia de las actividades propuestas.

PLANEACIÓN DE LA PROPUESTA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO MACROSCÓPICO DE SUSTANCIA						
ACTIVIDAD	Propósito	Tipo de actividad	Contenidos	Pregunta orientadora	Descripción	Tiempo (hora)
C1	Indagar sobre los intereses, ideas y experiencias acerca de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales.	Cuestionario 1: Indagación de experiencias.	Actividad experimental	¿Qué experiencias y acercamientos tiene con la actividad experimental?	Se aplica el cuestionario de manera individual, con el fin de reconocer las experiencias que posee cada estudiante sobre la actividad experimental.	½ Hora
1	Analizar las conexiones que los estudiantes construyen entre los conceptos más generales y los subordinados.	Exploración de conocimientos.	Materia, sustancia, mezcla, elementos y compuestos.	¿Cómo es la relacionan entre materia y la sustancia? ¿Cómo es la relación entre mezcla y compuesto?	Se le presenta al estudiante un esquema conceptual, el cual deben completar utilizando unas nociones dadas. Seguidamente, con estas debe establecer proposiciones.	1 Horas
2	Determinar si distingue entre una sustancia y una mezcla tanto a nivel microscópico y macroscópico, entre varios sistemas materiales.	Exploración de conocimientos.	Sustancia y mezcla	¿Indicar que sistemas materiales son una mezcla y cuales están formados por una única sustancia?	Se le presenta una serie de sistemas materiales (imágenes) y donde debe indicar y justificar cual (es) considera una sustancia. Además, se presenta una situación donde debe elegir el método más indicado para la separación de una sustancia.	1 Horas
3	Examinar y comparar las propiedades físicas del agua y el peróxido de hidrogeno.	Exploración de propiedades físicas.	Propiedades del agua y el peróxido de hidrogeno	¿Cuáles podrían ser las semejanzas y las diferencias del agua y el agua oxigenada?	Se le presenta al estudiante dos recipientes uno con agua y el otro con peróxido de hidrógeno, luego deberá identificar ciertas propiedades y establecer semejanzas y diferencias entre ellos.	

4	Presentar la situación problema sobre la descomposición del peróxido de hidrogeno.	Planteamiento de la situación problema: Espuma en la herida.	Habilidad para dar solución al planteamiento de problemas	¿Por qué salió espuma en mi herida y luego está bajaba en forma de agua? y ¿por qué cuando caían algunas gotas de agua oxigenada en otra parte de mi pierna no se observó la espuma?	Se presenta a los estudiantes una situación problema común, la cual ilustra, la obtención de “espuma” en una herida, es decir, la descomposición del peróxido de hidrogeno en presencia de un catalizador.	1 Hora
5	Construir con los estudiantes hipótesis e ideas iniciales sobre la situación problema anterior.	Formulación de hipótesis a la situación problema	Habilidad de formulación de hipótesis, comunicación y argumentación.	¿Por qué salió espuma en mi herida y luego porque está bajaba en forma de agua? ¿Por qué cuando caían algunas gotas de agua oxigenada en otra parte de mi pierna no se observó la espuma?	Se socializa las respuestas que expusieron los estudiantes frente a la situación problema.	1 Horas
6	Reconocer el proceso de descomposición e identificar los elementos que hacen parte de la descomposición del peróxido de hidrogeno.	Experimentación: descomposición del peróxido de hidrogeno	Descomposición del peróxido de hidrogeno	¿Qué productos se obtiene en la descomposición del peróxido de hidrogeno?	Se realiza la práctica que consistió añade un catalizador (papa) al agua oxigenada. Para producir una reacción y obtener como resultado la descomposición del peróxido de hidrogeno.	1½ Horas
7	Presentar la situación problema sobre la obtención del oxígeno en l respiración de los peces.	Planteamiento de la situación problema: Pececitos en el agua.	Habilidad para dar solución al planteamiento de problemas	¿Por qué los peces no respiraron el oxígeno (O ₂), si había suficiente agua (H ₂ O)?	Se presenta a los estudiantes una situación problema común, la cual ilustra, la obtención del oxígeno, para la respiración de los peces en dos condiciones diferentes.	1 Hora
8	Interpretar como los estudiantes están concibiendo la composición del agua y la obtención del oxígeno en la respiración de los peces.	Indagación sobre la respiración de los peces	Composición del agua, obtención del oxígeno	¿Los peces respiran oxígeno? ¿De dónde lo obtienen para respirar	Se le expone al estudiante una serie de preguntas en donde deberán explicar dónde y cómo obtiene el oxígeno los peces para su respiración. Y por último	1 Hora

					se le propone ilustrar por medio de un dibujo.	
9	Establecer criterios de comparación respecto a los cambios generados en los metales con respecto a la variación en la composición del agua.	Experimentación: metal en el agua	Oxidación	¿Cómo influye la composición del agua en la apariencia física de un metal? ¿Qué variación hay en los medios, para evidenciar el cambio de apariencia en los metales que se encontraba en uno de ellos?	Se realiza el montaje del experimento, elaborando dos medios en condiciones diferentes y se le añade el metal. Al siguiente día se observan los cambios ocurridos en el metal.	2 Días
10	Reconocer los aspectos visibles (macroscópicos) del agua con gases disueltos.	Experimentación: Disoluciones de gases en agua.	Disoluciones en el agua	¿Qué son esas burbujas que se observa en las botellas de agua?	Se le presenta al estudiante dos botellas de agua una con gas y la otra sin gas, con el fin de que comparen y hagan analogías de los aspectos que se hacen visibles en ellas.	1 Horas
11	Identificar las sustancias mediante el reconocimiento de sus propiedades físicas.	Experimentación: Caracterización de sustancias a partir de sus propiedades.	Propiedades físicas de la sustancia	¿Cómo identifico cada sustancia teniendo en cuenta algunos de su estado físico?	Se le presenta al estudiante varias sustancias de su cotidiano en recipientes y mediante observación, tacto, aplicación de corriente, debe identificar dichas sustancias.	2 Horas
12	Reproducir el prototipo de la electrólisis para la descomposición del agua.	Experimentación: Descomposición del agua.	La descomposición del agua (electrolisis)	¿Cómo se evidencia el proceso de la descomposición del agua, utilizando corriente eléctrica?	Se le explica el procedimiento que debe realizar para el montaje del experimento y luego se procede a exponer y desarrollar la práctica para descomponer el agua.	1½ Horas

A. Exploración de los conocimientos escolarizados aprendidos anteriormente

La exploración de los aprendizajes logrados por la escolaridad previa se realiza a través de dos actividades:

Actividad 1. La actividad 1 (anexo 5) se aplicó a los estudiantes organizados en pequeños grupos se centró en la relación que establecen los estudiantes entre conceptos básicos: materia- sustancia y mezcla- compuesto, para determinar si los estudiantes saben diferenciar entre una mezcla y sustancia, y la relación de unos conceptos con otros, identificando cuales son más generales y cuales están más subordinados. Es importante decir que estos conceptos han sido enseñados en años anteriores.

Esta actividad consta de dos tareas, la primera en completar el esquema de un mapa conceptual constituido 15 espacios identificados con las letras entre la A y la Ñ, en el que se debía relacionar entre si las palabras: heterogénea, mezcla, agua, azufre, sal, sustancia simple, sustancia compuesta, aire, homogénea, materia, sustancia, cobre, leche, disolución y bicarbonato de sodio. Como segundo propósito y teniendo en cuenta las conexiones realizadas en el mapa conceptual se debía establecer oraciones con las nociones correspondientes a las letras.

Los resultados se muestran en la tabla 6, se indican el porcentaje de estudiantes que responden la solicitud de establecer relaciones entre los conceptos. Para sintetizar se indican los conocimientos aprendizajes correctamente y también los datos obtenidos que indican las dificultades encontradas.

Tabla 6. Respuestas de los estudiantes respecto a la relación de subordinación entre los conceptos

Relación conceptual sobre conceptos de sustancias y mezclas	%	Ejemplifican el agua como mezcla homogénea (disolución)	50%
Clasifican la materia en sustancias y mezcla	100%	Ejemplifican el aire como una sustancia compuesta	83.3%
Clasifican la mezcla en homogénea y heterogénea	100%	Ejemplifican la leche como una sustancia compuesta	50%
Subordinan sustancia simple y sustancia compuesta de sustancia	100%	Ejemplifican la sal como una mezcla homogénea (disolución)	50%
Subordinan disolución de mezcla homogénea	100%	Ejemplifican el bicarbonato de sodio como una mezcla homogénea	33.3%

Teniendo en cuenta las conexiones realizadas en el mapa conceptual según el siguiente esquema (figura 4). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 6.

Figura 4. Esquema conceptual propuesto en la segunda tarea de la actividad 1.

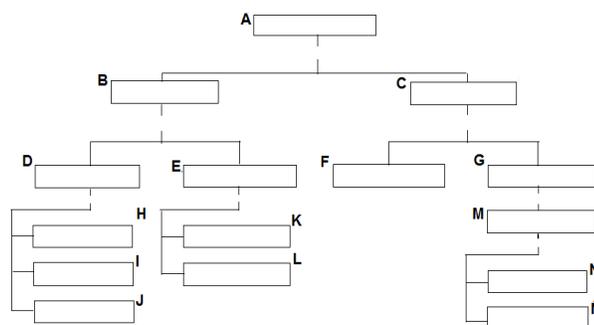


Tabla 7. Respuestas de los estudiantes respecto a la relación entre conceptos

Conceptos	Relación entre los conceptos
A, B y C	“La química estudia la materia y esta se puede dividir por mezclas y sustancias” (estudiante 1)
B y	“Las sustancias y las mezclas son diferentes” (Estudiante 2)
B, D y E	“Las sustancias están conformadas por sustancias simples y sustancias compuestas” (Estudiante 3)
C, F y G	“Las mezclas se dividen en homogénea y heterogénea” (Estudiante 4)
G y M	“Las mezclas homogéneas son disoluciones”(Estudiante 2)
M, N y Ñ	“La disolución se pueden dar ejemplos como la leche y el bicarbonato de sodio” (Estudiante 2)
D, H, I y J	“Ejemplo de sustancias compuestas son el agua, el aire y la sal” (Estudiante 1)
E, K y L	“El cobre y el azufre hacen parte de una sustancia simple” (Estudiante 5)

Los resultados en esta actividad dan cuenta de que los estudiantes establecen correctamente la relación entre los conceptos generales (materia, sustancia, mezcla,) y a su vez estos con los específicos (sustancia simple, sustancia compuesta, mezcla homogénea, mezcla heterogénea); la dificultad de los estudiantes radica en la ejemplificación de los conceptos, ejemplo: consideran el agua, la sal y el bicarbonato de sodio como mezcla y no como una sustancia compuesta, consideran el aire y la leche como sustancia compuesta y no como una mezcla.

Actividad 2. La actividad 2 se aplicó los estudiantes, dividido en tareas, buscando reconocer aspectos como la diferenciación entre los conceptos de mezcla y sustancia (compuesta y

simple). Tiene como objetivo identificar si los estudiantes hacen la distinción entre una sustancia y una mezcla a nivel macroscópico (materiales comunes) y a nivel microscópico (imágenes). Indicando entre varios sistemas materiales, cuales están formados por una única sustancia.

En ese sentido la primera tarea consistió en determinar si los estudiantes distinguían entre una sustancia y una mezcla a nivel macroscópico, debían indicar entre varios sistemas materiales, cuales estaban formados por una única sustancia. Dentro de los que se señalaban elementos como luz, aire, agua, fuego, tierra y la onda de radio; asemejando el primer intento de generalizar las percepciones inmediatas y sensibles, radicada en los cuatro elementos de Empédocles (490-430 a.n.e.), como "raíces" eternas e inmutables del universo y considerados como el fundamento último de todos los fenómenos naturales.

En esta tarea *todos* los estudiantes participantes identificaron al agua como sustancia, señalando que está compuesta por elementos o propiedades fijas. En cuanto al aire y el fuego *la gran mayoría* de los estudiantes consideraron como sustancias a estos materiales. En relación a la luz y a la tierra, esta fue identificada como sustancia por *la mayoría* de los estudiantes y la onda de radio fue identificada como sustancia por *pocos* estudiantes.

En definitiva, se encuentra que los estudiantes presentan las siguientes dificultades:

- La mayoría de los estudiantes, consideran casi todos los ejemplos presentados como *sustancia* (materiales en sentido amplio), es decir, mezclas o compuestos, pero no hacen la clasificación como sustancias simples o elementos químicos.
- Hacen uso de la definición operacional de sustancia (cuerpo con un conjunto de propiedades físicas y químicas características) para argumentar que el agua es una sustancia, pero no tiene claridad del concepto para afirmar que los otros materiales que se le nombra no son sustancia.
- Basan sus conocimientos en la tabla periódica, para afirmar que, si un material tiene varios elementos, es considerado una sustancia, sin tener presentes que sus propiedades varían, ejemplo: el aire.

La segunda tarea de la actividad consistió en establecer si los estudiantes utilizan el concepto macroscópico de sustancia; se plantea el contexto de una reacción química entre el Fe y el S, donde se debe reconocer que la nueva sustancia formada por el FeS, posee unas características específicas diferentes a la de las dos sustancias elementales que lo componen.

En ese sentido el cuestionamiento hace énfasis en lo siguiente: En el laboratorio, ponemos en un recipiente un poco de hierro y algo de azufre, ambos en polvo. Al calentar fuertemente obtenemos un sólido negro, el sulfuro de hierro. ¿Cómo crees que podríamos separar, en el sólido negro obtenido, el hierro del azufre? Para ello se le propone tres métodos, se solicita que explique su elección:

- a) Con un imán potente podría separarse el hierro.
- b) Disolviendo el azufre con un disolvente y, después, separando por filtración.
- c) Calentando fuertemente el sulfuro de hierro hasta que se descomponga.

En esta tarea los estudiantes han presentado diversas opciones de respuestas frente al caso propuesto. En ese sentido la opción c con el 71%, ha sido la respuesta con más participación optaron por señalar a la descomposición térmica como la manera ideal de separación. El resto de los estudiantes (29%) eligieron la opción a.

