

**LA EXPERIMENTACIÓN EN LA COMBINACIÓN Y SEPARACIÓN DE SUSTANCIAS
PARA APRECIAR PROCESOS DE DISCRETIZACIÓN EN LA MATERIA:
UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA PARA GRADO DÉCIMO ORGANIZADA A TRAVÉS
DE UN ESTUDIO HISTÓRICO**

**DINA MARIA VELÁSQUEZ CARREÑO
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADA EN FÍSICA**

DIRIGIDA POR:

**YENIFER JOHANA HERNÁNDEZ LEÓN
MARINA GARZÓN BARRIOS**

PROFESORAS DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA

**LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN- LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN FÍSICA
BOGOTÁ, 2021**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1 EL CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA Y ANTECEDENTES	4
1.1 SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA	4
1.1 PREGUNTA PROBLEMA:	5
1.2 OBJETIVO GENERAL:.....	5
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	5
1.4 OTROS ANTECEDENTES	6
2 CAPÍTULO I.....	8
2.1 PRIMERAS IDEAS SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LOS CUERPOS	8
2.2 LA IMPOSIBILIDAD DE LA CONTINUIDAD A CAUSA DE LA EXISTENCIA DEL VACÍO	11
2.3 LAS CONCEPCIONES MODERNAS ACERCA DEL VACÍO: BOYLE Y LA QUÍMICA	13
3 CAPÍTULO II.....	16
3.1 LA NATURALEZA DE LOS GASES: EXPERIMENTOS QUE PERMITEN EL ESTUDIO DE LA MEDIDA DE LOS GASES Y SUS PROPIEDADES	16
3.2 LA MEDIDA DE LOS MATERIALES	17
3.3 GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS CUERPOS	20
3.4 ESTRATEGIAS PARA CONOCER LA MEDIDA DE LOS GASES	21
3.5 SOBRE LA CONFINACIÓN, MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE GASES	22
3.6 SOBRE EL GASÓMETRO	23
4 CAPÍTULO III.....	27
4.1 AFINIDAD DE LOS MATERIALES	27
4.2 AFINIDAD QUÍMICA: EL AIRE Y EL AGUA	28
4.3 SOBRE LAS PROPORCIONES FIJAS DE MASA PRESENTES EN LOS COMPUESTOS.....	29
4.4 SOBRE LA DISCRETIZACIÓN Y LA COMPOSICIÓN DEL VINO.....	31
5 CAPÍTULO IV	33
5.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	33
5.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EN EL AULA:	33
5.2.1 FASE 1.....	39
5.2.2 FASE II.....	43
5.2.3 FASE III.....	52
5.2.4 FASE IV.....	54
5.3 CONFERENCIA FINAL: SOBRE LA DISCRETIZACIÓN Y DISCONTINUIDAD DE LA MATERIA.....	57
6 CONCLUSIONES	61
7 BIBLIOGRAFÍA	63
8 ANEXOS I- TABLAS DE ESTUDIO EN EL AULA	66

8.1	LECTURA I.I.....	66
8.2	EXPERIMENTO I.I Y I.II	68
8.3	LECTURA II.I	74
8.4	EXPERIMENTO II.I.....	78
8.5	EXPERIMENTO II.II.....	81
8.6	LECTURA II.II	87
8.7	EXPERIMENTO II.III.....	89
8.8	LECTURA III.I	91
8.9	LECTURA IV.I.....	93
8.10	LECTURA IV.II Y EXPERIMENTO IV.II.....	95
8.11	APERTURA DE LA BOTELLA CON JUGO FERMENTADO	97
8.12	¿CÓMO COMPRENDEMOS LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA?	102
9	ANEXOS II- ACTIVIDADES LLEVADAS AL AULA.....	105
9.1	LECTURA I -LOS GASES.....	105
9.2	TALLER 1- REACCIONES Y COMPORTAMIENTO EN LA COMBINACIÓN DE MATERIALES: PRODUCCIÓN DE GASES	109
9.3	LECTURA II.I- EL PRINCIPIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA DE LAVOISIER	111
9.4	TALLER II.I- LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MASA PARA IDENTIFICAR LA DISCRETIZACIÓN	114
9.5	LECTURA III.I- LA LEY DE PROUST	117
9.6	TALLER III. I-LEY DE PROUST PARA IDENTIFICAR LA DISCRETIZACIÓN... ..	120
9.7	LECTURA III.II- RELACIONES DE MASAS ELEMENTALES EN SUSTANCIAS	122
9.8	LECTURA IV.I - PARA DETERMINAR QUE EL ALCOHOL EXISTE COMO UNA FORMA DEL VINO	124
9.9	TALLER IV.I -MEDIDAS VOLUMÉTRICAS EN RELACIÓN CON LA MASA.....	127
9.10	LECTURA IV.II- EL ESPACIO VACÍO IMPLICA DISCONTINUIDAD	131

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 TUBOS EN J.....	11
IMAGEN 2 BARÓMETROS DE TORRICELLI	15
IMAGEN 3 CANTIDAD DE MUESTRA TOTAL.....	18
IMAGEN 4 SUSTANCIA A	18
IMAGEN 5 SUSTANCIA B.....	19
IMAGEN 6 SUSTANCIA C.....	19
IMAGEN 7 SUSTANCIA D	19
IMAGEN 8 MUESTRA TOTAL.....	20
IMAGEN 9 MONTAJE EXPERIMENTAL	22
IMAGEN 10 PARTE INTERNA DEL GASÓMETRO	24
IMAGEN 11 AMPLIACIÓN GASÓMETRO.....	25
IMAGEN 12 GASÓMETRO	26
IMAGEN 13 SECUENCIA DE ACTIVIDADES	38
IMAGEN 14 LIBERACIÓN DE OXÍGENO ACTIVO	41
IMAGEN 15 EXPERIMENTO LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MASA.....	46
IMAGEN 16 SÍMBOLOS PARA LOS ELEMENTOS	49
IMAGEN 17 CONFERENCIA FINAL.....	58
IMAGEN 18 MATERIALES PARA EXPERIMENTO CON GASES	70
IMAGEN 19 MUESTRA FINAL DE AGUA TIBIA Y OXÍGENO ACTIVO	71
IMAGEN 20 MUESTRA FINAL DE VINAGRE Y BICARBONATO DE SODIO.....	71
IMAGEN 21 MUESTRA 1 DE JUGO DE FRUTAS	73
IMAGEN 22 APARATOS DISEÑADOS PARA EXPERIMENTACIÓN	75
IMAGEN 23 SECUENCIA DE DATOS	79
IMAGEN 24 EXPERIMENTO CONSERVACIÓN DE LA MATERIA GRUPO 8	85
IMAGEN 25 EXPERIMENTO CONSERVACIÓN DE LA MATERIA GRUPO 7	85
IMAGEN 26 EXPERIMENTO CONSERVACIÓN DE LA MATERIA GRUPO 10	86
IMAGEN 27 ANTES DE LA APERTURA DE LA BOTELLA	97
IMAGEN 28 DESPUÉS DE LA APERTURA DE LA BOTELLA	98
IMAGEN 29 ANTES DE LA APERTURA DE LA BOTELLA POR SEGUNDA VEZ	99
IMAGEN 30 APERTURA DE LA BOTELLA POR SEGUNDA VEZ.....	99
IMAGEN 31 ANTES DE APERTURA DE BOTELLA.....	100
IMAGEN 32 DESPUÉS DE APERTURA DE LA BOTELLA	100
IMAGEN 33 SEPARACIÓN DE DENSIDADES.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 LOS GASES	39
TABLA 2 DEL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA.....	43
TABLA 3 DEL PRINCIPIO DE PROPORCIONALIDAD	47
TABLA 4 CANTIDADES DE MUESTRAS ESCOGIDAS POR LOS ESTUDIANTES	51
TABLA 5 SUSTENTACIÓN DE LA DISCRETIZACIÓN DE LA MATERIA	52
TABLA 6 LA DISCONTINUIDAD PARA COMPRENDER LA CONCEPCIÓN DE VACÍO	54
TABLA 7 IMPORTANCIA DE LOS GASES PARA ESTUDIAR LA MATERIA.....	66
TABLA 8 RESPUESTAS LECTURA LOS GASES.....	67
TABLA 9 EXPERIMENTO INICIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE GASES.....	68
TABLA 11 SOBRE LA VARIACIÓN EN LOS INSTRUMENTOS.....	76
TABLA 12 SOBRE LA TRANSMUTACIÓN DE LA MATERIA	77
TABLA 13 EXPLICACIÓN SOBRE EL CAMBIO DE LA MASA.....	79
TABLA 14 SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LA MASA DESPUÉS DE LA EXPERIMENTACIÓN	82
TABLA 15 PRINCIPIO DE PROPORCIONALIDAD	87
TABLA 16 EXPERIMENTO PARA IDENTIFICAR LA DISCRETIZACIÓN	89
TABLA 17 RELACIONES DE MASAS ELEMENTALES	92
TABLA 18 LA DESTILACIÓN	93
TABLA 19 DATOS I MASA Y VOLUMEN DE DOS GASES.....	96
TABLA 20 DATOS II MASA Y VOLUMEN DE DOS GASES.....	96

AGRADECIMIENTOS

Dedicado a las mujeres que me han impulsado a crecer:

A mi abuela Elvia Barón Rodríguez, que en paz descansa, que me motivó a ser una mujer independiente y libre.

A mi madre amada Magdalena Carreño Barón que siempre nos ha querido ver grandes.

A mis maestras,

Marina Garzón Barrios que me ha brindado su apoyo desde el principio de la carrera y es un modelo artístico y académico que seguir.

Yenifer Johana Hernández León por su paciencia y consejos que colaboraron con la continuación y finalización de este trabajo.

“Gracias a la vida que me ha dado tanto”

Violeta Parra

INTRODUCCIÓN

A un nivel muy general, en las observaciones que se hacen del mundo hay una separación de los objetos, así como los utensilios en el escritorio, estos se pueden observar independientes unos de otros, desunidos y discontinuos. Ahora bien, cuando se observa un objeto específico cualquiera, como la mantequilla, y la cortamos en partes, haciendo una exploración hasta lo que consideramos las partes más mínimas, encontramos que solo obtenemos secciones más pequeñas aún de mantequilla, y aún si la continuamos dividiendo podríamos llegar a una idea que nos llevará a pensar que al final, tendremos una parte reducida de lo que es una continua extensión de mantequilla. Hacer presunciones como éstas nos proporcionan una idea mental muy preliminar de lo que puede estar sucediendo en las partes más pequeñas de los demás objetos, en su composición.

Como resultado, en las observaciones que se pueden hacer de la cotidianidad separamos objetos, pero los objetos en sí mismos los consideramos continuos y entonces existe una dualidad en la relación continua y discontinua de la materia, lo que lleva a preguntarse su constitución en cuanto a sus posibles partes fraccionadas o discretas, o su infinita extensión. De ahí que en la enseñanza de las ciencias se aborde el tema de la estructura de la materia porque permite responder a preguntas sobre si la composición de la materia que conocemos es infinita en división o está hecha de partes unidas, o bien se podría decir si es continua o discontinua.

Cuando se aborda el tema de la estructura de la materia en el aula, se enseña que hay ciertos autores que proponen un modelo discontinuo (partido) sobre la composición de la materia (Dulcey Cuta, 2017), sin embargo, este tema no trasciende a la organización de los hechos experimentales que intervienen en las presunciones sobre el carácter discreto y discontinuo de la materia.

Según los *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias* los estudiantes en los últimos años de bachillerato deben comprender *los cambios físicos y químicos en la materia y la explicación del modelo atómico desde diferentes teorías* (Ministerio de Educación Nacional, 2006, pág. 140). En vista de esto, los libros de texto proponen mostrar la teoría que más se adapta a los estudios actuales, los que concluyen en explicar la estructura de la materia, pero no expone las diversas teorías que dieron origen a tales pensamientos sobre la discontinuidad de los objetos y la construcción del concepto de *partícula* que prevalece hoy día.