Al argumentar la respuesta los estudiantes han señalado que se podría separar el sólido negro obtenido del hierro del azufre al calentar fuertemente el sulfuro de hierro, este se descompone y queda líquido, luego se separan los líquidos por medio de decantación o evaporación; al descomponer la mezcla se convierte en una sustancia líquida. Siendo esta opción de respuesta válida dentro del ejercicio.

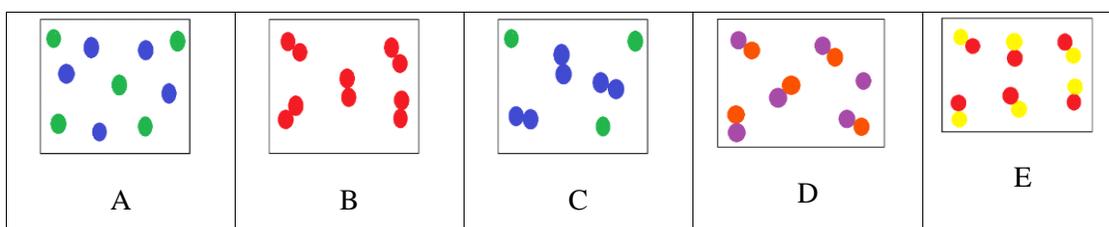
En cuanto a las separaciones físicas de los elementos combinados en el compuesto como método ideal, *un mínimo* de estudiantes optó por dicha respuesta, señalando que al pasar un imán los pedazos de hierro quedarán o saldrán fácilmente y porque disolviendo el azufre con un disolvente y, después, separando por filtración es el método de separación más adecuado a seguir.

Tabla 8. Tendencia de las respuestas fase 2

Método de separación	%
*Descomposición térmica (respuesta c)	71%
Separación física de los elementos combinados en el compuesto (respuesta a y b)	29%
Total	100%

*Respuesta correcta

La tercera tarea tiene como finalidad identificar si en el nivel microscópico los estudiantes distinguen una mezcla de una sustancia. En este proceso se plante el análisis didáctico a una serie de dibujos que representan un material; el ejercicio indica que cada bolita simboliza una partícula y las del mismo color son partículas idénticas, en ese hecho los estudiantes deberán señalar cual(es) son una mezcla y cual(es) son una sustancia con una justificación.

Figura 5. Tercera tarea de la actividad 2

En el desarrollo de la tercera tarea los estudiantes han indicado los siguientes aspectos:

Tabla 9. Respuestas de los estudiantes en la tercera tarea en la actividad 2

Selección	Justificación	%
Los dibujos A, C, D y E son mezclas	“Hay más de dos sustancias o partículas diferentes”. “Las moléculas no son idénticas o son diferentes”. “Debido a que estos dibujos presentan o están compuestos por varias partículas” “Porque están formada por varios elementos” “Debido a que su composición está relacionada a varias partículas” “Porque presenta una composición diferente”	100%
El dibujo B es una sustancia	“Debido a que solo se observa un elemento” “Ya que tiene sustancias o moléculas iguales” “Debido a que está compuesto por una sola partícula” “Debido a que solo posee una partícula” “Debido a que presenta solo una composición” “Porque está compuesta por una partícula”	100%

Teniendo en cuenta lo señalado por los estudiantes en los dibujos A, B, C, D y E, se identifica que los participantes logran identificar con mayor facilidad los conceptos de mezcla y sustancia simple, ya que el 100% de los participantes respondieron de manera lógica y justificada la interpretación de la tercera tarea. Como indicador de aprendizaje se obtiene que los estudiantes clasifican empíricamente, la materia en mezclas y sustancias, ya que conceptualizan microscópicamente una sustancia como aquel material formado por un conjunto de partículas iguales. En el desarrollo de la actividad se observa que los estudiantes tienen la capacidad de reconocer parámetros básicos de la química, los cuales aportan a la resolución de situaciones como los planteados en la presente actividad.

Pero en la identificación de sustancia compuesta (dibujo E), hubo confusión pues, *todos* los estudiantes lo clasificaron como mezcla, asociando la palabra *sustancia* con el concepto de *sustancia simple* formada por átomos iguales.

En definitiva, la exploración de los conocimientos escolares aprendidos previamente por los estudiantes en las *actividades 1 y 2* se pudo encontrar respecto a los conocimientos de los estudiantes sobre el concepto macroscópico de sustancia que:

- Cuando un material está formado por más de un tipo de átomo, independientemente de que se encuentren enlazados o no, la mayoría de los estudiantes no diferencian entre mezcla y compuesto.
- Falta de claridad en la definición operacional de sustancia, por lo que carecen de criterio para reconocer si un sistema material tiene una o más sustancias.
- La mayoría de los estudiantes, al no disponer del concepto macroscópico de sustancia opuesto al de mezcla, piensan que todos los materiales que se nos presentan son sustancias.
- Un gran número de estudiantes utiliza el concepto macroscópico de sustancia en el contexto de una reacción química. Específicamente en sustancias compuestas por dos elementos.
- Explicitan que el término materia incluye al de sustancia y al de mezcla. El hecho de no disponer de una definición clara no les impidió disponer de criterios para reconocer que

la sustancia se divide en simples y compuestas y que el termino mezcla se divide en heterogénea y en homogéneas.

- Desconocen el termino disoluciones considerándolo como compuesto, por lo que los estudiantes no distinguen macroscópicamente un material como mezcla o como compuesto.

A. Actividades de construcción y modificación de concepciones previas

Este grupo de actividades la conforman siete actividades (actividades de la 3 a la 10).

Actividad 3. Examinemos algunas propiedades de las sustancias

El objetivo de esta actividad consistía en que los estudiantes dieran cuenta de las semejanzas y diferencias que pueden establecer entre dos sustancias: el agua y el agua oxigenada, teniendo en cuenta algunas propiedades y composición (aunque macroscópicamente parezcan iguales), para eso se presentó dos muestras a las cuales debían registrar las siguientes características: color, olor, sabor, pH, densidad.

Los resultados se presentan color, olor, pH, densidad y sabor obteniéndose lo siguiente:

Color: se establece las características otorgadas por los estudiantes respecto al color del agua y del agua oxigenada. En ese aspecto el 50% de los estudiantes participantes afirmaron que el agua presenta un color transparente, seguido por un color blanco o translucido con el 25% respectivamente. En cuanto al agua oxigenada, todas las opciones de respuesta presentaron opción de respuesta, transparente, blanca, translucida y amarillenta con el 25% para cada una.

En esta respuesta se evidencia cierta imprecisión de términos, pues mencionan los términos blanco, translucido y trasparente, considerando que funcionan como sinónimos al término incoloro. Del mismo modo, ocurre con el agua oxigenada, ya que algunos estudiantes en las respuestas señalaron la coloración de ésta como amarillenta, pudiendo interferir la superficie o que haya sido observada a través de la luz solar.

Olor: En cuanto al olor del agua y del agua oxigenada se indica que el 75% de los estudiantes señala que el agua es inodora y el 25% de los estudiantes señala que el agua tiene otro tipo de olor similar a la menta. Para el caso del agua oxigenada el 75% de los estudiantes señala que el olor es similar al cloro y el 25% de los estudiantes indico el olor del agua oxigenada similar a los desinfectantes.

pH: Con respecto al pH, se hizo con el uso de un indicador (cinta pH), el cual fue sumergido en cada una de las muestras y los resultados de todos los grupos coincidieron en que el agua tiene un pH neutro, a diferencia del agua oxigenada que marco un pH ácido. Según las fuentes bibliográficas el pH del agua oxigenada en una concentración del 35% al 50% tiene un $\text{pH} \pm 2.0-4.0$.

Densidad: Para el reconocimiento de la densidad de ambas sustancias, se utilizó el aceite como referente para la comparación, en ese sentido se indica que el 100% de los estudiantes participantes en la actividad afirmaron que la densidad tanto del agua como la del agua oxigenada son mayor que la del aceite, pues al verter esté sobre ambas muestras, quedo en la superficie de los recipientes.

Sabor: En cuanto al sabor del agua y del agua oxigenada, los estudiantes en un 75% indican que el agua no tiene sabor, el 25% restante indico que esta tiene un sabor “normal” es decir, para el paladar de los estudiantes el sabor del agua es el mismo, sin ninguna alteración. Para el caso del agua oxigenada el 100% de los estudiantes registraron que el agua oxigenada tiene un sabor a cloro. Independientemente, de la percepción sensorial del paladar, el agua oxigenada tiene un sabor fuerte y quizás desagradable para los estudiantes, dato que coincide con las fuentes, donde afirman que el peróxido de hidrogeno tiene un suave olor a picante.

Finalmente, en esta actividad previa se plantean dos interrogantes a manera de preguntas abiertas, el primero hace énfasis en la composición del agua oxigenada. El 75% de los estudiantes en este interrogante consideran que el agua oxigenada está compuesta por H_2O_2 argumentando que la composición del agua oxigenada es la misma que la del agua, pero con una molécula de oxígeno más. En este proceso los estudiantes señalan que la composición del agua oxigenada es H_2O_2 una molécula más de oxígeno que la del agua, esta es la que crea las burbujas.

Por otra parte, el 25% de los estudiantes manifestaron que el agua oxigenada estaba compuesta por las mismas moléculas del agua, pero con una adicional de ácido. Esta última respuesta estuvo justificada por los resultados obtenidos en las características que habían detectado anteriormente, como el sabor y el olor.

El segundo interrogante hace referencia a las semejanzas del agua y del agua oxigenada, en ese sentido la tabla 16 indica que los estudiantes en cuanto a la apariencia macroscópicamente no se observa ninguna diferencia entre ellas, por eso las apariencias suelen ser similares; en cuanto a las propiedades los estudiantes observan semejanzas en la densidad, estado (líquido) y coloración y referente los elementos que las componen los estudiantes indican que ambas sustancias comparten elementos (H y O) en su composición, aunque con propiedades diferentes.

Tabla 10. Semejanzas del agua y del agua oxigenada

¿Cuáles podrían ser las semejanzas del agua y el agua oxigenada?	
Apariencias	Macroscópicamente no se observa ninguna diferencia entre ellas, por eso su apariencia suelen ser similares.
Propiedades	Como la densidad, estado (líquido), coloración.
Elementos	Ambas sustancias comparten elementos (H y O) en su composición, aunque en propiedades diferentes.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la actividad previa, los estudiantes tienen la capacidad de identificar las semejanzas y diferencias que se pueden establecer entre el agua y el agua oxigenada. Durante el desarrollo de la actividad plantearon relaciones asertivas frente a las preguntas que se hicieron acerca de la caracterización, estructuración y composición de las muestras en el color, olor, sabor, pH y densidad.

En lo que toca a los aportes al concepto macroscópico de sustancia, esta actividad permitió que el estudiante distinguiera las propiedades físicas (los referentes macroscópicos) del agua y del agua oxigenada.

Actividad 4. Situación problemática sobre desinfección de heridas con “agua oxigenada”

¡ESPUMA EN LAS HERIDAS!

Carolina y Sandra son compañeras de escuela, una tarde se encontraban jugando pelota en el recreo, cuando de repente sin intenció Sandra tropezó con su amiga Carolina, está calló en el pavimento, causándole un fuerte dolor en su rodilla.

Cuando Carolina se colocó de pie, observó que su rodilla se encontraba sangrando, juntas se marcharon para la enfermería del colegio.



Al llegar la enfermera le pidió a

Carolina sentarse en la camilla para limpiar la herida con agua y así remover un poco la arena que se encontraba en su pierna, para luego la enfermera aplicarle un poco de agua oxigenada y evitar así que la herida se infectara, Carolina no quería, pues, creía que esto le generaría más dolor. La enfermera le dijo que solo sentiría unas cosquillitas, pero no causaría molestia.

Le enfermara con mucho cuidado limpio la herida con agua, después tomó un poco de algodón y aplicó agua oxigenada sobre la herida de Carolina. Está con mucho miedo observó que cuando la enfermera aplicaba el agua oxigenada salía un poco de espuma sobre su herida al igual que el cosquilleo que le dijo la enfermera al inicio.

Al terminar de limpiar la enfermera le colocó una cura para evitar que Carolina se lastimara la herida y esta volviera a sangrar.

Cuando Carolina llega a casa con un poco de curiosidad se pregunta, ¿por qué salió espuma en mi herida y luego está bajaba en forma de agua? y ¿por qué cuando caían algunas gotas de agua oxigenada en otra parte de mi pierna no se observó la espuma?

Actividad 5. Indagación sobre las ideas de los estudiantes, referidas a la situación 1.

Esta actividad tenía por objetivo indagar sobre las ideas o concepciones de los estudiantes que serán identificadas a partir de las respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta planteada en la situación problemática ¡Espuma en las heridas!

Tabla 11. respuestas de los estudiantes sobre las preguntas de la situación problemática 1

Preguntas problema	Respuestas de los estudiantes
¿Por qué salió espuma en mi herida y luego está bajaba en forma de agua?	<ul style="list-style-type: none"> · <i>“Porque el agua oxigenada contiene una sustancia la cual desinfecta la herida”.</i> · <i>“Porque la herida estaba infectada”.</i> · <i>“porque el agua oxigenada lo que hace es quitar y matar la infección por eso sale espuma”.</i> · <i>“Porque a la hora de tirar gotas de agua oxigenada se forma burbujas debido a que la herida está infectada”.</i> · <i>“...el agua hizo su función de limpieza”.</i>
¿Por qué cuando caían algunas gotas de agua oxigenada en otra parte de mi pierna no se observó la espuma?	<ul style="list-style-type: none"> · <i>“Porque no había herida, ni infección”</i> · <i>“Porque no estaba abierta...”</i> · <i>“Porque el agua oxigenada hace efecto es en una herida abierta y no cerrada”</i>

La indagación de la anterior situación problema concluye que:

- El estudiante desconoce que la presencia de espuma en la herida se debe a un proceso de reacción del agua oxigenada en contacto con la herida (sangre).
- El estudiante no relaciona la espuma como presencia de gas.
- El estudiante reconoce la situación que se le presenta desde su experiencia cotidiana, es decir, explicando su uso fisiológico.
- El estudiante no explicita que la presencia de espuma se debe a una acelerada reacción de descomposición del agua oxigenada debido a que la sangre contiene una enzima que actúa como catalizador, pero deduce que al no haber herida “abierta” no se va a presenciar la espuma.

El aporte de esta actividad consistió en presentarle un problema común al estudiante para que diera cuenta de la relación que se establece con los conceptos de sustancia compuesta (peróxido de hidrogeno), reacción química (descomposición del peróxido de hidrogeno) y los niveles macroscópicos (destellos que surgen de la combustión del oxígeno).

Actividad 6. Actividades experimentales en las que se estudia la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno apoyada en catalizador biológico (enzima).

Mediante la observación de la reacción del peróxido de hidrogeno o agua oxigenada con un catalizador biológico, también conocidas como enzimas, presentes en la sangre y en la papa.

Esta actividad experimental incorporó materiales como: Un frasco de agua oxigenada, trozos de papa o hígado, un vaso transparente y fósforos. Previa a la realización de esta actividad, en una sección se les dio a los estudiantes un repaso general sobre algunos conceptos, como: definición de una reacción química, los cambios físicos y químicos de una sustancia, definición y ejemplos de catalizador y ecuación química.

Los procedimientos incluidos en la actividad experimental son: 1. Colocar en el vaso trozos pequeños de papa o hígado. 2. Agregar suficiente agua oxigenada al vaso con la sustancia. 3. Observar lo que se produce. 4. Acercar un palito de fósforo encendido a la espuma blanca.

Figura 6. Fotografías de la practica experimental 6



Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Pregunta 1. ¿Qué observas cuando se le agrega el agua oxigenada al vaso con papa?

El primer interrogante de la actividad experimental, hace énfasis a la observación de los estudiantes cuando se le agrega el agua oxigenada a un vaso con una papa. En este aspecto el 75% de los estudiantes participantes en la actividad señalan la aparición de espuma y el 25% de los estudiantes participantes en la actividad indican la aparición de burbujas. A pesar de que los estudiantes difieren en su apreciación, en la práctica evidenciaron que al agregar el agua oxigenada en la papa se genera una reacción, obteniendo como producto un material con aspecto macroscópicamente, similar al de burbujas o espumas, sin embargo en este punto los estudiantes aun no identifican con claridad que puede ser dicho material.

Pregunta 2. ¿Qué consideras que es lo que queda en la base del vaso además de la papa?

En cuanto a lo que consideran los estudiantes queda en la base del vaso además de la papa, el 75% de los estudiantes participantes en la actividad indicaron que agua es lo que queda en la base del vaso y el 25% de los estudiantes participantes en la actividad indicaron que oxígeno es lo que queda en la base del vaso. En este ejercicio el grupo que representa el 25% no identificaron la sustancia líquida, solo afirmaron que en esta parte del recipiente se encontraba “una parte del oxígeno” del agua oxigenada.

Pregunta 3. ¿Qué pasa cuando enciendes el fósforo y lo acercas a la espuma?

El interrogante 3, hace énfasis a lo que sucede cuando se enciende el fósforo y se acerca a la espuma, en este ejercicio se evidenciaron dos fenómenos al acercar el fósforo encendido a la espuma, el primero que la llama aumentaba y dos que la espuma que se había producido disminuía. A pesar de que se presentaron dos fenómenos algunos estudiantes solo registraron uno de ellos, posiblemente, porque su observación fue más notoria y llamó su atención o por el grado de relevancia que le dieron. En ese sentido el 50% de los estudiantes señaló que la llama aumenta y la espuma desaparece, y con igual porcentaje los estudiantes señalaron que la llama aumenta o que la espuma disminuye.

Pregunta 4. ¿Qué consideras que puede ser la espuma que sale?

Se hace énfasis a lo que consideran los estudiantes puede ser la espuma que sale de la papa. En este ejercicio el 75% de los estudiantes manifestó que la sustancia que sale es gas u oxígeno producto de la reacción y el 25% de los estudiantes participantes afirman que la sustancia que sale puede ser producto de una separación del agua oxigenada, pero no especifican que tipo de sustancia o elemento.

Pregunta 5. ¿Cómo sería la ecuación de dicha reacción?

El interrogante final de la actividad, hace énfasis a cómo sería la ecuación de dicha reacción, en ese aspecto el 100% de los estudiantes consideraron que la ecuación química correspondiente a la reacción del peróxido de hidrógeno es:



Para la solución del último interrogante los estudiantes necesitaron un poco de aclaración por parte de la docente, pues tenían claridad del reactivo inicial y de los productos obtenidos, pero se les dificultaba representarlo en forma de ecuación química. A su vez presentaron algunas confusiones en diferenciar los términos gas y oxígeno. El desarrollo de la actividad experimental 1, en cuanto a la participación por parte de los estudiantes fue significativa al punto que consultaron los interrogantes, indagaron en los resultados y propusieron una continua realización de actividades como la realizada.

Figura 7. Fotografías de la descomposición del peróxido de hidrógeno.



En resumen, esta experiencia proporcionó evidencia experimental sobre la naturaleza compuesta de una sustancia y las reacciones de descomposición. Así mismo, permitió que el estudiante perciba directamente (referentes macroscópicos) con los sentidos una reacción química (los destellos que surgen de la combustión del oxígeno contenido en la espuma).

El estudiante dio cuenta que el proceso de catálisis, es decir, proceso que aumenta la velocidad de reacción química debido a la participación de un catalizador, produjo la descomposición de una sustancia compuesta, por ejemplo, el peróxido de hidrógeno.

Actividad 7. Situación problemática sobre la respiración de los peces

¡PECECITOS EN EL AGUA!

Pedro y Jaimito son compañeros de escuela, los dos niños deseaban tener una mascota en sus casas, por lo que una tarde fueron a visitar una tienda de animales en donde compraron unos hermosos peces dorados. Luego, ambos se marcharon a sus casas para colocar los peces en su nuevo hogar.

Cuando Jaimito llegó a casa, en compañía de sus padres armó un lindo acuario. En su construcción, le instaló unas piedras blancas en el fondo, le sembró unas plantas naturales, lo llenó de abundante agua, le colocó alimento, introdujo sus peces y su padre sugirió instalarle un



motor de aire a la pecera. Por otro lado, cuando Pedro llegó a su casa, colocó sus peces dorados en un acuario lleno de agua con unas lindas piedras azules, varias plantas artificiales, y les colocó un poco de alimento.

Al pasar varios días, Pedro observó que sus peces estaban muertos, por lo que llama a su amigo para saber cómo estaban los de él. Jaimito le informa que sus peces se encontraban bien y le recomendó visitar de nuevo al señor de la tienda de animales para saber la razón por la cual murieron los peces.

Pedro visita al señor de la tienda y le pregunta por qué murieron sus peces, él le explica que estos animales murieron por falta de oxígeno.

Sin embargo, para Pedro esta explicación no le satisface, ya que Pedro piensa que la razón de la muerte de los peces no pudo darse por ausencia de oxígeno, ya que la pecera tenía suficiente agua y los peces podían respirar sin problemas porque el agua se compone de oxígeno e hidrógeno (H_2O). Pedro finalmente se pregunta: *¿Por qué los peces no respiraron el oxígeno (O_2), si había suficiente agua (H_2O)?*

Actividad 8. Indagación sobre las ideas de los estudiantes, referidas a la situación 2.

Esta actividad se realizó con el objetivo de indagar sobre los conocimientos en los estudiantes acerca de cómo consideran las características, propiedades y elementos relacionados con la composición de la sustancia: el agua, tomando como ejemplo la respiración de los peces en su medio, esto como preámbulo para el diseño de las actividades experimentales. Los resultados son los siguientes:

Pregunta 1. ¿En qué medio (acuático, terrestre, aéreo) respiran los peces? Y ¿Qué respiran?

El 1 interrogante hace énfasis en identificar el medio por el cual los peces respiran. En esta pregunta todos los estudiantes participantes de la encuesta tienen claridad que los peces respiran en un medio acuático, y que respiran oxígeno. Sin embargo, algunos estudiantes en sus respuestas han afirmado que los peces respiran el oxígeno del agua y que lo hacen “por medio de sus branquias”, dando a entender que por medio de estas toman el agua y las transforman en oxígeno.

Pregunta 2. ¿De dónde crees que lo obtienen?

Tabla 12. Interrogante 2 – actividad experimental 8

De la molécula del agua (H ₂ O)	82%
De la molécula del agua y de oxígeno disuelto en el agua consecuencias del movimiento del aire	18%
Total	100%

La pregunta 2 hace relación al lugar de donde obtienen el oxígeno. En este interrogante el 82% del total de encuestados, indican que la obtención del oxígeno para la respiración de los peces lo adquieren de la molécula del agua ya que la composición de esta es hidrogeno y oxígeno, además consideraron que los peces por medio de sus branquias pueden “deshacer” el H₂ y tomar el O₂. Por otra parte, el 18% del total de encuestados argumentaron que los peces obtienen el oxígeno de la molécula del agua y del oxígeno disuelto en el agua como consecuencia del aire, el viento o las plantas.

Pregunta 3. ¿Cómo crees que se encuentra este oxígeno en el agua?

Tabla 13. Interrogante 3 – actividad experimental 8

En la molécula del agua	27%
En la molécula del agua , del movimiento del agua , aire y plantas	64%
No supieron que responder	9%
Total	100%

El 3 interrogante hace énfasis en como creen los estudiantes que se encuentra el oxígeno en el agua. Los resultados en esta preguntan indican que el 64% del total señalan que el oxígeno se encuentra en la molécula del agua (H_2O) y del movimiento originado por el agua, en este aspecto tienen presente otros elementos que le suministran el oxígeno como las plantas y el aire. En este interrogante el 27% de los encuestados indicaron que el oxígeno se encuentra en el agua por medio de su molécula y solo el 9% correspondiente a un estudiante del total no supo responder al interrogante propuesto.

Pregunta 4. Si la molécula del agua es H_2O ¿Crees que los peces toman esta molécula para respirar o toman el oxígeno de otra forma? Justifica.

Tabla 14. Interrogante 4 – actividad experimental 8

Si	73%
No	9%
Sí, pero también de otra forma	18%
Total	100%

El 4 interrogante hace referencia a si los estudiantes creen que los peces toman la molécula de H_2O para respirar o si estos toman el oxígeno de otra forma. En este aspecto el 73% del total de encuestados afirman que el oxígeno tomado por los peces para su respiración se debe a la molécula del agua (H_2O), teniendo presente su composición. Por otro lado, el 18% del total de encuestados que indicaron que los peces toman el oxígeno de la molécula de agua para respirar, pero que en ocasiones los peces obtienen el oxígeno del agua por procesos naturales de las plantas en el ecosistema acuático o por procesos artificiales como el motor de los acuarios. Solo el 9% del total de encuestados indico que los peces no obtienen el oxígeno de la composición de la molécula de agua, debido a que ellos respiran por las branquias.

Pregunta 5. ¿Cuál sería la razón para que el agua donde habitan los peces, deba permanecer en constante movimiento?

Tabla 15. Interrogante 5 – actividad experimental 8

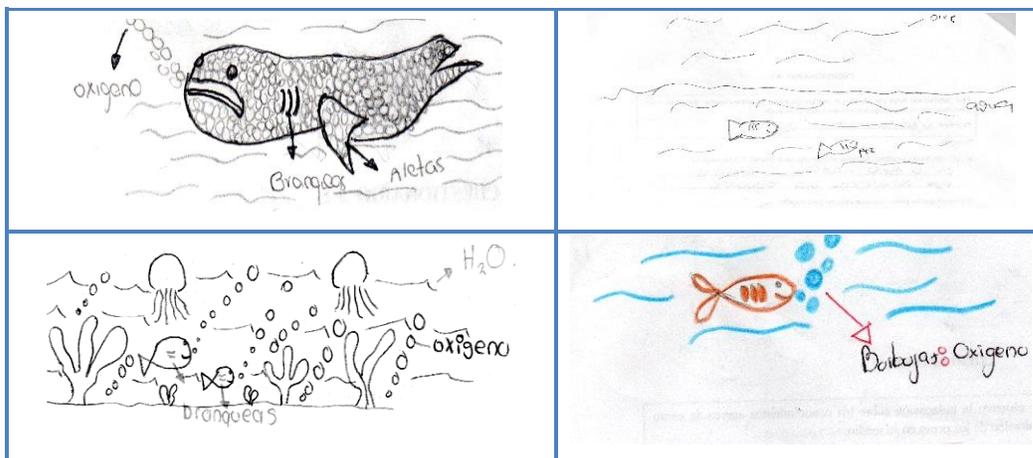
Para incrementar el oxígeno en el agua	64%
Otras razones	36%
Total	100%

El 5 interrogante hace énfasis a cuál es la razón para que el agua donde habitan los peces, deba permanecer en constante movimiento. En este aspecto el 64% del total de encuestados afirmaron que la razón por la cual el agua donde habitan los peces debe permanecer en constante movimiento se debe a que este genera burbujas que genera el oxígeno para la respiración. Por otro parte, el 36% del total de encuestados afirmaron que el agua donde habitan los peces debe permanecer en constante movimiento, debido a que este proceso mejora el desplazamiento y movilidad de los peces en este medio y regula la temperatura en el agua, mas no genera oxígeno para los peces porque ellos tienen branquias que son las encargadas de respirar el oxígeno.

Pregunta 6. ¿Cómo dibujarías el proceso de obtención del oxígeno por los peces en el agua?

El interrogante 6 consistió en realizar un dibujo por parte de los estudiantes del proceso de obtención del oxígeno por parte de los peces en el agua. La figura 8 muestra algunos de los dibujos realizados por los estudiantes.