Cuando se hace un acercamiento al estudio de las teorías que dieron origen a tal dualidad: continuidad y discontinuidad de la materia, conlleva a las experiencias con la combinación y separación de sustancias hechas por Evangelista Torricelli (1608-1647), Robert Boyle (1627-1691), Antoine Lavoisier (1743-1754), Marie Anne Pierrette (1758-1836), Joseph Priestley (1733-1804) John Dalton (1766-1844), Louis Berthollet (1748-1822), Louis Proust (1754-1826), Joseph Gay-Lussac (1778-1850) y otros. Las teorías e hipótesis permiten identificar el comportamiento discontinuo de los materiales porque encuentran organizaciones de sustancias simples. De ahí que

los diversos pensadores establecen los modos en los cuales se organiza la materia y las características que se pueden encontrar al hacer un análisis profundo de sus cualidades como son masa, densidad y volumen.

El uso de herramientas para hacer la medición de las variables que actúan sobre un gas son las que permiten asociarle a la materia un carácter discontinuo, ya que al hacer la medición de volúmenes, densidades y masas de los gases es de notar que estas propiedades son fijas para determinados materiales. Además, en el gas producto de determinados procesos de combinación de muestras se aprecia que la materia tiene separación, ya que se comporta en partes fijas de masa para relacionarse (Davy S. H., 1812, pág. 104), como es el caso del aparente aumento de masa que tiene un metal cuando es calcinado debido a una reacción con el aire presente. Cuando se recogen los estudios que desembocan en la lectura de estas experiencias se llega a lo que se conoce como la *Ley de las proporciones fijas y múltiples* de Louis Proust y de John Dalton.

La validez del estudio de la discretización de la materia surge como antecedente al pensamiento en la construcción del concepto de átomo, es por eso por lo que es significativo ampliar con los estudiantes la investigación que se dio en torno a los experimentos que concluyen en que la materia está dividida y que esta partición implica discontinuidad. En el presente trabajo se hará énfasis en los estudios con combinación y separación de materiales, y producción de gases que mostraron que la materia se puede organizar en partes discretas y espaciadas, y, en consecuencia, surge un cambio en el pensamiento de lo que se consideraba la materia continua.

De la distribución de capítulos

En el capítulo I, se presentan las primeras ideas que sugieren la constitución de las sustancias. Durante el capítulo, se muestra el desarrollo de los experimentos hechos a finales del siglo XVII por Galileo y Torricelli, que acaban por establecer la concepción del vacío y con esto la posible discontinuidad en la materia que iría en contra de los pensamientos Aristotélicos donde se explicaba el aborrecimiento de la naturaleza a los espacios vacíos. La historia sobre la continuidad de los cuerpos y las actividades desarrolladas sobre el estudio de la composición de la materia hechas por personajes como Aristóteles, Demócrito, Lavoisier y Priestley llevó a proponer posturas sobre la composición de las sustancias y sus partes elementales. En el capítulo II se señala la naturaleza de los gases, llamados también fluidos elásticos, su procedencia mediante procesos comunes como la respiración, la calcinación y mediante reacciones en sustancias que tratan de producirlos en diversas clases. Se presenta como factor de estudio la medida de las masas que tienen tales fluidos elásticos, con esto se contempla asociar tales mediciones a los tipos de sustancias.

En el proceso de medición estos autores desarrollaron equipos e instrumentos especiales para confinar, separar y trabajar con los gases, tal es el caso de los aparatos como el Pelicano, las retortas, el gasómetro y otros, diseñados principalmente por Antoine Lavoisier y Joseph Priestley;

aparatos que tenían el objeto de indagar en las características que pudieran describirse como peso, masa, volumen, densidad, magnitudes que aportan en la descripción de las diferencias y similitudes entre algunos gases, la exploración sobre estos aspectos contribuye a la clasificación de sustancias elementales.

El trabajo de la medida y clasificación de gases y sustancias consideradas luego como elementales es propuesto por Lavoisier, Pierrette, Priestley, Dalton, Proust y Berthollet quienes formulan que las sustancias más simples encontradas, tienen una medida de la masa discreta lo que quiere decir que los compuestos están dados en partes, de modo que en proporción de la medida de sus masas se combinan o separan. Estas mediciones concluyen con la idea de *proporciones fijas o definidas* en la combinación de masas propuesto por Mr. Proust.

El trabajo de Proust no solo contribuye a comprender la discontinuidad de la materia si no aporta al trabajo de John Dalton que termina por proponer la *ley de las proporciones múltiples*. Tales leyes serán discutidas en el tercer capítulo en contraste con los trabajos de Mr. Berthollet quien pensaba que el producto de una reacción era independiente de las cantidades de muestras que intervienen. Estas *leyes de las proporciones fijas y múltiples* muestran cómo se separa cada sustancia para relacionarse dentro de las reacciones, mostrando así el modo discreto de distribuirse, pues siempre se dan las combinaciones en proporciones de masa definidas correspondientes a cada material.

En el capítulo IV, se presenta el proceso de diseño de la secuencia didáctica y el proceso de implementación que se realizó con los estudiantes de grado décimo del Colegio Champagnat de Bogotá. La secuencia tiene como objetivo establecer que la combinación y separación de compuestos está dada en partes discretas, definidas para cada sustancia; y se estima el uso de la historia de las ciencias a través de las lecturas que provienen de fuentes primarias y secundarias¹, junto con el desarrollo de la actividad experimental.

Se indaga además en los análisis hechos por los estudiantes, que plasman en las preguntas de los textos y talleres, lo visto en las lecturas y experimentos en cuento a la composición de la materia, la combinación y separación de sustancias desde la perspectiva de diversos autores estudiados durante los escritos y experimentos. Finalmente se presentan las conclusiones sobre el desarrollo del trabajo encontrando cuales son los conceptos que elaboran los estudiantes en torno a el carácter discreto de la materia.

¹ El desarrollo y organización de los procesos que llevan a formular el comportamiento de la materia en proporciones fijas y múltiples de masa comprende el estudio de las fuentes primarias como son *El Tratado elemental de la Química* (Lavoisier, 1798), *Elements of Chemical Philosophy* (Davy S. H., 1812), *Mémoires de Physique et de Chimie* (Société d'Arcueil, 1813) *A New System of Chemical Philosophy* (Dalton, 1808), y fuentes secundarias como: *Breve historia de la Química* (Asimov, 1975), con esto se hace uso de la actividad experimental para estimular la comprensión de las ideas en torno a lo discreto y discontinuo en la materia.

1 EL CONTEXTO DE LA PROBLEMÁTICA Y ANTECEDENTES

1.1 Sobre la enseñanza de la estructura de la materia

Cuando se ignoran las relaciones históricas con los experimentos y los análisis alrededor de la estructura de la materia se tiene como consecuencia que los estudiantes tengan imágenes sin forma de la construcción de los conceptos científicos y la relación que estos tienen con otros conceptos ya estudiados a lo largo de la escuela. (Solbes & Traver, M. J., 1996). Los procesos históricos en función del desarrollo de nuevas teorías permiten una buena acogida a la actualización de los conceptos; por su parte, los contenidos sobre los avances que han dado pie a la organización de las teorías referentes a la estructuración de la materia, que se estudian en las clases de ciencias, no se extienden en el aula reduciendo la posibilidad de hacer un discernimiento adecuado sobre la temática (Solbes & Traver, M. J., 1996), usualmente, los textos que se presentan en las aulas suelen tener información acerca de los hechos históricos en forma rectilínea, lo que además, les permite inferir a los estudiantes que la ciencia se construye como una sucesión de descubrimientos precisos, y no que en los diferentes escenarios se consolidaron ideas acerca de las características de un fenómeno e incluso disputas, como la que hubo entre Aristóteles y Demócrito acerca de la constitución de los cuerpos (Páez, Rodríguez, & Niaz, 2004).

Como se ve en la tesis de Yina Dulcey Cuta (2017), titulada *Los libros de texto de Ciencias Naturales y su Articulación con los Estándares Básicos de competencias en Ciencias Naturales de la República de Colombia* indaga lo que dicen los textos sobre la teoría atómica de algunos libros de Química y Física del BUP (Bachillerato unificado Polivalente de España) y del COU (Curso de Orientación Universitaria en España). Allí, clasificaron los contenidos y concluyeron que la actividad científica se muestra concreta, se ve a la ciencia como un objeto del saber y no como un modo para llegar a cimentar nuevos conocimientos. En los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional (MEN), se evidencia que una de las competencias en el grado undécimo debe ser explicar la estructura atómica a partir de *diversas teorías* (MEN, 2004), y cuando nos acercamos a los libros de texto que se utilizan en ciencias naturales no se encuentra relación aparente entre lo que son las actividades experimentales y las teorías que circundan en los libros (Dulcey Cuta, 2017, pág. 18).

El trabajo Dulcey (2017) muestra que, las autoras, Lozano, Martínez y Téllez (2013) tomaron y compararon en total seis textos de química de grados décimo y undécimo, estos textos hacían parte de los más usados de un grupo de maestros con formación de postgrado, quienes además admitieron que utilizaron el texto como recurso para el aprendizaje en el aula, pero a pesar de esto, encontraron que los libros por lo general están desvinculados del contexto histórico de los temas que incorporan, y en ocasiones atribuyen el desarrollo científico en relación con la estructura de la materia como una cuestión de linealidad, en donde la construcción de los conceptos parten de una progresión científica que no ha sufrido inconvenientes (Dulcey Cuta, 2017, pág. 15).

La enseñanza de las ciencias orientada a la composición de la materia por lo general pone sus cimientos en el aprendizaje de los conceptos que se consideran “básicos”, tales como atribuir forma, peso y tamaño a los componentes de las sustancias, a razón de esto se ponen en obiedad las concepciones alrededor de las características de la materia; es tanto así que cuando los libros de texto mencionan los términos de continuo y discontinuo no presentan con claridad de donde provienen estas palabras, y se da lugar a malas comprensiones, en tanto los estudiantes elaboran ideas propias de lo que podrían significar los mencionados términos, esto recae en que se opaque el desarrollo conceptual e histórico en torno al tema (Reyes & Rodríguez, 2014).

De acuerdo con lo anterior, el trabajo experimental en el aula, vinculado a los procesos históricos que contribuyen a la organización de las teorías sobre la estructura de la materia se asocian a la apropiación de conceptos que caracterizan a la materia misma y, es de utilidad para profundizar en los discernimientos que hacen los estudiantes sobre lo que se concluye en la discontinuidad y discretización de los materiales.

1.1 Pregunta problema:

¿Cuáles son las concepciones que organizan los estudiantes acerca del comportamiento discreto y discontinuo de la materia en consideración con la organización histórica y experimental en la combinación y separación de sustancias?

1.2 Objetivo General:

Identificar las relaciones que construyen los estudiantes de grado décimo B del Colegio Champagnat de Bogotá sobre el comportamiento discreto y discontinuo de la materia a partir de la combinación y separación de sustancias teniendo en cuenta los trabajos experimentales propuestos por los diversos autores.

1.3 Objetivos Específicos:

1. Indagar sobre los trabajos experimentales con combinaciones de sustancias y fluidos elásticos implicados en la organización de las ideas de discretización y discontinuidad de la materia.
2. Elaborar una propuesta experimental con combinación de sustancias y producción de fluidos elásticos, diseñada en relación con los trabajos que evidencian los principios de proporciones definidas y múltiples implicados en la organización de la idea de discontinuidad y discretización de la materia.
3. Llevar al aula una propuesta de lectura histórica y experimental de los trabajos involucrados en los procesos de organización de los conceptos discretización y discontinuidad en la materia.

1.4 Otros antecedentes

Además de las investigaciones presentadas anteriormente para la contextualización de la problemática en el transcurso de la investigación se han identificado otros trabajos que contribuyen a la propuesta.

Ortiz V. Fabián E. en su trabajo (2015) *“Enseñanza del modelo discontinuo de la materia mediante el uso del gas ideal y el apoyo de un aula virtual”*, de la Universidad Nacional de Colombia, donde su objetivo es trabajar con estudiantes de la institución educativa Ciudad de Asís (municipio de puerto Asís en Putumayo) los conceptos de continuidad y discontinuidad de la materia con soporte de las tecnologías (TIC); dos partes fundamentales de su trabajo que le aportan al mío son: el estudio histórico de los conceptos de continuidad y discontinuidad, y el concepto de discontinuidad con los estudios hechos en gases ideales.

En este trabajo se hace un recuento histórico acerca de la concepción de vacío, como comienzo para entrar a trabajar con la idea de los componentes de la materia, y algunas de las diversas teorías que muestran el trabajo antecesor de la formulación de la teoría atómica. En el transcurso del trabajo se incursiona en lo que sería el trabajo de *Bernoulli, Herapath, Joule, Kröng* y *Clausius*, pues al explorarlos se encuentran las primeras relaciones de temperatura, presión y densidad de un gas. El desarrollo de la investigación se enfoca en adoptar el uso de nuevas tecnologías después del abordaje de la epistemología del trabajo alrededor del estudio con gases influyen en la forma en que los estudiantes comprenderán el concepto de discontinuidad.

Este trabajo muestra por qué es necesario abordar un contexto histórico y hacer una plena relación entre cada factor que propone algo nuevo acerca del estado de los gases y el comportamiento de estos para la elaboración de los conceptos de discretización. Además, propone en su marco teórico los cambios de ideas que han surgido a través del siglo XVIII para la idea de molécula y de discretización se han sumado a las concepciones que se establecen para la teoría atómica de la materia.

En el trabajo para optar por el grado de Magister en docencia de las Ciencias Naturales, presentado (2014) por Reyes R. Liliana y Rodríguez R. Carmen A. llamado *“Construcción de la fenomenología de la interacción y equivalencia de la actividad Química de las sustancias”*, contiene la problemática de que el pensamiento de la estructura de la materia no se centra en el significado de lo que aprenden, la memorización de un concepto pero él no aprendizaje de este implica un reto en la enseñanza de las ciencias. Y tal vez este reto también incluye el hecho de que los profesores dejan de lado toda la secuencia histórica que ha precedido el propio estudio de lo que se enseña y cuáles son los aspectos relevantes al momento de pensar en las concepciones de la época. Esto conlleva el mínimo análisis crítico y profundo de la historia y la estrecha relación que esta podría tener con la enseñanza de los conceptos. Conocer esto daría bases a los profesores para saber que la materia tiene composición y por esto se obtuvieron resultados que llevaron a

postulados de la naturaleza cuantitativa de la materia, despejando el camino para la formulación de la teoría atómica, el estudio histórico crítico será apropiado para conceptualizar los elementos que permitan la enseñanza de la química.

Dentro del marco conceptual que contiene el trabajo se mencionan científicos que marcaron un importante desarrollo del concepto de discretización al hacerlo corresponder con el estudio de las características de los gases como el estudio de Lavoisier, Berthollet, Proust, Dalton, Gay Lussac, Avogadro y Faraday y por otro lado hace uso de la actividad experimental para la enseñanza del concepto de discontinuidad.

Reyes R. Jaime (2012) en su tesis ***“La organización de la experiencia y elaboración de los conceptos. Fase inicial de la constitución de los conceptos de átomo e ion”***, para aspirar al título de Doctor en Educación. Allí hace un desarrollo histórico acerca de las experiencias con la combinación con gases y resultados de estas para comprender el concepto de discreto y consecuentemente el concepto de átomo, y el trabajo hecho con la electrólisis para elaborar el concepto de ion. Estos planteamientos los hace en base al trabajo de Max Planck en su *Treatise of thermodynamics* acerca de los pesos moleculares y el trabajo de Robert Millikan con el texto *The Electron*. Se despliega la idea de discretización y su relación con el concepto de átomo y los principales referentes para llevar la idea en el texto, además muestra las primeras concepciones de discretización y menciona los trabajos que dieron lugar a la configuración de la idea de discretización de la materia. Basado en los estudios de algunos científicos proporciona características propias de los elementos como son *pesos equivalentes* y *número de equivalente*, donde se hace énfasis al trabajo de Amadeo Avogadro, de quién escribiré más adelante, y la importancia de las proporciones definidas que ha encontrado en sus estudios experimentales tomando el trabajo de Gay Lussac y John Dalton para proponer así su conocida constante. Luego procede a hacer una íntima relación con los conceptos ya tratados y los significados de átomo y molécula, y de igual modo lo que el estudio en combinación de gases puede servir como aporte para hablar de estas concepciones (Reyes Roncancio, 2012).

2 CAPÍTULO I

2.1 Primeras ideas sobre la composición de los cuerpos

Las principales ideas conocidas sobre la continuidad de la materia corresponden a las premisas aristotélicas que negaban la concepción de vacío, lo que quiere decir que la naturaleza se comporta continuamente y es así como se llenan todos los espacios del universo, por esto ninguna extensión debe quedar vacía. Basándose en esta premisa Aristóteles (384 a.c.) se encontraba en la imposibilidad de aceptar un objeto continuo hecho de partes indivisibles (Coronado C., 2002), pues la división de los objetos implica separación y así esto se relaciona con partes discretas y discontinuas; para explicar su postura hace un tratado en contra de la idea de vacío, texto que iba en contra de las ideas atomistas de la época (Carmen Minecan, 2015, pág. 179). Aristóteles niega el vacío pues asegura que el movimiento se da porque las cosas se trasladan oponiéndose a la densidad del medio. Si el espacio fuera vacío, el objeto no encontraría resistencia lo que le haría adquirir una velocidad infinita, lo cuál sería imposible. (Solaz-Portolès & Moreno-Cabo, 1997, pág. 196)

Para Aristóteles la sustancia, la esencia del ser, y el sujeto comprendían una misma cosa, al ser el sujeto en sí mismo no se puede separar (Cebrecos, 2014, pág. 13). Al igual que Aristóteles, René Descartes (1596-1650) concebía la sustancia como una cosa que no necesita otra para existir, es concebida por ella misma, de ahí que no pueda ser reducida a otra cosa. Para Descartes existe una sustancia infinita (Dios) y dos sustancias finitas, el cuerpo y la mente (Cebrecos, 2014), para Descartes no existe el vacío, pues el *plenum* que es una materia continua e imperceptible es capaz de llenar los espacios vacíos, adicionando que no puede haber un espacio sin cuerpo, sin sustancia (Miralles Conesa, 2003). Negar la existencia del vacío es negar la posibilidad de discontinuidad de los cuerpos, cuando no existe un espacio entre uno y otro se denotan como continuos y persistentes. Ahora bien, del mismo modo comprender que podría haber un espacio entre los cuerpos sugería la posibilidad de la discontinuidad en la materia.

Ahora pues, la disputa de Aristóteles se dio con Demócrito (460 a.C.-370 a.C) quién justificó el primer modelo atomista, impenetrable y perfectamente sólido. Demócrito, discípulo de Leucipo, consideró que en algún momento después de haber dividido tantas veces la materia, ésta quedaría en una parte tan mínima y en un punto en el que ya sería indivisible (Asimov, 1975, pág. 12 y 13). Las concepciones de Aristóteles de los cuatro elementos, los cuales conformaban lo celestial y lo terrenal, se mantuvieron tras muchos siglos junto a la idea de continuidad. Demócrito propone un problema importante sobre la idea de continuidad, en su explicación sobre la estructura de la materia propone el vacío en la naturaleza, entre los átomos. Estas cuestiones proponen modos de examinar la ciencia como objeto de discusión, las premisas sobre la continuidad y discontinuidad en la estructura de los objetos se retoma muchos siglos después para explicar algunos comportamientos que se dan en la combinación y separación de sustancias.

Como efecto de la observación de los fenómenos habituales, como el de la calcinación de una sustancia, o los cambios que describen las sustancias con el tiempo, surgieron explicaciones sobre el comportamiento de las materiales, como las hechas por alquimistas² y luego por pensadores que usaron la experimentación para su explicación³, consecuentemente, se exponen las características de la materia estudiando el aumento y disminución de masa en las reacciones o combinaciones (Bascuñán Blaset, 2008, pág. 228), así como también los cambios físicos que muestran los materiales como por ejemplo, es el caso de una tierra azulada y mediante un proceso que incluye combinarse con una sal, es posible obtener cobre, el cobre ahora sería rojizo y en esta oportunidad la materia mostraba una aparente transformación, vista en su color y cantidad de masa (Asimov, 1975, pág. 11). Esto muestra cambios aparentes en la masa cuando a las sustancias se les somete a combinación o reacción con otros materiales de la naturaleza. A raíz de las miradas que surgen cuando muestran cambios aparentes los materiales es que los pensadores estiman sus proposiciones sobre lo que sucede con las sustancias.

Tales de Mileto (624 a.c.) supuso que las diferentes formas como árboles, piedras, tierra, líquidos y muchas otras que toma la materia, tenían que ver con un compuesto simple el cuál ocupaba todos los materiales, el agua. Anaxímenes (570 a.C.) pensó que el compuesto fundamental era el aire, que era el causante de los otros elementos y que, era la sustancia única que podía generar vida, y llenar los espacios del todo (Solana Dueso, 2009, pág. 6). El fuego como agente que permitió la unión y separación de materiales era considerado el elemento más simple para Heráclito de Éfeso (540-475 a.C.), tal era el caso de la obtención de cobre rojo y también la obtención de latón fundiendo dos metales. Empédocles propuso que de lo que estaría hecho todo se refiere a los cuatro elementos (aire, tierra, agua y fuego), y consideraba un ejemplo muy común, que consistía en quemar una rama, al arder podría observarse el fuego, el humo que desprendía era aire, un líquido que aparecía sobre la superficie de la madera era agua y los restos hechos cenizas representaban la tierra. Aristóteles conservó la noción de los cuatro elementos añadiendo uno más, el éter, que sería el compuesto de los astros, de naturaleza diferente a la nuestra (Asimov, 1975, pág. 11). Desde siempre se ha buscado una sustancia que sea la causante de los materiales conocidos, las transformaciones que muestra la materia en la naturaleza hacen pensar que debe haber un mismo elemento cambiando constantemente o que tal vez son varios elementos primarios y su unión y separación producen los compuestos.

Los alquimistas decían conocer los secretos de la naturaleza y a ellos se les atribuía la combinación

² Para los alquimistas una sustancia se podría transformar en otras. Consideraban que algunos metales eran formados por partes de mercurio y partes de azufre (Domínguez Hernández, 2013, pág. 81)

³ Tales pensadores como Evangelista Torricelli (1608-1647), Robert Boyle (1627-1691), Antoine Lavoisier (1743-1754), Marie Anne Pierrette (1758-1836), Joseph Priestley (1733-1804) Jhon Dalton (1766-1844), Louis Berthollet (1748-1822), Louis Proust (1754-1826), Joseph Gay-Lussac (1778-1850) y otros serán trabajados en el avance del capítulo.

de sustancias, poderes mágicos, aparición o desaparición de objetos, acorde a los principios aristotélicos de que la materia se compone de ciertos elementos y que la misma materia cambia su composición, siempre estuvieron en búsqueda de la elaboración del oro, algunos alquimistas fueron trabajadores para la corona y en ocasiones se hacían grandes inversiones para continuar con la búsqueda de la preparación del oro (Domínguez Hernández, 2013, pág. 80). El desarrollo de la alquimia lleva a los comienzos del trabajo experimental y a formular la química que tiene sus inicios con Robert Boyle (1627-1691), quién continuó buscando una explicación mecanicista para el comportamiento de las partes más pequeñas, de los corpúsculos o partículas (Klein, 2005, pág. 107).

Boyle considera que la composición de la materia está dada por la presencia de sustancias más simples, de allí que clasifique diversos gases; hace uso de los aparatos experimentales como tubos en U y J con volúmenes de aire dentro de los tubos para explicar la naturaleza de los elementos y las sustancias (Conesa Millares, 2003, pág. 40). Una de las preocupaciones de Boyle era entender las definiciones hechas por Aristóteles acerca de lo que se considera *elemental* y proponer lo que es designado como *elemento*, el estado más puro y simple de la materia (Ceroni G., 2011), para Boyle el fragmento más reducido que compone la materia es designada *partícula* que es una parte *elemental*, en tanto, las sustancias serían compuestas por estos elementos y no debían confundírseles.

Boyle era un gran experimentador, en el año de 1662 decide publicar el avance de sus estudios con tubos de mercurio (en forma de J) que contienen una muestra de aire y a los cuales aumentando las presiones, encuentra resultados similares encontrados por Edme Mariotte 15 años antes, pero con una explicación al estudio de otros autores (Conesa Millares, 2003, pág. 48), recordemos que la relación encontrada por Boyle y Mariotte muestra como el volumen de los gases confinados en el extremo cerrado del tubo disminuye en función del aumento de presión, o sea, se aumenta la cantidad de mercurio que se pone sobre la columna de mercurio original. Además, con el diseño y numerosas bombas de aire y luego de vacío, logra determinar que dentro de las campanas a las que se les saca el aire, caen un pedazo de plomo y una pluma al tiempo, encuentra que el medio obtenido es vacío, porque también en él, un pequeño mamífero muere rápidamente (Ceroni G., 2011). Como se ve, Boyle encuentra que es posible el vacío en una campana, análogamente en el medio y así mismo, nota que los diversos gases son comprensibles, como si en la estructura de estos hubiese espacio reducible.