Figura 8. Dibujos realizados por los estudiantes



Los resultados de la presente encuesta, indican que todos los estudiantes reconocen las características, propiedades y elementos relacionados con la composición de la sustancia: el agua, tomando el caso de la respiración de los peces en su medio. Debido a que todos los estudiantes participantes de la encuesta tienen objetividad y presentan claridad que los peces respiran en un medio acuático y que respiran oxígeno por medio de la molécula del agua; sumado a esto los estudiantes hacen referencia a que las plantas y a las burbujas originadas según los encuestados por el movimiento produce aún más oxígeno en el agua para la respiración de los peces.

A su vez la gran mayoría de estudiantes indicaron que el movimiento del agua, ayuda a la generación de oxígeno en el agua. Sin embargo, hubo estudiantes que manifestaron que ese movimiento no es necesario para la generación de oxígeno, debido a que los peces en los lagos no tienen movimiento y que para esa función están las branquias. Por el contrario, ellos atribuyen ese movimiento a la movilidad y transporte de los peces en el agua más que a un generador de oxígeno

En cuanto a desarrollo del dibujo de la obtención del oxígeno por parte de los peces en el agua, se aprecia una correcta comprensión por parte de los estudiantes en ese proceso. En síntesis, las exploraciones de las concepciones de los estudiantes arrojan los siguientes resultados:

- Dificultad en comprender la estructura y propiedad de la materia, dado que no hay claridad entre el concepto *mezcla* y *sustancia compuesta*, por lo que consideran que los peces pueden respirar el oxígeno contenido en la partícula del agua.
- Dificultad en diferenciar que en la sustancia compuesta la masa de sus componentes guarda entre si relaciones constantes, a diferencia de la mezcla que la proporción en la masa de sus componentes no es constante.
- Deducen que el agua está formada por varios tipos de partículas y no por un solo tipo de partícula con átomos distintos.
- Pocos estudiantes reconocen la importancia de la presencia de las plantas y la aireación del agua como fuente para la obtención de oxígeno en el medio.

Actividad 9. Exposición de un metal al agua

La actividad tiene por objetivo aportar conocimientos a los estudiantes, inicialmente se plantea una actividad experimental en la que se somete un objeto metálico a exposición del agua hervida (caso 1) y el contraste con el objeto metálico cuando se expone al agua que tiene disueltos gases atmosféricos, entre ellos el oxígeno (caso 2).

El agua hervida ha perdido prácticamente todos los gases disueltos y resulta insulsa. Por tal motivo es que las aguas corrientes superficiales no contaminadas suelen estar bien oxigenadas, e incluso sobresaturadas ($>7-8$ mg/l de O_2) debido a la absorción del oxígeno del aire o de la fotosíntesis de las plantas acuáticas. Mientras que el agua que está en contacto con el aire, parte del aire se disuelve. El oxígeno es muy soluble en el agua (la solubilidad es el doble de la del nitrógeno, en las mismas condiciones). El oxígeno disuelto es utilizado por los seres que viven en el agua para sus procesos de respiración. La concentración del dióxido de carbono disuelto es baja porque su concentración en el aire es baja.

Teniendo en cuenta lo anterior, se dispone a realizar el experimento en el que se organizan los materiales necesarios para cada caso. Se requieren para ello puntillas, vasos, agua destilada hervida, agua destilada sin hervir, un trozo de cartón. Se presentó el siguiente procedimiento: 1. Introducir en ambos vasos tres puntillas. 2. Marcar 1 y 2 los vasos. 3. Llenar el vaso 1 con agua hervida hasta la mitad. 4. Llenar el vaso 2 con agua sin hervir hasta la mitad. 5. Colocar el cartón sobre el vaso 1.

Teniendo en cuenta lo anterior el primer interrogante *¿Cómo se observa las puntillas que se encuentran en el vaso 1?*

Es importante anotar que las observaciones por parte de los estudiantes indican la no oxidación o poca oxidación de las puntillas durante el primer día, resultado esperado dada la colocación del cartón sobre el vaso con el agua hervida, es decir, esto no permite que el agua esté en contacto directo con el aire atmosférico. Las respuestas de los estudiantes se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Interrogante 1 – actividad experimental 9

¿Cómo se observa las puntillas que se encuentran en el vaso 1?	
Respuestas de los estudiantes	“Se encuentra igual, como se introdujo en el primer día”
	“Se observó que las puntillas no se oxidaron”
	“Tuvo poca oxidación”
	“Se nota una oxidación leve en las puntillas”

El interrogante 2 *¿Cómo se observa las puntillas que se encuentran en el vaso 2?* de la presente actividad experimental, hace énfasis a la observación de las puntillas que se encuentran en el vaso con agua sin hervir y expuesta al aire atmosférico. En ese sentido todos los grupos a excepción de algunos estudiantes indicaron que las puntillas presentaron oxidación. (Tabla 17)

Tabla 17. Interrogante 2 – actividad experimental 9

¿Cómo se observa las puntillas que se encuentran en el vaso 2?	
Respuestas de los estudiantes	“Se encuentran oxidadas”.
	“Se observa que las puntillas se oxidaron”.
	“Fue donde más se oxidó”.
	“Se observan cambios de oxidación en comparación del vaso 1”.

El interrogante 3 *¿Cómo se observa la coloración y el aspecto del agua en los vasos?* En cuanto a la observación realizada por los grupos en ambos vasos en cuanto color y aspecto, los estudiantes indicaron que tanto el vaso 1 como el vaso 2 han presentado cambios en el color del agua, tornándose ambos de color amarillo, pero con mayor intensidad en el color del agua en el vaso 1. Ver respuestas de los estudiantes en tabla 18.

Tabla 18. Interrogante 3 – actividad experimental 9

¿Cómo se observa la coloración y el aspecto del agua en los vasos?		
	Vaso 1	Vaso 2
Respuestas de los estudiantes	“Está más turbia comparación del vaso 2”.	“Está más clara comparación del vaso 1”.
	“Se observa el agua más oscurita”.	“Se analiza que el agua se ve las clarita”.
	“Al haber muy poca oxidación, hubo una muy poca fracción del agua tintada de un color amarillento”.	“Al haber una mayor oxidación toda el agua cambio su color a un amarillento. Y en algunas partes del recipiente quedo un color naranjado que es el óxido”.
	“Cambio el color a ser un poco más amarillento debido a la cantidad de óxido que soltaron las puntillas”.	“Hubo una muy poca fracción del agua de un color amarillenta o naranjada”

El interrogante 4 *¿Por qué consideras que se coloca el cartón en el vaso 1, es decir que función cumple?* Algunos estudiantes señalaron que la función de la tapa de cartón es para evitar que entre oxígeno y estropee el proceso, otros estudiantes indicaron “es para evitar que le entrara oxígeno al agua”, algunos estudiantes argumentaron que el cartón cumple la función de no dejar ingresar partículas de oxígeno al vaso con agua hervida y finalmente, otros estudiantes señalaron que “era para que no entre oxígeno al vaso”. En consecuencia, todos los grupos han presentado similar argumento válido en el procedimiento. (Tabla 19)

Tabla 19. Interrogante 4 – actividad experimental 9

<i>¿Por qué consideras que se coloca el cartón en el vaso 1, es decir que función cumple?</i>	
Respuesta de los estudiantes	“Cumple la función de tapa, para evitar que entre oxígeno y estropee el proceso”.
	“Era para evitar que le entrara oxígeno al agua”.
	“Cumple la función de no dejar ingresar partículas de oxígeno al vaso con agua hervida”.
	“Para que no entre oxígeno al vaso”.

El interrogante 5 de la actividad experimental, hace énfasis a cuáles creen que fue la razón (o las razones) para que las puntillas de uno de los vasos se oxidaran más. En ese aspecto algunos estudiantes indicaron que en el vaso de agua sin hervir hay más oxígeno que en el no hervido y el aumento de oxígeno permite que las puntillas se oxidaran, otros estudiantes señalaron que el agua no se purifica y pues por esa razón se oxidó más el vaso 2, algunos estudiantes argumentaron que se debe al oxígeno, ya que este actúa sobre las puntillas haciéndoles expulsar su óxido o su parte oxidada y finalmente otros estudiantes indicaron que se debe a que el vaso 2 tiene poco oxígeno. Teniendo en cuenta las respuestas de los grupos, se aprecia que existe una relación entre la oxidación de las puntillas y la presencia de oxígeno del aire disuelto en el agua. (Tabla 20).

Tabla 20. Interrogante 5 – actividad experimental

	¿Cuál crees que fue la razón (o las razones) para que las puntillas de uno de los vasos se oxidaran?
Respuesta de los estudiantes	“Que en el vaso de agua sin hervir hay más oxígeno que en el no hervido y el aumento de oxígeno permite que las puntillas se oxiden”.
	“Porque el agua no se purifica y pues por esa razón se oxido”.
	“El oxígeno, ya que este actúa sobre las puntillas haciéndoles expulsar su oxido o su parte oxidada”.
	“Porque una de ellas tiene poco oxígeno”.

El interrogante 6 *¿Cuál crees que fue la razón (o las razones) que NO permitieron que las puntillas de uno de los vasos se oxidaran?* Las respuestas de los estudiantes indican que la no oxidación de las puntillas se debe principalmente a la falta o disminución de oxígeno en el vaso 1, sólo un estudiante en su argumento contradice lo expuesto por los compañeros “Porque tenían más oxígeno y no permite que las puntillas se oxiden rápidamente”, otro no brinda un argumento claro aluden a que es purificada, se entendería que se refiere a la no presencia de oxígeno, pero esto no es seguro. (Tabla 21).

Tabla 21. Interrogante 6– actividad experimental 9

	¿Cuál crees que fue la razón (o las razones) que NO permitieron que las puntillas de uno de los vasos se oxidaran?
Respuesta de los estudiantes	“Que en el vaso de agua hervida hay disminución de oxígeno por lo tanto no se oxidan las puntillas”.
	“Porque en el vaso 1 el agua es purificada la cual en el vaso 2 no”.
	“Por la falta de oxígeno en el vaso 1, ya que al no haber oxígeno las puntillas no expulsaban su oxido”.
	“Porque tenían más oxígeno y no permite que las puntillas se oxiden rápidamente”.

En definitiva, se puede expresar que experimento propuesto a los estudiantes permitió:

Explicar que el cambio físico del metal no se debe a los elementos que compone la partícula del agua, por el contrario, se debe a otro tipo de gases atmosféricos disueltos en ella. Y que son estos gases los que permiten que se genere la respiración de los peces, o en este caso, el proceso de oxidación de un metal. Además, percibieron que el agua después de hervida pierde prácticamente todos los gases disueltos en ella y resulta insulsa.

Figura 9. Fotografías de la practica experimental 9



Actividad 10. Experiencia de disolución de gases en agua

Esta actividad tenía como objetivo reconocer los aspectos visibles del agua con gas y el agua sin gas, esto para conocer que en el agua es posible que se disuelvan gases incoloros, es decir, que se haga evidente la presencia de gases disueltos en el agua y la diferencia del agua sin la presencia de gases disueltos.

La actividad experimental se realizó con los siguientes materiales: una botella de agua sin gas, una botella de agua con gas y 3 vasos translúcidos. (Anexo 9)

El primer interrogante *Abrir la botella del agua con gas. ¿Qué se puede observar?* de la actividad experimental. Todos los estudiantes indicaron la aparición de burbujas en la botella de agua con gas al ser abierta, a su vez los grupos indicaron un sonido al interior de la botella. Es importante indicar que finalizado este primer procedimiento los grupos deberían verter en el vaso 1, agua de la botella con gas abierta para una posterior comparación con el procedimiento que se realizará en el procedimiento del interrogante 3 de la presente actividad experimental.

Tabla 22. Interrogante 1– actividad experimental 10

	Abrir la botella del agua con gas. ¿Qué se puede observar?
Grupo 1	“Le salen burbujas y se elevan a la superficie y se oye un sonido del gas”.
Grupo 2	“Desde su inferior salió muchas burbujas y sonó shhhh”.
Grupo 3	“Un gran contenido de burbujas y el sonido era referente cuando hay mucha presión de aire, ejemplo el de una olla pitadora cuándo hay demasiada presión”.
Grupo 4	“Sale gas y suena shhh, además se nota como las burbujas se adhieren por todo el recipiente”.

El segundo interrogante *Cierra de nuevo la botella y agítala 5 veces, seguidamente ábrela y registra la que se puede observar ¿Qué observas?* de la actividad experimental.

En ese aspecto todos los grupos argumentaron que cada vez que agitaban la botella de agua con gas, la aparición de burbujas empezaba a disminuir al igual que el sonido producido por las burbujas (similar al del aire). Este procedimiento tuvo un comportamiento similar al procedimiento 1, en donde todos los grupos presentaron una similitud en las respuestas otorgadas. (Tabla 23)

Es importante señalar que los estudiantes deberían verter agua de la botella con gas agitada 5 veces en un vaso que se le denominara 2 para realizar las comparaciones frente al vaso 1, este proceso hace parte del procedimiento 3 de la actividad experimental.

Tabla 23. Interrogante 2– actividad experimental 10

Cierra de nuevo la botella y agítala 5 veces, seguidamente ábrala y registra la que se puede observar.	
¿Qué observas?	
Respuesta de los estudiantes	Observaron una disminución en el sonido del gas y por lo tanto observan que las burbujas son más pequeñas.
	Observaron que es menor la cantidad de gas, no salen burbujas y la presencia del sonido es mínima.
	Observaron menor aparición de burbujas y el sonido de la presión del aire (gas) disminuyo.
	Observan que se reduce la cantidad de burbujas y se escucha en cantidad mínima el “shhh”.

El tercer interrogante *¿Qué diferencia hay entre el agua con gas vertida en el vaso 1 y el agua con gas agitada 5 veces vertida en el vaso 2?* El procedimiento 3 consistió en señalar las diferencias observadas por parte de los grupos en los vasos 1 y 2. En este procedimiento todos los grupos señalaron que el vaso 1 presentaba un burbujeo constante y un sonido (aire) similar a cuando la botella fue abierta por primera vez; por otra parte, el vaso 2, el cual contenía agua de la botella agitada 5 veces no tenía presencia de burbujas ni presentaba ningún tipo de sonido.