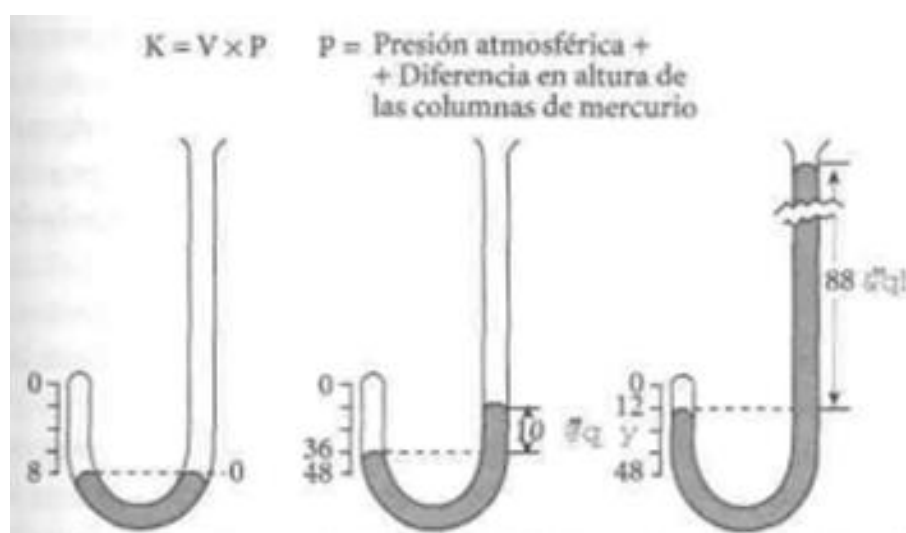
El trabajo de Boyle comprende la existencia del vacío, que además de producirse mediante una bomba, también denota estar al interior de los gases en la naturaleza, esto permite entender cómo se comportan las estructuras simples de los materiales, en este caso gases, productos de procesos naturales, combinación de sustancias, evaporación, entre otras formas más de obtención; como se explicó, partes de gas fueron almacenadas y sometidas a cambios de presión y volumen con ayuda de la bomba, de modo similar, confinaba un gas y su presión original se establecía con la columna

de mercurio que completaba el tubo en U o J, se aumentaba su presión añadiendo más mercurio a la columna ya establecida, y entonces, el volumen del gas en el tubo disminuía como se observa en *Imagen 1* (Asimov, 1975, pág. 25).

Las observaciones que hace Boyle sobre la variación en la presión que se ejerce sobre un gas, o sea la fuerza que lo comprime está en relación con la cantidad de espacio que ocupa. Y que la misma cantidad de materia sea capaz de ocupar un menor espacio otorga una razón para suponer la discontinuidad, a causa del vacío que separa la materia que hay al interior del gas.

Imagen 1

Tubos en J



Nota: muestra del trabajo de Boyle con el tubo en J, en donde se ve el aumento de presión a la que se somete una cantidad de aire (Asimov, 1975, pág. 25).

2.2 La imposibilidad de la continuidad a causa de la existencia del vacío

Para entranar en los orígenes del estudio del vacío, como una extensión en el medio material natural que no contiene nada en su interior, es pertinente acercarse a la historia de cómo se formula la idea de *horror al vacío* desde la perspectiva aristotélica, considera que si existiese vacío no habría resistencia del medio a un movimiento y como la resistencia está relacionada con la densidad del medio, un medio vacío, entonces sin densidad, dejaría que un objeto se moviera con velocidad infinita, lo cual no sucedería, es por esta razón que para Aristóteles el vacío no existe y por ende, al no haber discontinuidad, el medio material no se comportaba como partes de materia separadas, al contrario, el medio entonces es continuo (Solaz-Portolès & Moreno-Cabo, 1997, pág. 196).

El *horror al vacío* es el cuál explica porque la bomba de agua funcionaba, y el agua empezaba a

subir debido a que como la naturaleza no permitía que se dieran las condiciones para la presencia del vacío, el movimiento del agua hacía arriba llenaba un espacio que constantemente intentaba estar vacío (Arenzana Hernández, 2018). Sin embargo, esto no explica porque en las bombas el agua no podía subir más allá de cierto límite, poco más de 10 metros (Cunningham, 2009).

La explicación al fenómeno del límite de la subida del agua toma relevancia con Galileo Galilei (1564-1642). Pionero en ideas como la existencia del vacío, allí, se esperaría que dos cuerpos de masas diferentes puedan caer en tiempos iguales; además, a Galilei se le atribuye la creación del espacio vacío mediante el uso de un cilindro y un pistón, y en respuesta al problema de la subida del agua sostiene que el agua deja de subir a causa de su propio peso (Veléz Gómez, 2017, pág. 75). Al crear el primer vacío con un cilindro y un pistón Galileo piensa que el vacío se manifiesta en forma de una fuerza y que el fenómeno de la subida del agua se produce a causa del límite de la fuerza del vacío (Miralles Conesa, 2003, pág. 38). En 1643 después de la muerte de Galileo, Daniel Torricelli (1608-1647) decide experimentar el fenómeno con un fluido más pesado, cómo el mercurio, que es casi 14 veces más pesado que el agua, y que, en cuestión, tendría su punto más alto de subida menor al del agua (Solaz-Portolès & Moreno-Cabo, 1997, pág. 200).

Para la construcción de un instrumento que replique una característica similar a la vista en la bomba de agua y verificar si el fenómeno se repite con una sustancia más pesada que el agua, Evangelista Torricelli (1608-1647) utiliza un método similar al de la bomba de agua, llena un tubo de mercurio, lo tapa, es girado 180° y se destapa cuando está dentro de un recipiente también con mercurio. La parte superior del tubo empieza a denotar un espacio que llega hasta que la altura es un poco más de 76 cm sobre el nivel del mercurio en el recipiente y que independientemente de la forma o longitud del tubo, siempre la altura a la que llegue será la misma (Pérez, 2005); aunque muchos pensadores de la época repudiaban el vacío y lo ignoraban, la explicación para que esto suceda es declarada por Torricelli como causa de la fuerza que evita que caiga la columna de mercurio (Miralles Conesa, 2003), una fuerza que viene de afuera del tubo que está actuando sobre el mercurio en el recipiente que contiene el tubo.

La columna que queda sobre el mercurio producto de su descenso proporciona el fenómeno de vacío y este espacio cambiaría en relación con la columna de aire que estuviese sobre el nivel de mercurio, o sea cambiaría del modo en que cambia la altura con el nivel del mar (Miralles Conesa, 2003) Torricelli describe el barómetro como una muestra auténtica de la existencia del vacío, pues cuando añade agua al montaje completo (tubo con mercurio- cubo con mercurio) y luego moviendo lentamente el tubo hacía arriba y al hallarse en límite con el agua, se desocupa de mercurio, quedando lleno totalmente el tubo de agua (Pérez, 2005). Los experimentos de Torricelli instan a Blaise Pascal (1623-1662) a medir con el barómetro a distintas alturas, y mediante las experiencias verifica que los efectos del vacío se deben a que el aire tiene peso. Pascal intenta demostrarle a Descartes que los efectos vistos en el barómetro se deben al peso de la atmósfera y no al *horror al vacío* con el que siempre se explicaban estos fenómenos (Roizner, 2007).

Otro contemporáneo de Torricelli es Otto Von Guericke (1602-1686) quién en 1654 encuentra algunas propiedades del vacío y demuestra cómo actúa a través de los hemisferios de Magdeburgo, que consistía en dos semiesferas unidas, cerradas y a las cuales se les sacaba todo el aire de su interior, la fuerza que actúa sobre la esfera es tal que impide que 8 caballos halando de lados opuestos las separen, allí se entiende que el peso del que redonda sobre la esfera es mucho mayor que el vacío contenido dentro de la esfera (Veléz Gómez, 2017, pág. 75). El desarrollo y la creación de nuevas bombas de vacío permitían hacer un estudio detallado sobre su naturaleza y la forma de explicarlo esto negaría las ideas aristotélicas que aborrecían el vacío, porque la extensión del vacío en la naturaleza implica que se rompe la continuidad, pues Aristóteles considera el medio como continuo (Aristóteles, IV a.c., pág. 89), donde el vacío no puede ocupar un lugar en los cuerpos, porque desde la concepción él en sí no ocupa un espacio y no hay límite de división en los cuerpos. Los trabajos de Torricelli, Guericke y Galileo permiten entender que el hecho de que haya extensión del vacío en la materia, de que ocupe un espacio, significa que en el medio de la materia hay la posibilidad de espacio, de discontinuidad; este es un argumento que sostiene la idea de Demócrito con los átomos y el vacío.

Los estudios con el aire comparan las propiedades del aire con las propiedades que se dan en un medio vacío, entonces se podría decir que comparten características, y pues la diferencia es que en el caso el aire contiene masa y que si tiene características del vacío es porque contiene vacío. Además, el aire al poderse comprimir muestra que contiene espacios libres; esto sostiene la idea de Demócrito sobre los átomos y el vacío, la discontinuidad es posible cuando se ejerce presión sobre el aire y este cede disminuyendo su volumen.

2.3 Las concepciones modernas acerca del vacío: Boyle y la química

Robert Boyle trabaja en la mejora de la bomba neumática con la cual experimenta para obtener propiedades de la presión hallada, que es ocasionada por el peso del aire y sobre el vacío; y explica en sus escritos información detallada de cómo medir el peso de la atmosfera (Conesa Millares, 2003), de tal modo que cualquiera pueda replicar la experiencia; así mismo observar en el aire propiedades del vacío pues, en ocasiones el aire parece ser más espeso o liviano según en el peso que empujara desde afuera la columna de mercurio. Dentro de sus más notables experimentos, uno consistía en poner un tubo de vidrio con forma de U queriendo medir la presión del aire y el volumen que ocupa, al tubo de vidrio se le tapa su extremo más corto y a continuación se le empezaba a aumentar la cantidad de mercurio introducido, denotando una disminución en el volumen de aire a causa del peso del metal líquido, en los datos recopilados en este experimento de compresión se puede leer la relación inversa que hay entre la presión y el volumen de gas de aire ocupado en el tubo, cuyo producto se repite en cada resultado como el aproximado a una constante (Miralles Conesa, 2003). En el experimento que hace de rarefacción o dilatación del aire encuentra que también hay una relación inversa entre cada una de las magnitudes, volumen y

presión. Mostrar que el aire interno contenía más o menos ser volumen dependiendo de la presión aplicada, permitía inferir que el aumento o disminución del peso exterior lo hacía un fluido elástico y que además en similitud con el vacío que se forma en el barómetro de Torricelli, en donde la presión que se ejercía proporcionaba la medida que tendría la columna, 760 mm de mercurio cuando se trataba de una presión atmosférica regular.

Para explicar la concepción de vacío y lograr demostrar que podía estar en el espacio que quedaba sobre la columna de mercurio en un tubo cerrado, Boyle elabora una serie de experimentos (Conesa Millares, 2003); en uno de sus apartados explica la elaboración del barómetro y las estrictas formas que tiene de calibrar el aparato: toma un tubo delgado y de vidrio de poco más de 3 pies de longitud (91.5 cm), además dispone una tina con mercurio, en el tubo recoge mercurio y este por la parte de la apertura lo agitaba o golpeaba sutilmente, para que en caso de que hubiera burbujas en su interior salieran y así evitar pensar que el espacio formado entre el mercurio y el tubo era aire que se filtraba, el tubo lo terminaba de llenar de mercurio aun teniendo el riesgo de que fuera derramado, y de nuevo lo giraba e intentaba sacar el aire posiblemente que se encontraba en el interior, ya habiendo tomando la precaución de todo esto, giraba el tubo poniendo su apertura sobre el nivel del mercurio en la vasija. Este montaje era encerrado por una campana y se sellaba muy bien, solo había ingreso o salida de aire, se notaba que cuando se sacaba de la campana un poco de aire, el nivel en el mercurio bajaba y cuando se añadía aire el nivel de mercurio subía. Aunque para este experimento había muchas explicaciones como por ejemplo que sacar aire de la campana también concluía en que saliera aire del espacio entre el mercurio y el tubo, y que esto sucedía a pesar de todas las restricciones tomadas por Boyle.

El resultado que describe Boyle en la conclusión del experimento que llama experimento *XVII*: cuando sube el mercurio en el tubo es debido a que el aire alrededor subsana la columna de mercurio, cuando se cambia el peso de la columna de aire sobre la superficie de mercurio, se modifica la altura de la columna de mercurio y por último, es posible encontrar relación entre el resorte del aire y la presión que actúa sobre la columna de mercurio (Conesa Millares, 2003). En el experimento anterior uno de los argumentos que explicaría el vacío creado en el barómetro de Torricelli, replicado por Boyle, es que sin importar la angulación con la cual se pusiera el tubo lleno de mercurio sobre el nivel de la tina de mercurio, la medida alcanzada siempre sería la misma, o sea, si se daba la inclinación del tubo en un escenario particular, se habría de suponer que el volumen del supuesto aire interno contenido era constante, pero esto se contrastaba con la verdadera muestra experimental, pues cuando el tubo de mercurio es inclinado o se acerca al límite de 760 mm de mercurio se veía evidentemente la reducción de la conducta vacía dentro del tubo (Veléz Gómez, 2017, pág. 74).

Imagen 2

Barómetros de Torricelli



Nota: En la *imagen 2* se muestran las diversas formas de los barómetros de Torricelli (Pérez, 2005)

Ahora bien, variando la cantidad de aire o disminución de aire sobre la piscina de mercurio dentro de la campana, el vacío mostrará extensión o reducción. Y sobre el aire que está dentro de la campana que incrementa o se reduce ocupando el mismo espacio, se dice que el aire es un fluido elástico; y sobre el aire como fluido elástico, la idea será ampliada en el siguiente capítulo que describirá los efectos y propiedades de los gases.

Sobre los experimentos que hace Boyle con el vacío y determinando que cuando con una bomba de vacío se dejaba un espacio sin aire, introduciendo allí un ratón notó que no tiene sustancia la cual respirar y poniendo una vela encendida se apaga, encuentra que no hay sustancia presente, además al dejar pequeñas porciones de aire en la campana encuentra que la cantidad de aire que se ocupa para que se dé la respiración y la combustión es un parte de todo el aire, así que también puede suponer Boyle que el aire es un compuesto de otras sustancias (Veléz Gómez, 2017, pág. 80).

3 CAPÍTULO II

3.1 La naturaleza de los gases: Experimentos que permiten el estudio de la medida de los gases y sus propiedades

La idea de tomar los gases como punto de partida para la observación de los cambios que describe la materia es dada, ya que los fluidos elásticos son compresibles y perciben cambios como presión y volumen, que mediante técnicas de laboratorio son sencillas de determinar; así que el estudio de los cambios en gases proporciona más información de la que podría encontrarse en sólidos y líquidos. Boyle considera que había partículas que se podrían combinar para obtener nuevas sustancias y como los diversos aires describían diferentes sustancias, entonces concluye que hay clases de aires y se pueden catalogar (Veléz Gómez, 2017). Robert Boyle llega a la conclusión de que las sustancias están compuestas por elementos primordiales, partículas o también llamados corpúsculos (Muñoz Bello & Bertomeu Sánchez, 2003).

Anteriormente los gases fueron denominados *fluidos elásticos*, sobre si son elásticos se da en el sentido en que son comprimibles o expandibles, hay reversibilidad; y es un fluido porque se encuentra fluyendo. El vapor de agua se puede considerar un fluido perfectamente elástico, así como en forma de agua es perfectamente líquido y en forma de hielo, perfectamente sólido (Dalton, 1808, pág. 141). Los cuerpos en general adoptan estos tres estados y estando conformados por un gran número de partículas contienen propiedades que caracterizan a la materia en general. Un material es sólido debido a que entre sus moléculas o partes hay una atracción de cohesión lo suficientemente fuerte para que se evidencie ese estado (Dalton, 1808, pág. 142), un ejemplo podría ser poner gotas de mercurio, las cuales se encontrarán y unirán de inmediato (Davy S. H., 1812, pág. 68), en el caso de presentarse como gas esta atracción es mínima, y en el caso de ser un líquido es tan fuerte para no separar el material, pero tan débil como para dejarlo fluir como un conjunto.

El estudio de la medida de las características encontradas en los gases también sería la razón de Antoine Lavoisier (1743-1794) para considerar que de allí se desarrolla el estudio de las propiedades de las sustancias más simples (Veléz Gómez, 2017, pág. 105) y en general otorga un pronóstico sobre el comportamiento numérico que las sustancias representan en las combinaciones y reacciones (Lavoisier, 1798). Para probar esto Antoine Lavoisier decide tomar un matraz, pesarlo en una sus balanzas de precisión, luego de pesar una porción de agua, ponerla dentro del recipiente y, así e hirviendo por 101 días (Bascuñán Blaset, 2008, pág. 227), decide abrirlo y medir el peso cada parte inmiscuida, incluso una parte de tierra al interior del matraz, con esto encuentra que la cantidad de agua se ha mantenido, y que la parte de tierra al fondo del recipiente corresponde a la parte de las paredes del matraz que durante los días se han desintegrado; con esto logra mostrar que la trasmutación de la materia no es posible y en cambio la materia no se puede crear y desaparecer como creían los alquimistas, experimentos como este dan sustento a la *Ley de la*

conservación de la masa, la cual es importante para contemplar que se den cambios en las reacciones, las masas de los compuestos se van a conservar.

Otro ejemplo de la conservación de los materiales ocurre cuando Lavoisier explica el famoso el truco de desaparecer un diamante frente a los espectadores, mostrado por alquimistas en eventos, contribuye con una explicación apoyada de un experimento; para ello toma un recipiente cerrado con agua de cal y pone un diamante, calienta el sistema y encerrándolo muestra cómo se conserva su masa, el diamante ahora es reducido a lo que luego encuentra que es la composición de gases de oxígeno y carbono (Bascañán Blaset, 2008, pág. 228).

Al tiempo con Lavoisier había otros experimentadores trabajando con aires, uno de ellos, celebre por el descubrimiento del *aire flogisticado* (porque este aire soporta la combustión al estar una parte impregnada de flogisto), Joseph Priestley (1732-1804) quién calentando mercurio en medio de una porción de aire encuentra que cambia una parte de su tonalidad a color rojo (óxido de mercurio) y tomando este el calcinado rojo resultante de la muestra en un tubo y luego con una lente calentándole de nuevo, encuentra que se desprende de cal rojo unas gotas metálicas y un nuevo aire desconocido (Asimov, 1975, pág. 34), que permitía que ardiera más fuerte una vela y que un ratón pareciera con más vida cuando estaba en medio de este aire (Asimov, 1975, pág. 34).; pensó Priestley que este aire tenía la capacidad de que los objetos liberaran flogisto más fácilmente, así que llamó a este *aire desflogisticado* pues según la teoría del flogisto carecía de él y lo aceptaba de otras sustancias cómodamente (de la Selva, 1993).

De las apreciaciones que se hace Lavoisier sobre los aires *flogisticado* y *desflogisticado*, concluye en base al trabajo de Priestley y explica: el aire que contiene oxígeno, el que es respirable, y el aire flogisticado, liberado en la exhalación, tienen una composición similar; y esto también explicaría que la sangre adquiriera un color rojo porque se combina con el aire rico en oxígeno (Bascañán Blaset, 2008, pág. 229). Teniendo en cuenta esto con la ley de la conservación de la materia de Lavoisier se infiere que el aire liberado en la respiración está compuesto en parte del aire que entra a los pulmones.

3.2 La medida de los materiales

La forma de determinar el peso y la medida del peso absoluto y específico de las sustancias en el siglo XVIII correspondía a los dictámenes que dieran las balanzas de la época, uno de los problemas que poseían era su mala calibración o confusa forma para llegar a esta, de modo que algunos pesos mínimos eran complejos de pesar, dejando así un gran interrogante sobre como hallar la masa de pequeños objetos o tan livianos que a ojo podría decirse no tenían peso. Para dar un concepto acertado acerca de los pesos de sustancias, líquidos o gases Lavoisier trabajó en lo que corresponde a la medida de la masa de diversos cuerpos (Bascañán Blaset, 2008, pág. 227).

Además de la dificultad presentada para las medidas, el método usado por el Sr. Antonie Lavoisier para calcular el peso exacto de un objeto debía ser escrito en términos de onzas, libras, ochavas y granos, cada una de estas unidades debía ser transformada a partes fraccionales de una libra y de este modo encontrar su correspondiente peso (Lavoisier, 1798, págs. 7,8).

En el libro *Tratado elemental de la Química*⁴ y haciendo uso de una pequeña tabla explica un ejemplo de cómo se ha determinar el peso de una masa:

Lavoisier supone que en una práctica se han usado 4 libras de diversas sustancias y que se han obtenido cuatro productos diversos llamados A, B, C y D, los cuales tienen los siguientes pesos medidos en libras, onzas, ochavas y granos, como se aprecia en la *imagen 3*. Ahora cada una de las unidades será transformada:

Imagen 3

Cantidad de muestra total

	libr.	onz.	och.	gran.
Producto A	2	5	3	63
Producto B	1	2	7	15
Producto C	..	3	1	37
Producto D	..	4	3	29
Total	4	..	..	..

Nota: el conjunto de la muestra total de sustancia (Asimov, 1975, pág. 7)

Imagen 4

Sustancia A

	libr.	onz.	och.	gran.		libr.
I	..	..	..	..	=	1,0000000
	2	..	..	..	=	0,1250000
		7	..	..	=	0,0546875
			15	..	=	0,0016276
Total	1	2	7	15	=	1,1813151

⁴ Original en francés, *Traité Élémentaire de Chimie*, publicado en el año 1789, su esposa Marrie Anne Pierrette es autora de las ilustraciones en el libro.

Nota: Fracciones vulgares para las fracciones decimales correspondientes (Asimov, 1975, pág. 7).

Imagen 5

Sustancia B

Fracciones vulgares.					Fracciones decimales correspondientes.
libr.	onz.	och.	gran.		libr.
2	..	..	..	=	2,0000000
	5	..	..	=	0,3125000
		3	..	=	0,0234375
			63	=	0,0068359
Total	2	5	3	63	= 2,3427734

Nota: Fracciones vulgares (derecha) y fracciones correspondientes (izquierda), (Asimov, 1975)

Imagen 6

Sustancia C

Fracciones vulgares.				Fracciones decimales correspondientes.	
onz.	och.	gran.		libr.	
3	..	..	=	0,1875000
	1	..	=	0,0078125	
		37	=	0,0040148	
Total	..	3	1	37	= 0,1993273

Nota: Para la sustancia C vemos que sus fracciones decimales se aproximan a 0.2 y en otro caso la medida aproximada y con error habría sido esta (Asimov, 1975).

Imagen 7

Sustancia D

	onz.	och.	gran.		libr.
	4	..	..	=	0,2500000
		3	..	=	0,0234375
			29	=	0,0031467
Total	..	4	3	29	= 0,2765842

Nota: Fracciones vulgares de la sustancia D pasadas a sus decimales correspondientes.

Imagen 8

Muestra total

Para el producto A	2,3427734
Para el producto B	1,1813151
Para el producto C	0,1993273
Para el producto D	0,2765842
Total	4,0000000

Nota: Al final cuando se ha hecho la transformación a decimales correspondientes de cada sustancia. Podemos obtener el ponderado que corresponde a la cantidad de solución total.

Con esta única forma de escribir las partes de la solución no es necesario escribir cada producto en términos de onzas, ochavas y granos. La importancia de los nuevos trabajos en ciencias se da en relación con el peso de las sustancias (Bascañán Blaset, 2008, pág. 227), de esto depende que los resultados de las experiencias sean concretos y verídicos, tanto así que se pueda hacer un análisis propio de lo que sucede con las sustancias y los compuestos que forman después. Los instrumentos para hacer la medición deben estar calibrados y además su construcción debe prever las situaciones que se dan en el ambiente del propio laboratorio, pues depende de la humedad o ácidos que se encuentren cerca a este puede afectar el comportamiento del mismo instrumento. En el momento de pesar con los aparatos que se hallaban en el laboratorio es de notar que no se obtendría el peso o la gravedad absoluta de una sustancia, solo se podrían obtener pesos relativos, pues no hay el modo de obtener el peso exacto de un cuerpo con los instrumentos para pesar, todos tienen, aunque sea una variación en una fracción de grano.