En este procedimiento solo algunos estudiantes, justificaron las respuestas argumentando que en el vaso 2 ya no hay burbujas (gas) ya que se ha batido muchas veces y ha soltado la presión a diferencia del vaso 1 que conserva gran cantidad de gas el cual produce las burbujas. (Tabla 24)

Tabla 24. Interrogante 3– actividad experimental 10

Diferencia entre el agua con gas vertida en el vaso 1 y el agua con gas agitada 5 veces vertida en el vaso 2	
Respuesta de los estudiantes	“Se observa que en el vaso 2 ya no hay burbujas (gas) ya que se ha batido y ha soltado la presión a diferencia del vaso 1”.
	“En el vaso 1 se ven burbujas abundante mientras en el vaso 2 no se ven burbujas”.
	“Vaso 1 tiene mayor cantidad de burbujas incluyendo las adheridas a las paredes del vaso. Vaso 2 la cantidad de burbujas desapareció”.
	“La diferencia es que en el vaso 1 se notan las burbujas (gas) y en el vaso 2 después del proceso de tanto abrir y cerrar la botella este pierde las burbujas y quedo como agua normal”.

El interrogante 4 *Abrir la botella del agua sin gas. ¿Qué se puede observar?* de la actividad experimental, consistió en lo que observaban y escuchaban los estudiantes al abrir la botella de agua sin gas. En este procedimiento los estudiantes señalaron que al abrir la botella de agua sin gas se observaba gran cantidad de pequeñas burbujas y en que en ocasiones estas burbujas se adherían a las paredes de la botella, además de esta composición se apreció un sonido, pero con menos intensidad que el de la botella de agua con gas. (Tabla 25)

Posterior a la observación realizada por los estudiantes se procedió a verter agua de la botella sin gas en el vaso 3 para la comparación con los vasos 1 y 2 como parte del siguiente procedimiento.

Tabla 25. Interrogante 4 – actividad experimental 10

Abrir la botella del agua sin gas. ¿Qué se puede observar?	
Grupo 1	“Se puede oír una pequeña presión de oxígeno y burbujas muy pequeñas”.
Grupo 2	“Observamos que en toda el agua miles de burbujas que se quedaron pegadas a la pared y con respecto al sonido fue menos intenso”.
Grupo 3	“Observamos que la abrir la botella aparecía muy pequeñas cantidades de burbujas, pero su tamaño fue muy reducido, tuvo un sonido de aire comprimido, pero con muy poco volumen”.
Grupo 4	“Presión y burbujas diminutas al destaparlo”.

El siguiente procedimiento consistió en la comparación por parte de los grupos del vaso 3 frente a los vasos 1 y 2: vaso 1 (Agua de la botella con gas), vaso 2 (Agua de la botella con gas agitada), vaso 3 (Agua de la botella sin gas).

La tabla 26 indica que lo observado por los grupos 1,2 y 3 en el vaso 3 respecto a los demás vasos es que este presentaba diminutas burbujas sin ningún tipo de olor y percepción de gas como en los demás vasos, algunos estudiantes no presenciaron algún tipo

de burbujeo al interior del vaso 3. Respecto a los vasos 1 y 2 estos no presentaron algún tipo de cambio referente a la última observación realizada por los grupos en la actividad experimental 3. (Tabla 26)

Tabla 26. Interrogante 5– actividad experimental 10

Comparación en las muestras de agua vertidas en los tres vasos			
	Vaso 1 (Agua de la botella con gas)	Vaso 2 (Agua de la botella con gas agitada)	Vaso 3 (Agua de la botella sin gas)
Respuesta de estudiantes	“Burbujas más grandes”.	“ No se ven las burbujas”	“Burbujas diminutas, no hay olor”.
	“Hay burbujas sobre todo el vaso”.	“No hay burbujas en todo el vaso”.	“Se observan burbujas pero solo adheridas en la pared del vaso”.
	“Tiene una gran cantidad de burbujas”.	“No hay aparición de burbujas”.	“Hay aparición de burbujas, pero en pocas cantidades, no huele a gas ni a nada”.
	“Las burbujas son visibles y se adhieren a la pared”.	“ Poca aparición de burbujas, no hay sonido”	“No se notan es mas no posee”.

En ese aspecto el 75% de los grupos indicaron que el agua con gas es una sustancia compuesta justificando que el agua con gas está compuesta por oxígeno, agua y varios químicos, esta composición produce la generación de burbujas. Por otra parte 25% de los grupos consideraron que el agua con gas es una mezcla homogénea, debido a que simple vista no se puede ver los componentes. Las opciones mezcla pura y mezcla heterogénea no se tuvieron en cuenta por parte de los grupos como opción de respuesta al interrogante.

El siguiente interrogante de la actividad experimental 10, trata sobre la composición del agua con gas, el 100% de los grupos señaló la opción de respuesta: agua + oxígeno + ácido carbónico; las otras opciones no se fueron tenidas en cuenta por los estudiantes.

El aporte de esta actividad residió en evidenciar que el agua como sustancia compuesta al tener disuelto un gas genera una mezcla de tipo homogénea, ejemplo el ácido carbónico, produciendo agua con gas. Está mezcla al ser despresurizada, por su inestabilidad, se descompone fácilmente en agua y dióxido de carbono, aspecto que fue visible (referente macroscópico) con la presencia de burbujas y el sonido del gas.

Actividad 11. Caracterizando sustancias a partir de sus propiedades físicas

La actividad experimental 12 tenía como objetivo que los estudiantes divididos en grupos, identificaran mediante sus sentidos y percepciones 4 muestras de sustancias diferentes teniendo en cuenta las características y propiedades físicas de las sustancias como el estado, coloración, olor, sabor, pH, brillo, solubilidad, conductividad e identificación de la sustancia. Los resultados de la actividad experimental 12 fueron los siguientes:

El primer aspecto a identificar en las 4 muestras por parte de los grupos fue el estado de la materia de las sustancias. En ese propósito el 100% de los grupos de estudiantes consideraron que la muestras 1,2 y 4 eran sustancias de estado líquidas, en cuanto a la muestra 3 los estudiantes indicaron en un 75% que el estado de la muestra era líquida y el 25% restante la considero de estado gaseoso.

Coloración: En cuanto a la coloración de las 4 muestras, el 75% de los grupos de estudiantes han señalado a la coloración de la muestra 1 como incolora y el 25% de los grupos la estableció como translúcida; la muestra 2 presento igual comportamiento que la muestra 1 ya que el 75% de los grupos de estudiantes la señaló como incolora y el 25% de los grupos como translúcida; en cuanto a la muestra 3 el 100% de los grupos indico que la coloración era de un tono amarillento y finalmente los grupos de estudiantes en la muestra 4 la señalaron en un 50% como incolora, seguida de las opciones de respuesta blanco y translúcida con el 25% cada una.

Es importante indicar que la muestra 4 presento una mayor diversidad en cuanto a la diversidad de la respuesta por parte de los grupos de estudiantes.

Olor: En cuanto al olor presentado por las 4 muestras se indica que el 50% de los grupos de estudiantes considero el olor de la muestra 1 como desagradable, el otro 50% de los grupos considero el olor de la muestra 1 como penetrable; en relación a la muestra 2 todos los grupos en un 25% señalaron el olor como agradable, desagradable, suave y penetrante; en cuanto a la muestra 3 los grupos en un 75% indicaron la no presencia de olor y el 25% de los grupos indicaron el olor obtenido como suave y en lo relacionado a la muestra 4 el 100% de los grupos de estudiantes manifestaron la no presencia de olor.

Sabor: Se indica las percepciones de los grupos de estudiantes frente al sabor de las 4 muestras de estudio en la actividad experimental, en ese sentido los estudiantes en un 50% han indicado que la muestra 1 presenta un sabor ácido el otro 50% de estudiantes ha señalado el sabor de la muestra 1 como salado; en cuanto a la muestra 2 el 75% de los grupos de estudiantes ha indicado el sabor con cierto ardor y el 25% de los estudiantes ha señalado el olor de la muestra 2 como ácido; lo percibido por los estudiantes en la muestra 3 ha sido de un sabor amargo en un 50% y el otro 50% de estudiantes no percibió ningún tipo de sabor en la muestra; en lo relacionado a la muestra 4, el 100% de los estudiantes indicaron la no presencia de sabor.

pH: En cuanto al pH de las 4 muestras, la figura 21 señala que el 100% de los grupos de estudiantes en la muestra 1 presenciaron un pH ácido; en cuanto a la muestra 2 el 100% de los grupos de estudiantes presenciaron un pH neutro; para el caso de la muestra 3 el 100% de los grupos de estudiantes señalaron el pH como neutro al igual que la muestra 2 y en cuanto a la muestra 4 los estudiantes señalaron el pH en un 75% como neutro y el 25% lo indicaron como ácido.

Brillo: En cuanto al brillo de las 4 muestras, los grupos de estudiantes en la muestra 1 en un 75% lo han señalado como translucido y el 25% ha notado el brillo transparente; en relación a la muestra 2 el 100% de los grupos de estudiantes han señalado el brillo transparente; por parte de la muestra 3 los grupos han indicado en un 50% el brillo opaco y con similar porcentaje un brillo translucido y en relación a la muestra 4 los grupos han indicado en un 50% un brillo translucido y el 50% un brillo transparente.

Solubilidad: lo observado por parte de los grupos de estudiantes en cuanto a la solubilidad de las 4 muestras en la actividad experimental, en ese sentido el 75% de los grupos de estudiantes han manifestado como soluble la muestra 1 y el 25% de los grupos como poco soluble; en relación a la solubilidad de las muestras 2 y 3 el 100% de los grupos las han indicado como insolubles y en cuanto a la muestra 4 el 100% de los grupos la han determinado como soluble.

Conductividad: En cuanto a la conductividad de las 4 muestras apreciado por parte de los grupos en la actividad experimental, *todos* los grupos de estudiantes han indicado a

las muestras 1, 2 y 4 como conductoras, en ese sentido solo la muestra 3 ha sido señalada por los grupos como no conductora.

El aspecto final de la actividad experimental 4 consistía en la identificación de las 4 muestras de estudio por parte de los grupos de estudiantes, teniendo en cuenta lo anteriormente identificado en cuanto a estado, coloración, olor, sabor, pH, brillo, solubilidad y conductividad. Ejercicios que permitieron el reconocimiento idóneo por parte de todos los grupos participantes. En ese sentido el 100% de los grupos identificaron a la muestra 1 como vinagre; en cuanto a la muestra 2 el 100% de los grupos la identificaron como alcohol; en relación a la muestra 3 el 100% la identifico como aceite y finalmente la muestra 4 fue identificada como agua por parte de todos los grupos de estudiantes participantes en la actividad experimental 4.

Como resultado, se puede expresar que el experimento propuesto a los estudiantes permitió, la identificación y detección de sustancias químicas, partiendo del análisis químico, esté se sustenta en la idea de que toda sustancia posee propiedades detectables que las distinguen de otras sustancias. Estas características son propiedades intensivas cuyos valores son específicos para cada sustancia y no depende de la cantidad de material de análisis.

Figura 10. Fotografías de la practica experimental 11



Actividad 12. Descomposición del agua por electrólisis

Esta actividad tenía como propósito identificar los cambios químicos del agua y los componentes de la misma. La actividad experimental 5 se realizó en seis grupos compuestos por tres integrantes. Con esta actividad se realizaba el cierre de las secuencias de ejercicios experimentales pues se realiza la descomposición de los elementos de la sustancia: agua, mediante la electrólisis. (Anexo 10)

Figura 11. Fotografías del montaje y materiales de la practica experimental 12



A su vez esta actividad requirió materiales como: agua destilada, 1 recipiente mediano transparente, 1 pila 9V (regulador), 2 cables con pinza caimán, 3 cucharadas de sal de cocina, 2 jeringas, 2 trozos de borrador y 1 encendedor o cerilla.

Los procedimientos que hicieron parte de la actividad experimental y que buscaron dar cuenta del propósito general fueron los siguientes: 1. Colocar en el recipiente mediano 100ml de agua y añadir tres cucharas de sal. Agitar muy bien. 2. Colocar los trozos de borrador en ambas agujas de las jeringas. 3. Vertir agua destilada con sal en ambas jeringas. 4. Tomar los dos cables y retira la cubierta protectora en uno de los extremos de cada uno. Es decir que el alma conductora quede expuesta. 5. Colocar el alma conductora de ambos cables dentro del recipiente mediano, procura que cada cable. 6. Tapar con una tarjeta o carnet la superficie de las jeringas, con cuidado voltearla, sumergirla en el agua e introducirla en el alma conductora del cable que se encuentra en el recipiente mediano. Realiza el mismo procedimiento con la otra jeringa. 7. Asegurar que las almas conductoras de ambos cables se encuentran dentro de cada jeringa. 8. Conectar el otro extremo de cada cable (las pinzas caimán) a la pila de 9 voltios (regulador). 9. Dejar pasar un lapso de tiempo de 15 a 20 minutos.

Los resultados de la actividad experimental fueron los siguientes:

El primer interrogante de la actividad experimental, consistía por parte de los estudiantes si era posible la separación de los elementos que componen el agua. En ese ejercicio el 100% de los grupos argumentaron que *“no se podía realizar dicha separación debido a que no se podía separar el hidrogeno del oxígeno y que tampoco existe un método de separación para separar el agua del oxígeno”*. A su vez otros estudiantes argumentaron que *“los métodos de separación se utilizan para separar mezclas heterogéneas como por ejemplo el agua de la arena y para el caso del agua es imposible esa separación”*.

Luego presentar a los estudiantes el montaje y el procedimiento del experimento se establece un periodo de tiempo corto para su funcionamiento y la observación por parte de los estudiantes. Los estudiantes observan durante el desarrollo de la actividad experimental, y se obtiene que el 100% de los mismos si observo la producción de burbujas durante el procedimiento.

El segundo interrogante precisa sobre la formación de las burbujas. Se pregunta en relación *¿de dónde creen que se originan o se producen las burbujas?*, las respuestas indican que el 83% de los estudiantes atribuye la producción de burbujas a la energía eléctrica y el 17% de los grupos al cable negativo.

En cuanto si la producción de burbujas se evidencia en la misma proporción en el interior de ambas jeringas, el 100% de los grupos de estudiantes manifestaron que dicha producción no se evidencia en ambas jeringas.

En el tercer interrogante se cuestiona a los estudiantes sobre *¿Qué crees que puedan ser las burbujas que observas en la jeringa con el cable del polo positivo?* En ese sentido la gran mayoría de los estudiantes indicaron que las burbujas que se observaban en la jeringa era energía, justificando que la corriente atraviesa la jeringa, similar a la energía pasando por un conductor; sólo algunos estudiantes no observaron ninguna producción de burbujas y otros pocos indico que las burbujas en la jeringa era gas de oxígeno. (Tabla 27)

Tabla 27. Interrogante 3 actividad - experimental 12

¿Qué crees que puedan ser las burbujas que observas en la jeringa con el cable del polo positivo?	
Respuestas de los estudiantes	“La poca energía que influye el polo”
	“La energía ayudo a ocasionar eso de lo cual hizo burbujas”
	“Sería lo mismo la energía pasando por un conductor”
	“No hay producción de burbujas, muy pocas”
	“El flujo de energía, solo que en este polo se separó dada a que este es el (oxígeno) y esta solo tiene una molécula así que proporciona menos burbujas”
	“el gas del oxígeno”

El interrogante cuatro, hace relación a *¿Qué crees que puedan ser las burbujas que observas en la jeringa con el cable del polo negativo?*, La tabla 28 muestra que la gran mayoría de los estudiantes, señalaron a la energía como lo que podrían ser las burbujas en la jeringa con el cable del polo negativo, por su parte pocos estudiantes señalaron al gas de hidrogeno.

Tabla 28. Interrogante 4 - actividad experimental 12

¿Qué crees que puedan ser las burbujas que observas en la jeringa con el cable del polo negativo?	
Respuestas de los estudiantes	“La misma cantidad de energía que ejerce el polo”
	“Presión de la energía eléctrica”
	“La energía que hace que fluya la corriente”
	“Es por el convertidor que produce conductividad al agua”
	“El flujo de energía, en esta es lo contrario las moléculas de hidrogeno son dos por ende hay más burbujas”
	“el gas del hidrogeno”

Durante la realización del experimento se establece un diálogo con los estudiantes a partir del cual se plantea algunas preguntas basándose en las observaciones del fenómeno químico. En adelante se presentan los resultados:

Lo observado por parte de los estudiantes en la jeringa que tiene introducido el cable con carga positiva (+): En ese procedimiento el 83% de los estudiantes observó poca producción de burbujas, seguido del 17% de los estudiantes que observaron mucha producción de burbujas.

En cuanto lo observado por parte de los estudiantes en la jeringa que tiene introducido el cable con carga negativa (-), se obtiene que el 100% de los grupos de estudiantes observaron muchas producciones de burbujas en la jeringa con el cable con carga negativa.

En lo relacionado a si observan un cambio en el nivel de agua en las jeringas, se establece que el 100% si observaron un cambio sustancial.

Los grupos de estudiantes referente al nivel de los polos en las jeringas, en ese ejercicio el 83% de los grupos señalaron que los niveles de las jeringas no son similares y el 17% de los grupos señalaron que el nivel de las jeringas si presentan similitud.

En cuanto a si observaron diferencias en los niveles de los polos en las jeringas, se hace énfasis a *¿qué polo ha disminuido más el nivel en las jeringas?* En ese hecho el 100% de los grupos que si observaron diferencias señalaron al polo negativo como el de más bajo nivel en las jeringas.

El interrogante 5 de la presente actividad experimental, hace énfasis a lo que sucede al retirar el trozo de silicona de cada una de las jeringas y acercar la cerilla encendida. En ese procedimiento la mayoría de los estudiantes indicaron que el agua comenzó a disminuir notoriamente al retirar el trozo de silicona y prender el fosforo especialmente en el polo positivo. Pocos estudiantes hicieron énfasis en la disminución de agua en el polo negativo y en el aumento de la llama de fuego en el polo negativo, siendo el único grupo que señalo ambos acontecimientos al retirar el trozo de silicona de cada una de las jeringas y acercar la cerilla encendida.

Por su parte algunos estudiantes hicieron énfasis exclusivamente en el aumento de la llama de fuego en el polo positivo al acercar la cerilla encendida. (Tabla 29)

Tabla 29. Interrogante 5 - actividad experimental 12

	Retira el trozo de silicona de cada una de las jeringas y acerca la cerilla encendida ¿Qué sucede?
	“El agua empieza a descender en el polo positivo”
	“Se va disminuyendo el agua cada vez que prende el fosforo de lo cual descende”
	“Cuando se acerca el fosforo vemos que el agua en la jeringa disminuye ya que se quitó la silicona de la punta”
Respuesta de los estudiantes	“Cuando se acerca el fosforo y se retira la silicona, en el lado positivo va descendiendo el agua y al lado negativo se sube un poquitico la llama”
	“En el polo negativo al acercar el fosforo subió la llama del fuego, lo contrario del polo positivo la llama del fuego subió poca”
	“Al acerca el fosforo a la jeringa con polo negativo la llama del fosforo aumentó un poco. Al acercar el fosforo a la jeringa con polo positivo la llama del fosforo siguió igual”

El interrogante final de la actividad experimental consistió en la conclusión final que le daban los grupos al procedimiento realizado, en ese aspecto la gran mayoría de los estudiantes llegaron a la conclusión que el agua si se puede separar gracias a la inducción de energía. En este sentido es importante recalcar la conclusión señalada por algunos estudiantes: *“Las burbujas suceden por el flujo de energía; dado a que esto proporciona gas y al acercar una llama aumento en el negativo y tuvo reducción en el positivo porque se separa la composición del agua, en el polo positivo está el oxígeno y en el polo negativo está el hidrogeno”*.

Por su parte algunos estudiantes concluyeron que el agua con sal y la energía tienen cierto nivel de gas; en cuanto a un mínimo de estudiantes concluyo que el procedimiento realizado hace un cambio por medio del cual el agua disminuye cada vez que se prende el fosforo.

Tabla 30. Interrogante 6 - actividad experimental 12

¿Qué puedes concluir?	
Respuesta de los estudiantes	“Que el agua con sal y energía tiene cierto nivel de gas”
	“Que el procedimiento realizado hace un cambio, por medio del cual el agua disminuye cada vez que se prende el fosforo”
	“Que el agua si se puede separar gracias a la energía que posee los electrones”
	“Podemos decir que si se puede separar el agua pero por medio de un conductor de energía”
	“Las burbujas suceden por el flujo de energía; dado a que esto proporciona gas y al acercar una llama aumento en el negativo y tuvo reducción en el positivo porque se separa la composición del agua, en el polo positivo está el oxígeno y en el polo negativo está el hidrogeno”
	“Que el agua si se puede descomponer en elementos más sencillos, con ayuda de la energía”

La aplicación de esta última actividad dejó como resultado los siguientes:

- Identifican el agua como una sustancia compuesta de hidrogeno y oxígeno, no una mezcla de ellos.
- El estudiante expresa que una sustancia compuesta no puede ser separada con métodos de separación físicos, ya que no se trata de una mezcla. Por el contrario, al tratarse de una sustancia compuesta, se requiere de procesos de reacción química.

- Los estudiantes reconocen mediante la observación los cambios que se producen en una reacción química (referentes macroscópico) y evidencian la separación de una sustancia compuesta en sus elementos, empleando corriente eléctrica.

Figura 12. Fotografías de la practica experimental 12



5.2 Los aprendizajes de los estudiantes

La secuencia de actividades experimentales propuesta se diseñó con el fin de que los estudiantes desarrollen conocimientos y habilidades químicas de manera integrada en la resolución de un problema relevante, como por ejemplo es *¿Por qué los peces no respiraron el oxígeno (O_2), si había suficiente agua (H_2O)?*

Considerando que la secuencia de actividades propuestas debe incluir un fuerte componente formativo con respecto a la comprensión del concepto de sustancia. El trabajo de los estudiantes en la aplicación de las actividades crea múltiples oportunidades para explorar sus ideas, cuestionarlas si es preciso, y proporcionar la retroalimentación necesaria para dirigir su razonamiento en la dirección deseada.

En función a las concepciones de los estudiantes es satisfactorio que tras implementar las secuencias de actividades un gran número de la muestra conceptualicen macroscópicamente la sustancia como un material no mezclado con propiedades características constantes y por consiguiente establecer la diferencia entre una mezcla y una sustancia compuesta desde el nivel macroscópico.

Ahora veamos los aprendizajes que se obtuvieron en los estudiantes basándose en las concepciones respecto al concepto macroscópico de sustancia:

Una de las confusiones que se presentó con frecuencia en las indagaciones de los estudiantes consistió en la dificultad para comprender la estructura y propiedad de la

materia, dado que no había claridad entre el concepto *mezcla* y *sustancia compuesta*, por lo que consideran *que los peces pueden respirar el oxígeno contenido en la partícula del agua*.

Se evidencia especialmente, en el desarrollo de las actividades 9 y 10 que el estudiante identifica que el agua es una sustancia compuesta por mantener constante sus propiedades específicas independiente a la proporción y formada por un solo tipo de partícula en donde sus elementos no actúan de manera separada, a diferencia del agua con disoluciones (gas atmosféricos o ácido carbónico) donde sus componentes no son constantes y la formación de varias partículas se evidencia macroscópicamente mediante procesos como la oxidación o la combustión de oxígeno (burbuja).

Considerando ahora que los estudiantes desconocían el destello de espuma y/o burbujas como presencia de gas. Con el desarrollo de la actividad 6 y 12 el estudiante evidencia de manera observable y aplicable que el destello de burbuja o espuma se trataba del oxígeno contenido en ellas, es decir, la separación de los componentes en el agua como un proceso de descomposición.

Capítulo 6.

CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como fin la aplicación de la actividad experimental con el propósito del aprendizaje del concepto macroscópico de sustancia. En ese sentido el desarrollo y culminación de la investigación permite concluir la importancia de las actividades realizadas en la institución educativa, como la observación, la aplicación de los cuestionarios y talleres con el fin de indagar sobre los conocimientos y experiencias que presentan los estudiantes del grado 10 del Liceo Juvenil el Rodeo acerca de la enseñanza de las ciencias naturales por medio de las actividades experimentales.

Teniendo en cuenta lo anterior, los estudiantes consideran los trabajos prácticos experimentales como una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, porque dicha actividad los motiva, permiten el conocimiento vivencial de muchos fenómenos, permiten ilustrar la relación entre variables significativas en la interpretación de un fenómeno. Los estudiantes han manifestado que con este tipo de prácticas se aprenden habilidades y destrezas como medir, observar, manipular instrumentos, entre otros.

Respecto al aprendizaje, los estudiantes han reconocido las características, propiedades y elementos relacionados con la composición de la sustancia: el agua, tomando el caso de la respiración de los peces en su medio, han logrado diferenciar el concepto de sustancia y de mezcla y han clasificado la materia en sustancias- mezclas y la mezcla homogénea- heterogénea. Sin embargo, la mayoría de estudiantes presentaron deficiencias en ejemplificar el agua como mezcla homogénea (disolución), la leche como una sustancia compuesta, la sal como una mezcla homogénea (disolución), la leche como una sustancia compuesta y el bicarbonato de sodio como una mezcla homogénea.

En cuanto a las actividades experimentales de aprendizaje en los estudiantes, es decir, las prácticas en el laboratorio, constituyeron la base de una serie de herramientas didácticas a través de las cuales los estudiantes comprendieron el concepto de macroscópico de sustancia. Estas actividades experimentales condujeron a representar

procesos de metacognición, permitiendo establecer relaciones entre los conceptos con lo que sucede a su alrededor.

La consecución de los instrumentos de la investigación ha sido fundamentales en la obtención de los resultados y aplicación de la propuesta. De esta manera se puede concluir, que la correcta selección de las técnicas y herramientas de investigación permite que la información obtenida durante el desarrollo de las actividades experimentales aporte al proceso investigativo de una manera veraz y real por medio de la práctica y la interacción de los estudiantes con un entorno real.

La implementación de las actividades experimentales llevo a los estudiantes a dinamizar los procesos de aprendizaje a través de reflexiones, cuestionamientos y aportes que fortalecieron sus capacidades de autorregulación, fomentando las competencias de aprendizaje del concepto macroscópico de sustancia, hubo aprendizaje colaborativo, desarrollando responsabilidad individual y conjunta pues cada uno asumió el rol que le toco desempeñar en el equipo de trabajo al cual pertenecía. Estas estrategias didácticas proporcionan autonomía para que los estudiantes puedan resolver sus propios problemas, haciendo el aprendizaje divertido, creativo y muy participativo.

En relación al uso del laboratorio para el desarrollo de esta propuesta la institución educativa no contaba con una infraestructura o condiciones adecuada para la realización de prácticas experimentales, por lo que muchas de ellas se llevaron a cabo en el interior del aula de clases, algunas en el auditorio, donde en ocasiones contábamos con sillas y mesas y otras veces se realizaban en el suelo.

Para concluir el uso de las actividades experimentales y el contenido específico, para el diseño de las actividades se tuvieron en cuenta las siguientes sugerencias didácticas: el uso de problemas cotidianos como metodología de enseñanza en el laboratorio; relación entre las concepciones de los estudiantes y las actividades propuestas; el propósito de cada una de las actividades experimentales; la secuencia y el tipo de actividad experimental: actividades de exploración de conocimientos escolarizados y actividades de construcción y modificación de concepciones previas.