3.3 Gravedad específica de los cuerpos

Para entender el termino de gravedad específica se debe estar familiarizado con el término de gravedad absoluta, que se refiere al peso que denota un cuerpo cuando se toma su medida en una balanza de precisión. Esta vendrá a ser la que se refiere a la gravedad absoluta de los cuerpos en relación con el volumen que ocupan, lo que actualmente se denomina la densidad de cada cuerpo. La gravedad del agua será la unidad bajo la cual se medirán las demás gravedades específicas de los cuerpos (Lavoisier, 1798, pág. 12). Por lo general la gravedad específica de un cuerpo es medida en términos de la gravedad específica del agua, por ejemplo, se tiene que la gravedad específica del oro viene a ser 19 veces el peso del agua y que el ácido sulfúrico tiene dos veces el peso del agua. Es por esta razón que para medir la gravedad específica de otro cuerpo

consiste en que se sumerge en agua y al comparar su peso con el peso estimado cuando se cuelga de una balanza el aire, el peso que pierde un cuerpo colgado de un alambre es el peso del volumen de agua que el cuerpo despidió a su alrededor, por eso cuando un material se pesa dentro del agua, su peso parece ser menor, pero esto se debe al peso del líquido que desaloja, este peso de agua desalojado se analiza y se compara con el volumen del material sumergido, de allí que se obtenga con más exactitud su densidad.

Del mismo modo se puede deducir la densidad de un fluido, pues se tiene que si se sumerge una esfera perfecta de la cual se conoce su peso, el volumen de líquido desalojado corresponde al volumen de la esfera, por lo cual y haciendo una sencilla comparación terminara por evidenciar la gravedad específica de tal líquido. Concluir el peso específico de los líquidos ofrecerá su grado de pureza y la gravedad específica de un líquido se puede encontrar con el análisis comentado anteriormente, un sólido del cual ya se tiene su gravedad específica puede ser suspendido de un peso y la cantidad de gravedad absoluta que pierde el cuerpo estará en relación con el volumen desplazado (Lavoisier, 1798, pág. 11). Un instrumento que permite la medida de la gravedad específica de los líquidos será el pesalicores o el densímetro diseñado y elaborado por Hipatia de Alejandría (Cruz Wilson, 2003, pág. 29), este tiene la forma de una esfera de latón o estaño dependiendo del líquido que se quiera medir, por ejemplo, para pesar ácidos solo se puede sumergir una esfera que sea de vidrio.

3.4 Estrategias para conocer la medida de los gases

Para recoger y medir gases Lavoisier hizo uso de aparatos pneumatoquímicos que contienen agua y mercurio. Una campana que tiene mercurio hasta cierto nivel contiene gas también dentro de ella, se bombea o se traspasa agua a esta de modo que el azogue o mercurio al ser más pesado bajará al fondo, teniendo la campana llena de agua y aire, se tapa la parte inferior de la campana con una lámina y se lleva a un baño de solo agua, allí se traspasa el gas a un recipiente graduado y es posible conocer sus características, volumen y masa. Si no es así, conociendo el volumen de agua allí presente y a su vez haciendo la medida del peso del sistema campana, agua y aire es posible conocer la cantidad de aire allí presente.

Otro modo de hacer la medición de gases es tomar una campana de cristal grueso y larga y allí metida en una mesa que no se debe variar para así tener un nivel exacto en las medidas, a su vez se buscará un frasco en donde quepan 6 onzas, 3 ochavas y 61 granos de agua, lo que es igual a 10 pulgadas cúbicas de agua. Siendo así el aire que cabe en este frasco se trasladará a la campana, y se tomará la medida del aire en la campana, se vuelve a traspasar otro volumen de aire a la campana y así hasta que ha bajado el nivel del agua en la campana y se han tomado las medidas correspondientes a cierto volumen de aire, todo este proceso debe hacerse con el cuidado de que el aire que pasa y el agua conserven una temperatura semejante, es por eso que se debe cuidar de no tocar la campana con las manos tibias o frías, o acercar otro material que pueda afectar la

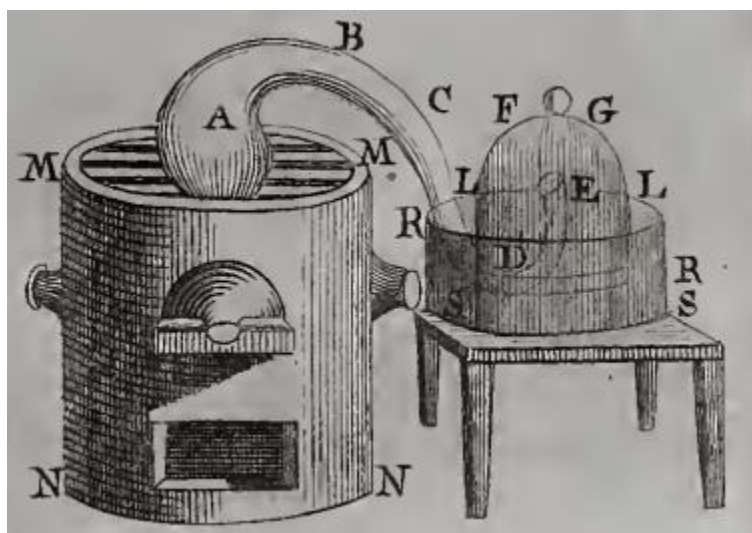
temperatura, así mismo se tendrá este cuidado con la presión. Ahora, si quisiéramos hacer una escala para el azogue que los volúmenes tomados fuesen de 1 en uno y no de 10 en 10, se hará el proceso con frascos que puedan contener 8 onzas, 6 chavas y 25 granos de azogue.

3.5 Sobre la confinación, medición y clasificación de gases

En búsqueda de determinar la naturaleza de los gases, Antoine Lavoisier crea escenarios experimentales para la recolección de gases y hacer observación de los cambios que se dan en las reacciones endotérmicas, para ello hace uso de una retorta la cual tiene la apertura en la parte E, allí y en el límite LL se llena con mercurio dentro de la campana. La fuente de calor MMNN se calienta hasta que es posible que el mercurio almacenado dentro del matraz en forma de retorta pueda hervir, al principio no se observa algún cambio, el mercurio muestra un estado de vaporización constante sin mostrar que hierve, pero a medida de que transcurren los días se nota que sobre el vidrio en la campana y el matraz se forman gotas que poco a poco crecen, estas caen al fondo en donde está el mercurio, se tornan de una coloración roja y flotan sobre el mercurio; al cabo de doce días de estar calentando la fuente, y teniendo un volumen de material rojo que poco a poco fue en aumento con los días no se denotan más diferencias, Lavoisier apartando las láminas rojas del mercurio (con cuidado de no mezclarlas con el mercurio líquido) que se halla allí decide hacer mediciones respectivas, encontrando así que el volumen de aire que se encontraba inicialmente se había reducido en una parte de 50 partes a 42 (Lavoisier, 1798), cuando se ha repetido este proceso en otras ocasiones encuentra que la lámina roja guarda la misma proporción (Lavoisier, 1798).

Imagen 9

Montaje Experimental



Nota: Montaje realizado por Lavoisier para calentar el mercurio (Lavoisier, 1798).

El aire en el interior que se reduce a medida que se da la calcinación es ahora una 5/6 parte del aire original. Este nuevo aire no podía ser respirado por animales, ni mantenía una llama encendida. Luego de esto se pone el pedazo de calcinación rojo en una retorta que cuenta con la salida de los productos líquidos o gaseosos que se desprendan, de este modo se libera mercurio y un gas que a diferencia del gas inicial convenía para la respiración de animales y avivaba la llama de una vela al interior del gas. De los 45 granos introducidos en la retorta 42 se han formado como mercurio y unas pulgadas de las ocupadas por la campana que recoge el gas tiene el excedente de masa, este aire es nombre por Mr. Priestley como *aire desflogisticado*, Lavoisier por su parte le llamó *Aire eminentemente respirable*. De estos experimentos se infiere que en el primer experimento el producto rojizo toma parte del aire respirable y que el aire que queda en la campana, aunque no es respirable hace parte de los gases que componen la atmosfera y el medio que nos rodea, entonces el aire que respiramos está compuesto por gases que en sus características podría decirse son opuestos (respirables y no respirables), se obtiene además que al mezclar los aires, el que es respirable se encuentra en una proporción de 1 a 5 del aire no respirable.

3.6 Sobre el gasómetro

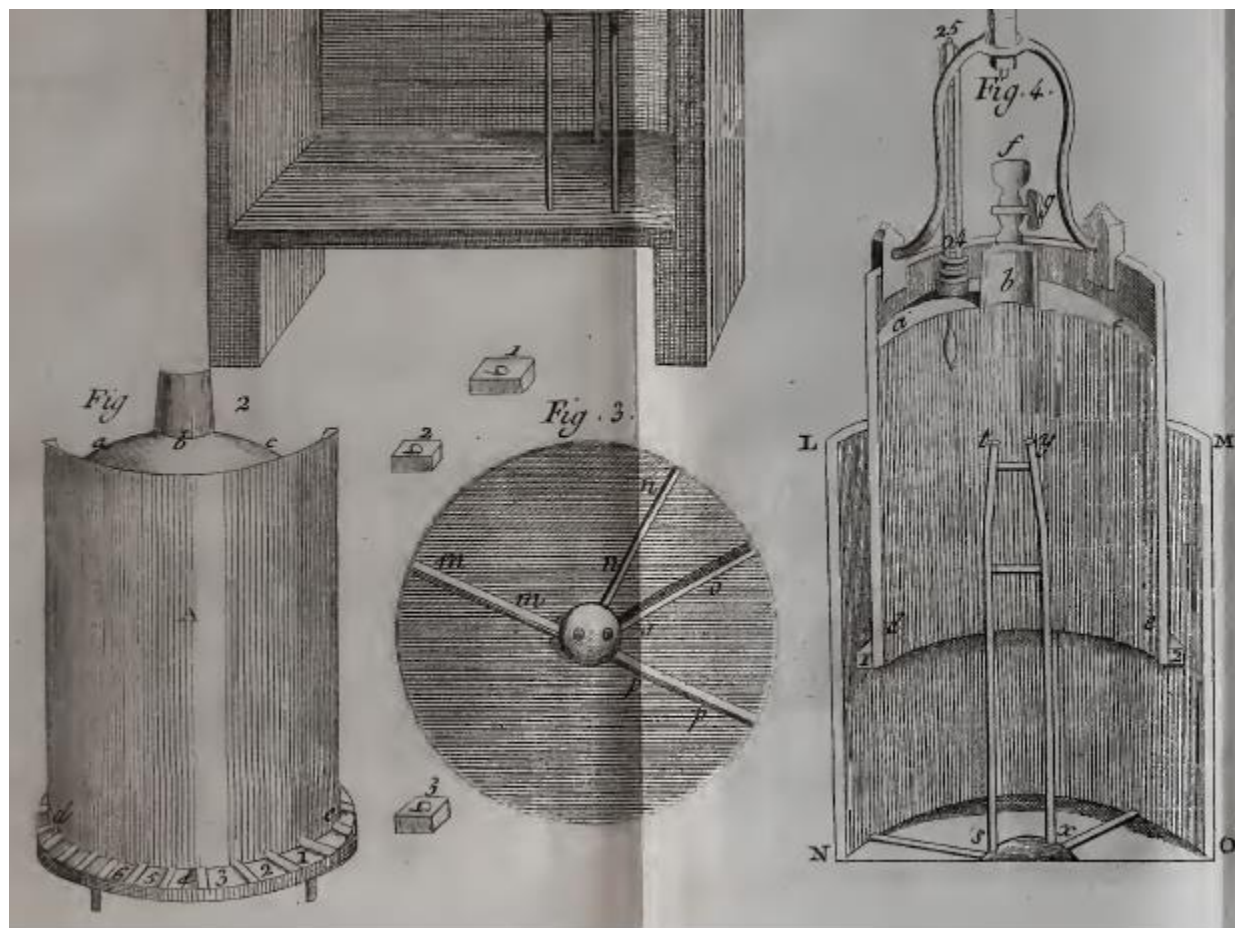
El gasómetro es un instrumento ideado por Antonie Lavoisier y construido por Jean Baptiste Meusnier (1754-1793), consiste en un dispositivo creado con el fin de recolectar porciones de gas y medir su peso. Este instrumento tiene tres pies de largo, su representación está en la *imagen 11*, contiene una campana de 18 pulgadas de diámetro y 20 pulgadas de largo que se sostiene al extremo de un eje. Del otro extremo del eje se tiene una peseta, y allí una barra que hace las partes de contrapeso. Del gasómetro se destaca que tiene en la parte cilíndrica inferior unas placas de plomo, que funcionarán para contrarrestar la presión que pueda tener el gas que allí ingrese (Lavoisier, 1798).