Bibliografía

- Análisis de agua, P. (2010). Obtenido de http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf
- Avolio, S. (12 de Junio de 2008). *Orientaciones conceptuales para la enseñanza y la evaluación*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2016, de <https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/cap1.pdf>
- Benarroch, A. (2010). El aire y el agua: ¿sustancias puras o mezclas? una sesión de clase para futuros maestros fundamentada en la investigación didáctica. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 91-105.
- Burriel, M. (2007). *Química analítica cuantitativa*. Paraninfo.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar Ciencias*, 95-118.
- Caamaño, A. (2015). *Sustancia química*. Barcelona: Didáctica de las ciencias experimentales.
- Cali en cifras. (22 de Enero de 2012). *La ciudad de Cali*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de <http://posicionamientowebbogota.com/artistico/cali/sobre-cali.html>
- Casado, G., & Raviolo, A. (2005). Las Dificultades De Los Alumnos Al Relacionar Distintos Niveles De Representación De Una Reacción Química. *Universitas Scientiarum*, 35-43.
- Castro, A. (2013). *Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de las competencias científicas*. Universidad de la Amazonia, Caqueta, Florencia.
- Chamizo. (2009). El aprendizaje de la historia experimental de la química. *Tecné, episteme y didaxis*, 82-96.
- Chamizo, J. (2009). Historia Experimental de la Química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TEA*, 7-16.
- Chang, R. (2007). *Química*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Chano, I. (11 de Mayo de 2011). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <http://metodologadelainvestigaciinsiis.blogspot.com.co/2011/10/tipos-de-investigacion-explorat>

- Colado, J. (2005). *Elaboración, diseño y ejecución de las actividades experimentales de las ciencias naturales y su responsabilidad en la valoración de utilidad y significado social*. ISP Enrique José Varona. Estructura didáctica para el nivel secundario.
- Cutrera, G., & Stipcich, S. (2012). Una perspectiva de análisis epistemológico desde los niveles de interpretación de la materia: A perspective of epistemological analysis from the levels of interpretation of matter. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*.
- De Jong, O. (1996). los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: Dilemas y soluciones. *investigacion didactica*, 305-313.
- De la llata, L. (2001). *Química organica. La materia y sus transformaciones*. Mexico.
- Dominguez, C. (2004). *Dificultades en la compresion del concepto de sustancia química, sustancia simple y compuesta*. Universidad de Valencia, Valencia.
- Fabrizi, M. (2008). *Las técnicas de investigación: la observación*. Buenos Aires: Investigaciones pedagógicas.
- Furió, C. (1994). *Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias, Enseñanza de las Ciencias*. Universidad de Valencia, Valencia.
- Furió, C., & Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 241-258.
- Furió, C., Domínguez, M., & Guisasaola, J. (2012). Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 113-128.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 33-40.
- Jhonson, P. (1996). *¿ Que es una sustancia?* Londres.
- Jhonstone, A. (2000). *Enseñanza de la química lógica o psicológica*. Universidad de Glasgow, Glasgow.
- Klein, U. (1994). *Origen del concepto de sustancia química*. Contexto en ciencia.
- Lalinde, A. (2012). *Enseñanza del concepto de sustancia a través de estrategias didácticas en el grado Decimo de la institución educativa San Lorenzo*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

- Marin, M. (2010). *El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas*. Universidad del Valle, Cali.
- Marín, R. (2003). *Fisicoquímica y Microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A. Obtenido de http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf
- Mejía, M. (2014). *Implementación de actividades experimentales usando materiales fácil obtención como estrategia didáctica en la enseñanza aprendizaje de la química en la básica secundaria*. Universidad Nacional de Colombia, Valle del Cauca, Palmira.
- Mena, H. (2011). *Estrategia de aula para la enseñanza del concepto de equilibrio químico ácido-base para estudiantes del grado once de enseñanza media*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Meneses, G. (22 de Julio de 2007). *El proceso de enseñanza – aprendizaje: el acto didáctico*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2016, de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8929/Elprocesodeensenanza.pdf>
- Morris, H. (2011). *Fundamentos de la química*. Nuevo Leon: Cengage Learning Latinoamérica.
- Nelson, P. (2002). Teaching chemistry progressively: From substances, to atoms and molecules, to electrons and nucleos. *Chemistry Education Research and Practice* , 215- 228.
- Parry, R., Steiner, L., Tellefsen, R., & Dietz, P. (1973). *Química. Fundamentos experimentales*. Barcelona: Ediciones Reverté, S.A.
- Perrenoud, P. (8 de Enero de 2004). *Diez Nuevas Competencias para enseñar*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2016, de http://www.centrodemaestros.mx/carrera_m/diez_comp.pdf
- Proquiel quimicos. (11 de 07 de 2017). *PROQUIEL LTDA*. Obtenido de PROQUIEL LTDA: <http://www.proquiel.cl/fichas/PEROXIDO%20DE%20HIDROGENO%20HSDS.pdf>
- Rodríguez, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en las ciencias sociales*. Buenos Aires: Editorial Norma.
- Rossy, A. (2014). *Teoría-química*. Recuperado el 2017, de <https://es.scribd.com/document/350591744/teoria-quimica>

- Sandoval, S., Malagón, J., & Ayala, M. (2011). El papel de la actividad experimental en la ordenación de cualidades y construcción de fenomenología: Experimental activity role in qualities arrangement and phenomenology construction. *5º Congreso Nacional de Enseñanza de la Física*, 155-161.
- Sosa, M. (2005). *Estrategias para introducir el concepto sustancia y para distinguir el cambio químico*. Recuperado el 2017, de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp180estpar.pdf
- Soubirón, E. (2005). *Las Situaciones Problemáticas Experimentales (SPE) como alternativa metodologica en el aula*. Montevideo: UNADEQ.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 179-195.
- Varona, J. (1996). *El trabajo practico en la enseñanza de las ciencias: una revision*. Instituto superior pedagogico, La habana.
- Weisberg, M. (2010). *importancia, estructura, cambios de la quimica*. Filosofía de la quimica.
- Wilkinson, A. (1997). *IUPAC compendio del termino quimico*. Recuperado el Febrero de 2017, de <http://old.iupac.org/publications/compendium/I.html>
- Zambrano, A. (2000). La relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales a través del laboratorio escolar. *Educación en ciencias experimentales*, 67-78.

Anexos

Anexo 1. Cuestionario 1

Este cuestionario tiene por objetivo la indagación sobre tus conocimientos y experiencias acerca de la realización de actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales y de algunos conocimientos frente a un campo específico de conocimientos propios de la química.

Nombre: _____

1. ¿Te gustaría que te enseñaran química usando actividades experimentales (en el laboratorio, en clase, en campo abierto, u otros lugares)?

Sí No

¿Por qué?

.....

2. ¿Qué crees que aprendes cuando realizas una actividad experimental? Marca la opción
- Aprendo los temas de clase
 - Aprendo habilidades y destrezas (medir, observar, manipular instrumentos, entre otros)
 - Aprendo a trabajar en grupo, a tener paciencia, cuidadoso, riguroso, a escuchar y respetar la opinión de los demás, entre otros.

3. ¿En qué asignaturas te han enseñado usando actividades experimentales?

<input type="checkbox"/> Ciencias Naturales	<input type="checkbox"/> Biología	<input type="checkbox"/> Química	<input type="checkbox"/> Física	<input type="checkbox"/> Ninguno
---	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

Otro.....

4. ¿En qué temas de las ciencias naturales has realizado actividades experimentales?

.....

5. ¿Con qué frecuencia has realizado actividades experimentales?

Siempre A veces Pocas Ninguna

Anexo 2. Actividad 8

Este cuestionario tiene por objetivo la indagación sobre tus conocimientos acerca de cómo consideras que se da la respiración de los peces en su medio.

Nombre: _____

Responde:

- a) ¿En qué medio (acuático, terrestre, aéreo) respiran los peces? Y ¿Qué respiran?

Si piensas que los peces necesitan oxígeno para respirar:

- b) ¿De dónde crees que lo obtienen?

- c) ¿Cómo crees que se encuentra este oxígeno en el agua?

- d) Si la molécula del agua es H_2O ¿crees que los peces toman esta molécula para respirar o toman el oxígeno de otra forma? Justifica.

- e) ¿Cuál sería la razón para que el agua donde habitan los peces, deba permanecer en constante movimiento?

- f) Dibuja.

Anexo 3. ¡Espuma en las heridas! Actividad 4

Carolina y Sandra son compañeras de escuela, una tarde se encontraban jugando pelota en el recreo, cuando de repente sin intenció Sandra tropezó con su amiga Carolina, está calló en el pavimento, causándole un fuerte dolor en su rodilla.

Cuando Carolina se colocó de pie, observó que su rodilla se encontraba sangrando, juntas se marcharon para la enfermería del colegio.

Al llegar la enfermera le pidió a Carolina sentarse en la camilla para limpiar la herida con agua y así remover un poco la arena que se encontraba en su pierna, para luego la enfermera aplicarle un poco de agua oxigenada y evitar así que la herida se infectara,



Carolina no quería, pues, creía que esto le generaría más dolor. La enfermera le dijo que solo sentiría unas cosquillitas, pero no causaría molestia.

Le enfermara con mucho cuidado limpio la herida con agua, después tomó un poco de algodón y aplicó agua oxigenada sobre la herida de Carolina. Está con mucho miedo observó que cuando la enfermera aplicaba el agua oxigenada salía un poco de espuma sobre su herida al igual que el cosquilleo que le dijo la enfermera al inicio.

Al terminar de limpiar la enfermera le colocó una cura para evitar que Carolina se lastimara la herida y esta volviera a sangrar.

Cuando Carolina llega a casa con un poco de curiosidad se pregunta, ¿por qué salió espuma en mi herida y luego está bajaba en forma de agua? y ¿por qué cuando caían algunas gotas de agua oxigenada en otra parte de mi pierna no se observó la espuma?

Anexo 4. ¡Pececitos en el agua! Actividad 7

Pedro y Jaimito son compañeros de escuela, los dos niños deseaban tener una mascota en sus casas, por lo que una tarde fueron a visitar una tienda de animales en donde compraron unos hermosos peces dorados. Luego, ambos se marcharon a sus casas para colocar los peces en su nuevo hogar.

Cuando Jaimito llegó a casa, en compañía de sus padres armó un lindo acuario. En su construcción, le instaló unas piedras blancas en el fondo, le sembró unas plantas naturales, lo llenó de abundante agua, le colocó alimento, introdujo sus peces y su padre sugirió instalarle un motor de aire a la pecera. Por otro lado, cuando Pedro llegó a su casa, colocó sus peces dorados en un acuario lleno de agua con unas lindas piedras azules, varias plantas artificiales, y les colocó un poco de alimento.



Al pasar varios días, Pedro observó que sus peces estaban muertos, por lo que llama a su amigo para saber cómo estaban los de él. Jaimito le informa que sus peces se encontraban bien y le recomendó visitar de nuevo al señor de la tienda de animales para saber la razón por la cual murieron los peces.

Pedro visita al señor de la tienda y le pregunta por qué murieron sus peces, él le explica que estos animales murieron por falta de oxígeno.

Sin embargo, para Pedro esta explicación no le satisface, ya que Pedro piensa que la razón de la muerte de los peces no pudo darse por ausencia de oxígeno, ya que la pecera tenía suficiente agua y los peces podían respirar sin problemas porque el agua se compone de oxígeno e hidrógeno (H_2O). Pedro finalmente se pregunta: **¿Por qué los peces no respiraron el oxígeno (O_2), si había suficiente agua (H_2O)?**

1. Completa el cuadro siguiente. ¿Con cuál explicación estás de acuerdo?

Personaje	Explicación	Marca con una X		Justifica tu respuesta
		De acuerdo	En desacuerdo	
1. Señor de la tienda	Los peces murieron por la falta de oxígeno			
2. Pedro	Los peces no murieron por la falta de oxígeno, pues la pecera tenía suficiente agua y los animales podían respirar el oxígeno del agua, ya que su composición es de hidrógeno y oxígeno (H ₂ O)			

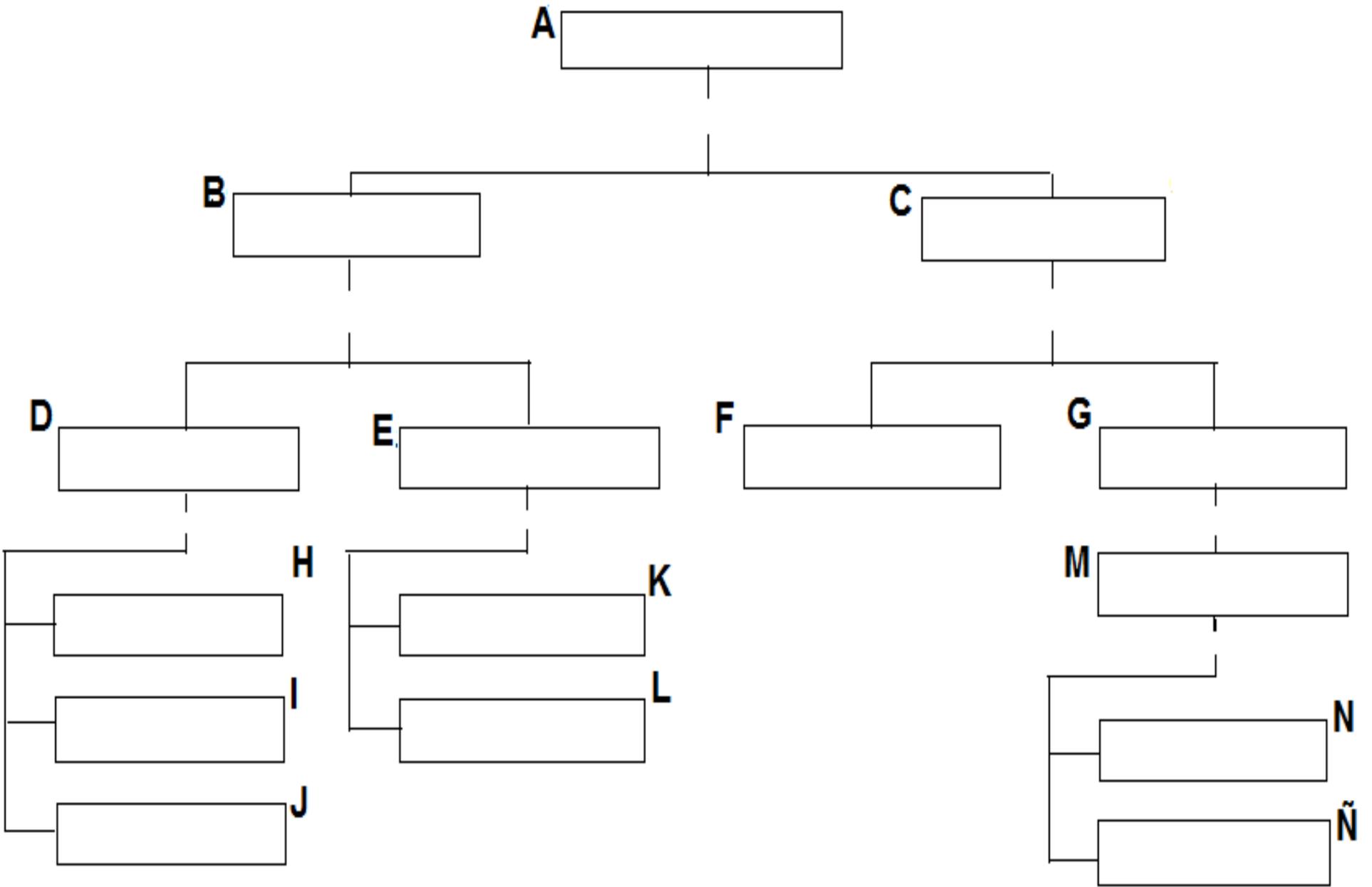
Anexo 5. Actividad 1

Este taller tiene por objetivo que expliciten la relación de unos conceptos con otros, identificando cuales son más generales y cuales están subordinados.

Nombre: _____ Grado: _____

1. Teniendo en cuenta el esquema arma el mapa conceptual utilizando las siguientes palabras:

Heterogénea	Mezcla	Agua
Azufre	Sal	Sustancia simple
Sustancia compuesta	Aire	Homogénea
Materia	Sustancia	Cobre
Leche	Disolución	Bicarbonato de sodio



2. Teniendo en cuenta las conexiones realizadas en el mapa conceptual anterior establece oraciones con las nociones correspondiente a las letras:

A, B y C

.....
.....

B y C

.....
.....

B, D y E

.....
.....

C, F y G

.....
.....

G y M

.....
.....

M, N y Ñ

.....
.....

D, H, I y J

.....
.....

E, K y L

.....
.....

Anexo 6. Actividad 2

Este taller tiene por objetivo identificar la distinción entre una sustancia y una mezcla a nivel macroscópico (materiales comunes), y a nivel microscópico (imágenes). Indicar entre varios sistemas materiales, cuáles están formados por una única sustancia.

Nombre: _____

Grado: _____

1. Actualmente todos hemos oído hablar de: luz, aire, agua, fuego, tierra, onda de radio. Subraya los que crees que están formados por una sustancia. Explica en qué te basas y por qué crees que los otros no lo son.

.....
.....
.....
.....

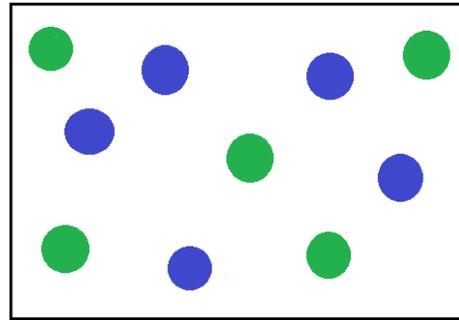
2. En el laboratorio, ponemos en un recipiente un poco de hierro y algo de azufre, ambos en polvo. Al calentar fuertemente obtenemos un sólido negro, el sulfuro de hierro. ¿Cómo crees que podríamos separar, en el sólido negro obtenido, el hierro del azufre?

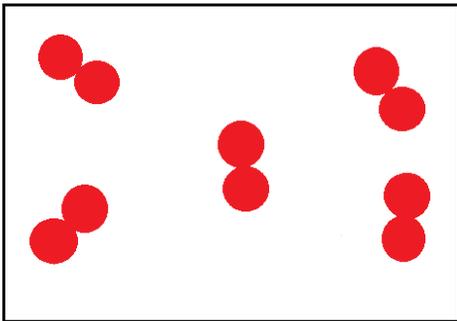
- a) Con un imán potente podría separarse el hierro.
- b) Disolviendo el azufre con un disolvente y, después, separando por filtración.
- c) Calentando fuertemente el sulfuro de hierro hasta que se descomponga.

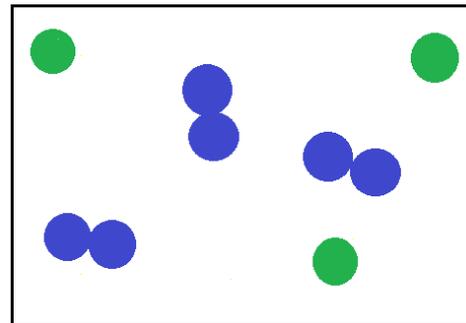
Explica por qué has escogido esta respuesta o propone una

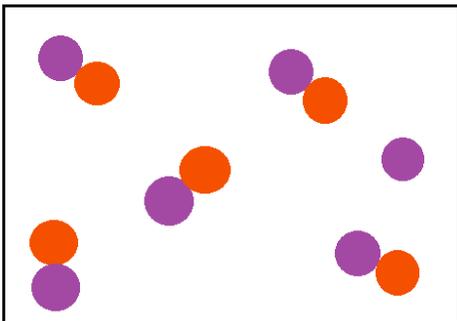
.....
.....
.....

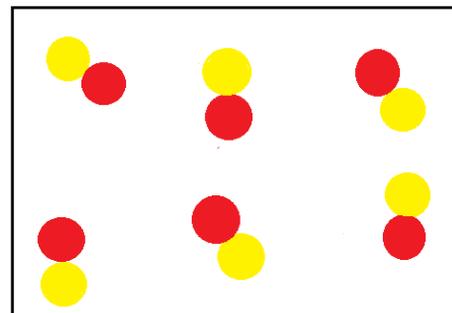
3. Los dibujos siguientes representan un material. Cada bolita simboliza una partícula y las del mismo color son partículas idénticas. Indica cual(es) son una mezcla y cual(es) son una sustancia. Justifica.











Anexo 7. Actividad 6

Esta actividad experimental tiene por objetivo la indagación sobre tus observaciones y conocimientos frente a la experiencia en la reacción del peróxido de hidrogeno o agua oxigenada con un catalizador.

Nombres: _____

Materiales.

- Un frasco de agua oxigenada.
- Trozos de papa o hígado.
- Un vaso transparente.
- Fósforo.

Procedimiento

1. Colocamos en el vaso trozos pequeños de papa o hígado.
2. Luego se agrega suficiente agua oxigenada al vaso con la sustancia.
3. Observamos lo que se produce.
4. Acercamos un palito de fósforo encendido a la espuma blanca.

Preguntas.

- ¿Qué observas cuando se le agrega el agua oxigenada al vaso con papa o hígado?
- ¿Qué consideras que es lo que queda en la base del vaso además de la papa o el hígado?
- ¿Qué pasa cuando enciendes el fosforo a la espuma blanca?
- ¿Qué consideras que puede ser la espuma que sale?
- ¿Cómo sería la ecuación de dicha reacción?

Anexo 8. Actividad 9

Objetivo: Identificar los cambios que se puede presentar en un metal con una variación en la composición del agua.

Nombres: _____

Materiales:

- 6 Puntillas nuevas
- 2 vasos transparentes
- Agua destilada hervida
- Agua destilada sin hervir
- Un trozo de cartón

Procedimiento:

1. Introduce en ambos vasos tres puntillas
2. Marca los vasos con el número 1 y 2
3. Llena el vaso 1 con agua hervida hasta la mitad
4. Llena el vaso 2 con agua sin hervir hasta la mitad
5. Coloque el cartón sobre el vaso # 1

Al día siguiente observa y responde lo siguiente:

1. ¿Cómo se observa las puntillas que se encuentran en el vaso # 1?
.....
.....
.....
.....
2. ¿Cómo se observa las puntillas que se encuentran en el vaso # 2?
.....
.....
.....
.....

3. ¿Cómo se observa la coloración y el aspecto del agua en los vasos?

Vaso # 1:

.....
.....
.....
.....

Vaso # 2:

.....
.....
.....
.....

4. ¿Por qué consideras que se coloca el cartón en el vaso # 1, es decir que función cumple?

.....
.....
.....
.....

5. ¿Cuál crees que fue la razón (o las razones) para que las puntillas de uno de los vasos se oxidaran?

.....
.....
.....
.....

6. ¿Cuál crees que fue la razón (o las razones) que **NO** permitieron que las puntillas de uno de los vasos se oxidaran?

.....
.....
.....
.....

Anexo 9. Actividad 10

En la siguiente actividad experimental debe ser realizada en grupo de tres integrantes.

Objetivo: Reconocer los aspectos visibles del agua con gas y del agua sin gas.

Materiales:

- 1 botella de agua sin gas
- 1 botella de agua con gas
- 3 vasos transparentes

Procedimiento:

1. Abrir la botella del agua con gas. ¿Qué se puede observar y oír?

.....
.....
.....
.....

2. Vertir agua con gas en uno de los vasos (vaso # 1).

3. Cierra de nuevo la botella y agítala 5 veces, seguidamente ábrala y registra lo que se puede observar y oír.

1 vez

.....
.....

2 vez

.....
.....

3 vez

.....
.....

4 vez

.....
.....

- 4. Agita varias veces el procedimiento hasta que ya no observes la presencia del gas en el agua.
- 5. Vierte en otro vaso (vaso #2) agua de la botella con gas y observa la diferencia que encuentras en relación con el agua que se encuentra en el vaso # 1.

.....

.....

.....

- 6. Abre la botella de agua sin gas. ¿Qué se puede observar y oír?

.....

.....

.....

- 7. Vierta agua sin gas en un vaso (vaso # 3) y compárala con el agua que se encuentra en los vasos #1 y #2 ¿Qué puedes observar?

.....

.....

.....

- 8. Consideran que el agua con gas es:
 - a) una sustancia pura
 - b) una mezcla homogénea
 - c) una mezcla heterogénea
 - d) una sustancia compuesta
 - e) Otro ¿Cuál?

Justifica tu respuesta anterior

.....

.....

.....

- 9. El agua con gas es:
 - a) Agua+ oxígeno
 - b) Agua+ gas carbónico
 - c) Agua + oxígeno y gas carbónico
 - d) Otro ¿cuál?

Anexo 10. Actividad 12

En la siguiente actividad experimental debe ser realizada en grupo de tres integrantes.

Objetivo: Identificar los cambios químicos del agua y los componentes de la misma.

Materiales:

- Agua destilada
- 1 Recipiente mediano transparente
- 1 Pila 9V o regulador
- 2 Cables (con pinza caimán)
- 3 cucharas de Sal de cocina
- 2 Jeringas
- 2 Trozos de borrador
- 1 Encendedor o cerilla

Colocar en el recipiente mediano 100ml de agua y añádele tres cucharas de sal. Agitar muy bien.

Colocar los trozos de borrador en ambas agujas de las jeringas.

Vertir agua destilada con sal en ambas jeringas.

Toma los dos cables y retira la cubierta protectora en uno de los extremos de cada uno. Es decir que el alma conductora quede expuesta.

Coloca el alma conductora de ambos cables dentro del recipiente mediano, procura que cada cable.

Tapar con una tarjeta o carnet la superficie de las jeringas, con cuidado voltearla, sumergirla en el agua e introducirla en el alma conductora del cable que se encuentra en el recipiente mediano. Realiza el mismo procedimiento con la otra jeringa.

Asesorar que las almas conductoras de ambos cables se encuentran dentro de cada jeringa.

Conectar el otro extremo de cada cable (las pinzas caimán) a la pila de 9 voltios.

Dejar pasar un lapso de tiempo de 15 a 20 minutos. Y responde.

1. ¿Observas producción de burbujas?

SI

NO

2. ¿De dónde crees que se origina o se produce las burbujas?

3. ¿La producción de burbujas se genera en ambas jeringas?

SI

NO

4. ¿Qué crees que puedan ser las burbujas que observas en la burbuja conectada al polo positivo (+)?

5. ¿Qué crees que puedan ser las burbujas que observas en la burbuja conectada al polo negativo (-)?

6. ¿Qué se observa en la jeringa que tiene introducido el cable conectado al polo positivo (+) de la pila?

- a) Mucha producción de burbuja.
- b) Poca producción de burbuja.
- c) Nula la producción de burbuja.

7. ¿Qué se observa en la jeringa que tiene introducido el cable conectado al polo negativo (-) de la pila?

- a) Mucha producción de burbuja.
- b) Poca producción de burbuja.
- c) Nula la producción de burbuja.

8. ¿Observas algún cambio de color en el agua de las jeringas o en la del recipiente?

SI

NO

¿Qué color? _____

9. ¿Hay producción de óxido?

SI NO

10. ¿Presencias calor en algunas de las jeringas?

SI NO

11. Pasado el lapso de 20 minutos ¿observas un cambio en el nivel del agua en las jeringas?

SI NO

12. ¿El nivel de las jeringas es similar?

SI NO

Si los niveles son distintos en que polo ha bajado más el nivel.

POSITIVO (+) NEGATIVO (-)

13. Retira el trozo de borrador de cada una de las jeringas y acerca la cerilla encendida ¿qué sucede?

Jeringa del polo positiva (+)

Jeringa del polo negativo (-)

Observaciones

Anexo 11. Actividad # 11

Nombre:

	Muestra # 1	Muestra # 2	Muestra # 3	Muestra # 4
Estado				
Coloración				
Olor				
Sabor				
pH				
Brillo				
Solubilidad				
Conductividad				
Identificación de la sustancia				