En la *imagen 10* es posible apreciar la descripción interna del gasómetro. La campana A que cierra el cilindro se encuentra totalmente encerrada y solo tiene ingreso por una llave puesta en la parte superior *fg*. La campana tiene una parte sumergida (*de*) en el cilindro que a su vez está lleno de agua. En cuanto se sumerja la campana en el agua las varillas *st* y *xy* llegarán a su tope y no permitirán que la campana baje más. En la base del cilindro hay cuatro conexiones paralelas al suelo que salen y por ejemplo una de ellas termina desembocando en la campana V, la cual también tiene una llave de apertura, esta campana se encuentra ubicada en un baño de plomo de esquinas *HGKI* esta conexión sirve para que se ingrese gas al sistema. El sistema contiene cuatro salidas (*imagen 12*) que empiezan desde el interior y las principales dos corresponden al tubo 1,2, 3 que se dirige hacia la campana V (a la derecha) y el tubo 6, 7 que es otra salida de la campana, a los gases de entrada o salida se le cambia la presión debido al peso P de los platillos de plomo. Por parte del tubo tres (12, 13, 14), ubicado en la parte inferior izquierda de la *imagen 11*, este cederá gases para la combustión o combinaciones con otros gases. Dentro de la campana será posible tener una porción de aire y de agua, que a medida que hay aumento de las pesetas cambiará los

niveles con los cuales se ve el agua en la parte exterior, esto significa un cambio de presión que será medida por un tubo exterior, así serán conocidos todos los cambios de presión que denote el gas interno (Lavoisier, 1798). El tubo añadido para el reconocimiento de la presión mantiene comunicación con el agua exterior y con el gas de aire al interior de la campana. Justo al lado de este tubo, hay un tubo que se comunica con el agua exterior y está abierto a la presión atmosférica. Entonces, el agua exterior medida en uno de los tubos se debe mantener constante, mientras que el nivel del agua a la cual se le aplica presión debe variar y una regleta exterior de cobre en medio de los dos tubos (19 - 20 y 16 - 17) que se ven en la *Imagen 11*, ahí se mostrará la variación que tienen las presiones.

Imagen 10

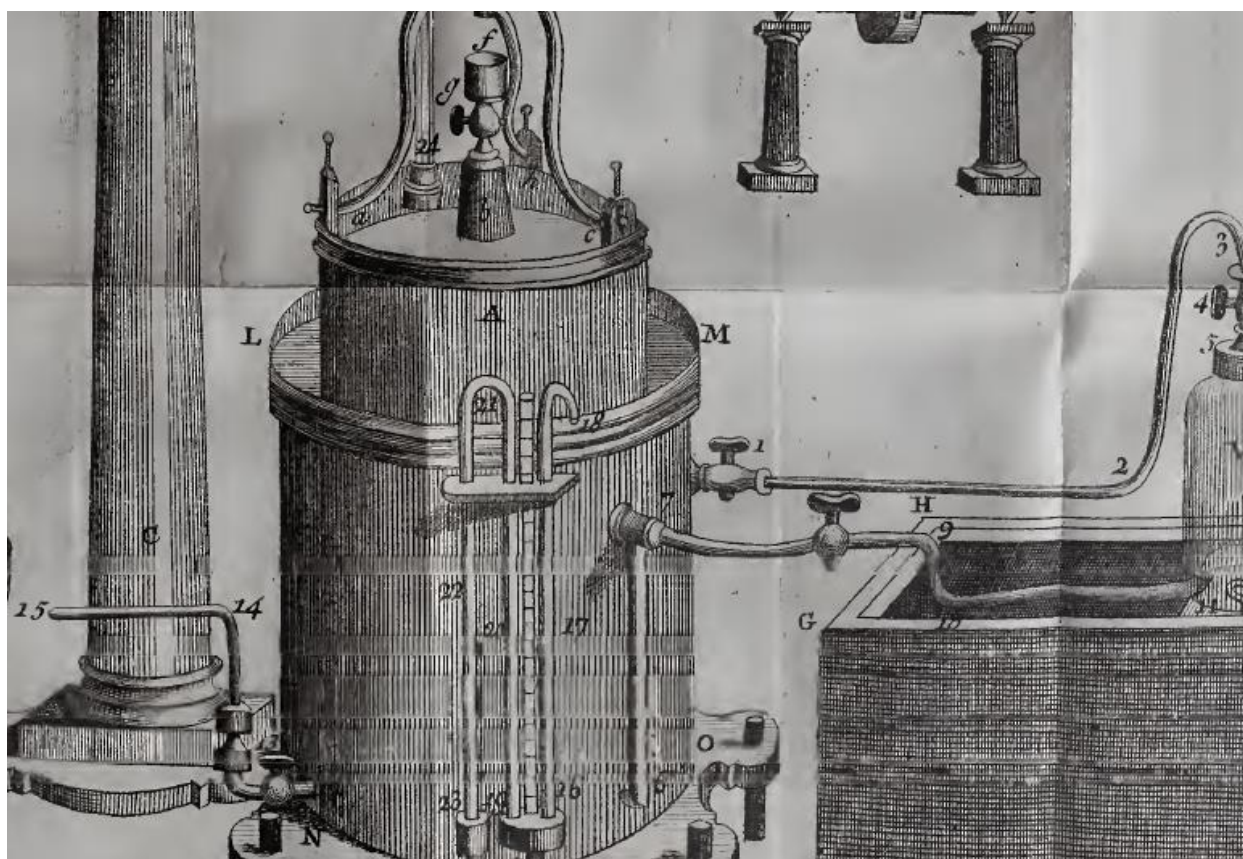
Parte interna del gasómetro



Nota: Parte interna del gasómetro.

Imagen 11

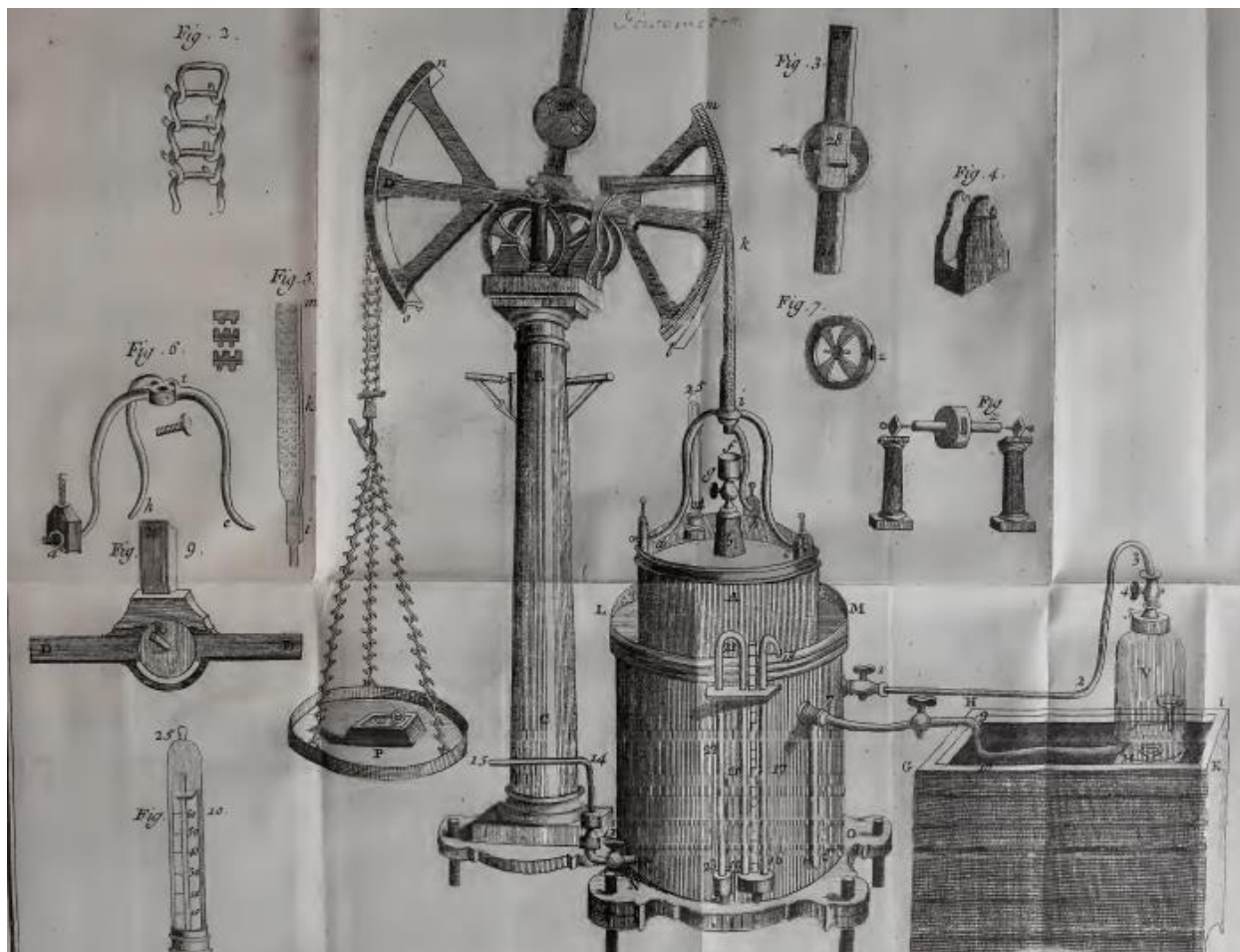
Ampliación gasómetro



Nota: Acercamiento tubos exteriores del gasómetro.

Lavoisier comprende que los fluidos elásticos entre más comprimidos más pesados, así que conociendo su grado de presión y el volumen que contienen será factible saber su masa. Ahora bien, si es cierto que con la presión se alcanza a encontrar la cantidad de la masa del gas, también hay que considerar otro factor importante como es la temperatura, es por lo que en la parte superior de la campana se añade un termómetro que medirá los cambios en la temperatura dando así más certeza sobre la masa del gas a medir.

Sobre los problemas para hacer una medida exacta es que debe haber precisión sobre los factores que influyen en la medida como ya fueron mencionados, la presión y temperatura, además hay que tener en cuenta que a medida que se baja el cilindro y saca agua de si hacia afuera las presiones a las que es sometido el gas cambiarán. Es por ello por lo que Lavoisier considera que este instrumento es eficiente teniendo en cuenta parámetros que puedan afectar la medida.

Imagen 12*Gasómetro*

Nota: instrumento diseñado por Lavoisier para la toma de la medida volumétrica, presión y masa de gases (Lavoisier, 1798).

4 CAPÍTULO III

4.1 Afinidad de los materiales

Sobre la afinidad en los materiales se puede decir que es la forma en la cual se combinan las sustancias y tienen la capacidad de que esta combinación se dé uniformemente, cuando dos sustancias no contiene tal uniformidad u homogeneidad en la combinación se dice que no guardan afinidad, es por eso que según Dalton el agua en si misma tiene afinidad, lo que explica que cuando se analiza una porción extensa de agua podemos encontrar que una parte de agua es igual a otra parte de agua, lo que se deduce así: cada parte de agua es igual a otra parte de agua, o sea, una partícula de agua es igual a otra (Dalton, 1808). Acerca de la naturaleza y comportamiento de los gases Mr. Joseph Priestley elabora una serie de experimentos en donde concluye que los diferentes gases tienen diferentes afinidades, estos experimentos hechos con vapor de agua y gases del medio tratan de comprender como se comporta la atmósfera.

Claude Joseph Berthollet (1748-1822) pertenece a uno de los últimos estudiosos de la escuela francesa que trata de comprender los comportamientos de los materiales a partir de la teoría newtoniana, el prestigio de Berthollet se debe a que es un excelente experimentador en la química a gran escala (Izquierdo & Grapí, 1997, pág. 114). Las afinidades electivas se presentaron como una buena explicación a la combinación y reacción de los compuestos, dichas afinidades consisten en organizaciones precisas entre los materiales y así, se organizaron tablas en donde era notable ver como se combinaban las sustancias, estas afinidades son consideradas una atracción entre partes mínimas de las cosas, explican la combinación y los cambios químicos que están presentes en las sustancias, tales afinidades eran independientes de las condiciones externas a la combinación. Berthollet mostró interés en el proceso de combinación de sustancias; asemejó que las reacciones y relaciones químicas entre las sustancias cumplían con cambios denotados durante la reacción en donde los componentes variaban cuando se variaban las condiciones experimentales (Grapí Vilumara & Izquierdo, 1994, pág. 327).

Mientras Berthollet consideraba de importancia en sus estudios los cambios que se daban durante la reacción cuando se combinan compuestos John Dalton (1766-1844) se centraba en la composición de las sustancias, y sostiene que los cuerpos pueden tener tres estados: líquidos, sólidos y portarse también como fluidos elásticos; el agua toma cada uno de los estados, por lo que ha captado una especial atención en su análisis, como vapor es elástico, como sólido se porta como hielo, y su estado líquido es el más común, es por esto que mostró un interés especial el estudio de su comportamiento (Dalton, 1808, pág. 141). Las características que arrojan la forma en que la materia tenga diversos estados, es que se encuentra compuesta por partes pequeñas que se unen porque hay una fuerza que lo hace posible, a esta fuerza le llamaremos *atracción de cohesión*, pero cuando se trata de un estado de dispersión o uno en que hay elasticidad será llamada *atracción de agregación o afinidad*. Cuando John Dalton se refiere a *afinidad química* quiere hacer alusión al trabajo de Berthollet, pues el trabajo de Berthollet se refiere a las relaciones o afinidades que tenían

los elementos cuando se juntaban. Para Berthollet la forma en que se combinaban los elementos no dependía de sus masas si no de las variables del medio presentes a lo hora de hacer la mezcla (Dalton, 1808, pág. 142). Proust se refiere a tal *afinidad* en tanto los materiales muestran una conexión para relacionarse y distribuirse en densidades similares, o sea, la materia se junta con la cuál comparte características y así misma se consolidan las mezclas (Muñoz Bello & Bertomeu Sánchez, 2003, pág. 148), por eso considera que los compuestos se comportan en modo proporcional unos con otros.

Sobre las propiedades que describen los cuerpos, Berthollet afirma que existe una afinidad química que es proporcional a la masa de los cuerpos, por ejemplo, si las partes de un cuerpo son todas iguales las unas como las otras, entonces en su punto más mínimo hay una similitud, han de tener la misma forma cada una de ellas, así como el mismo peso y ocupar volúmenes similares (Dalton, 1808, pág. 143). Se puede decir que como las partículas del agua son todas iguales en un estado de la materia determinado, al examinar una parte de la materia en ese estado se encuentra que es exactamente igual a otra parte de la misma materia, en caso de que, tuviera una parte más pesada que otra u ocupando mayor volumen habría una afectación en la gravedad específica y no se podría decir que todo el material este compuesto por partes semejantes. En conclusión, las partículas de un cuerpo homogéneo son totalmente iguales en peso y gravedad específica, o sea, una partícula de agua es igual a otra partícula de agua.

Por su parte Lavoisier deduce que las sustancias tienen un estado inicial, sólido, líquido o gaseoso y que tienen a volver a este estado así se den cambios efectuados por la temperatura o presión. Así mismo lo consideró Dr. Joseph Black (1728-1799) cuando se eleva la temperatura de una porción de agua líquida está tiende a volverse en forma de gas, haciendo que la distancia entre moléculas sea mayor y del mismo modo su atracción disminuya, entonces infiere que disminuir la temperatura hasta su grado más mínimo consolida que la atracción entre moléculas sea mayor y entonces la sustancia que es líquida sufrirá estado de solidificación. Experiencia de este postulado es la toma de éter sulfúrico en una campana a la cual se le disminuye la presión y es notable como hierve hasta convertirse en gas, cuando se establece su presión inicial, el éter vuelve a su estado líquido. Este experimento fue replicado con agua y con espíritu del vino (Dalton, 1808).

4.2 Afinidad química: El aire y el agua

De las prácticas que se dieron para analizar el comportamiento de los gases fue utilizar el vapor de agua del que se pensaba era un único elemento para así hacer la respectiva diferenciación con otros gases (Dalton, 1808, pág. 141). Joseph Priestley (1733-1804) hace un estudio en torno a uno de los gases más sencillos como es el vapor del agua, se remite a lo que los filósofos encuentran, que el agua cuando se evapora en el aire incrementa su elasticidad, aunque el vapor a bajas temperaturas es incapaz de superar la resistencia que tiene con el aire. La vaporización se da cuando hay un aumento de la temperatura, y cuando el vapor entra en contacto con el aire este desaparece

o se mezcla, pero para que esto se dé debe haber un agente de afinidad, esta afinidad sería la capacidad en la que podrían combinar los diferentes gases. Joseph Priestley elabora una serie de experimentos donde encuentra que los gases en general se combinan de la misma forma, lo que debería esperar es que los diferentes gases deben tener diferentes afinidades para el agua. Pero en su trabajo encuentra que no hay diferencia entre los diferentes elementos, entonces tendrían la misma afinidad con el agua, por lo cual advierte que esto no debería suceder.

Priestley entonces busca encontrar relaciones con el vapor de agua y el aire para ver cómo se comporta o como se da su afinidad, de modo que para su investigación busca observar qué sucede con el agua en un vacío torricelliano para saber el comportamiento del vapor en el vacío, donde encuentra que el vapor de agua está en la misma cantidad a diferentes temperaturas. Los experimentos con vapor de agua en el momento querían permitir a los científicos entender como estaba compuesta la atmósfera y poder decir que componentes estaban presentes en ella; la afinidad que mostraban los diversos gases con el vapor de agua concluye en que las partículas de un gas no son elásticas o repulsivas en relación con partículas de otro gas, si y solo si son de la misma clase o si se encuentran en afinidad. Priestley encuentra que los gases en un recipiente actúan independientemente de otro si no están juntos, o sea hay afinidad entre ciertos gases y entre otros no.

4.3 Sobre las proporciones fijas de masa presentes en los compuestos

Lavoisier quiso hacer la comparación entre elementos y sustancias, atribuyéndole a los primeros la característica de ser los más simples y, además, indivisibles, no compuestos por nada más, sino encontrándose en estado puro. Con la idea de identificar *elementos primitivos* y *sustancias puras* (Brzezinski Prestes & Celestino Silva, 2010) Lavoisier encuentra que siempre que se baje la temperatura de los gases uno de los efectos es la condensación en la atmósfera del vapor de agua, algo similar sucede cuando se aumenta o se disminuye la presión en un material como sucede en el experimento con éter sulfúrico.

Ahora bien, los análisis que se puedan hacer alrededor de la materia pueden darse con la separación o unión de esta, como lo explica Lavoisier en sus experimentos de combinación o separación de materiales y sostiene que los compuestos que no demuestren separación (descomposición) entonces serán considerados como elementales (Davy S. H., 1812, pág. 44). Sobre la capacidad de unión o separación de los gases o materiales cuando se combinan Proust afirma que esto sucede de modo fijo en cada combinación y que los compuestos están proporcionados para encontrarse y unirse con otros y formar sustancias, para Berthollet sin embargo no tiene nada que ver la proporción en las cuales se combinen las sustancias, pues por ejemplo en los óxidos encontraba que solía haber variaciones en los metales y el oxígeno (Grapi Milumara & Izquierdo, 1994). Para Berthollet las cantidades de materia variaban constantemente a medida que ocurría la reacción y esta relación viene dada independientemente de las condiciones

iniciales en el experimento. Considerando el rechazo a teoría de las afinidades fijas también se concibe en Berthollet, el rechazo a las proporciones definidas, a la discretización de la materia.

De un modo similar a la relación entre combinaciones que se dan con proporciones fijas de materia Proust comenta que la naturaleza presenta compuestos en los materiales y también combinaciones que se forman por agregación múltiple, esta agregación será estudiada mejor por Dalton y se mencionará con claridad más adelante. Ahora bien, la fuerza de atracción entre algunos compuestos se denota cuando se dan precipitaciones como las presentes en el ácido nítrico cuando se precipita el magnesio, allí al hacer la combinación y esperar un rato, se denota la forma en la cual se separan las partes del compuesto en proporciones fijas, que se diferenciarían a través de la comparación de densidades y características físicas cada vez que es repetido el experimento. Así también estima que todos los cuerpos que difieren en su naturaleza se combinan en diferentes grados de atracción. Como ejemplo, volviendo a los líquidos, podría encontrarse una fuerza de atracción que es la que mantiene el fluido constante, pero también una fuerza de repulsión que es la que permite dicha fluidez, en los fluidos elásticos confinados podría encontrarse tal atracción o separación, la separación sería mayor cuando se trataba de un gas, así que el caso del fluido elástico que muestra una fuerza de separación las partículas tendrían una división entre sí, estarían separadas unas de otras.

La teoría de Proust de las afinidades electivas muestra a través de montajes experimentales de los cuales se toma nota precisa, que los materiales se combinaban en proporciones fijas, tales conclusiones eran continuas en los experimentos y reafirmaban su teoría (Davy S. H., 1812). Los descubrimientos de Benjamín Richter (1762-1807) sobre las combinaciones entre ácidos y bases, que siempre que estuvieran en mezclados en proporciones definidas neutralizaban las combinaciones reforzaban el pensamiento de Proust sobre *Las proporciones definidas o fijas* (Asimov, 1975). La disputa sobre el comportamiento de los materiales en las reacciones la había ganado Proust sobre Berthollet con irrefutables experimentos acerca de la forma discreta de combinación. Proust encuentra que al combinar algunos materiales las proporciones que necesitaba para formar otro compuesto en general, era fijas, un ejemplo de esto fue el carbonato de cobre que siempre mantenía las mismas proporciones en su preparación, 4 de oxígeno, 1 de carbono y 5.3 de cobre; por su parte, los resultados encontrados por Berthollet encontraban que si mezclaba dos sustancias, en cualquiera que fuera su cantidad, siempre habría combinación, en caso que usara más la sustancia A que la sustancia B en alguna de las muestras, simplemente A quedaría en exceso. (Asimov, 1975, pág. 43)

Dalton resume su trabajo en los pesos relativos de las partículas que hacen parte de los compuestos y propone la *Ley de las proporciones múltiples* que, además, sostiene el trabajo de Proust; Dalton tomó el valor de una parte para el hidrógeno y así definió los pesos relativos de otras sustancias. Más adelante, Amadeo Avogadro concluye que el hidrógeno podría tomarse como la unidad de la medida de los demás pesos de los elementos, pues por ejemplo el oxígeno equivale

a 7.5 veces el hidrógeno tomando el caso del agua, para Dalton la medida del oxígeno habría oscilado entre 5.5 y 7 veces el hidrógeno (Muñoz Bello & Bertomeu Sánchez, 2003, pág. 149).

Recogiendo el trabajo hecho por Proust, Dalton y Richter asociado a los pesos que describen los materiales cuando se combinan o se separan, está claro que es posible expresar la medida de las masas de los elementos en cantidades fijas de sustancias, pues así lo expresan en sus combinaciones y en los cambios equivalentes que denotan; tal como lo resume Davy: los compuestos conocidos se expresan en proporciones que tienen finitud, así que se estima la cantidad más pequeña con la cual se pueden expresar los múltiplos fijos de los compuestos, teniendo que, *all the other elements may be represented by the relations of their quantities to unity*. (Davy S. H., 1812, pág. 112)

Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) al igual que Lavoisier, Proust y Dalton se interesó por el estudio cuantitativo de las propiedades de los gases, en su investigación concluyó que volúmenes iguales de gases se expanden en igual proporción con el mismo aumento de la temperatura (Ley de Charles, descubierta 15 años antes). En 1804 realizó varios ascensos a aproximadamente 7,000 metros sobre el nivel del mar en globos llenos de hidrógeno con esto también hizo su investigación en torno al comportamiento de los gases. Hizo mediciones de presión, temperatura y humedad y muestras de aire, que luego analizó y con las que luego hizo la comparación de diversos gases.

Dentro de los mayores logros de Gay-Lussac encontró que los gases que se encuentran a presión y temperatura constante se combinan en proporciones numéricas simples de volumen y el resultante tienen una proporción relacionada con los volúmenes de los reactivos (ley de Gay-Lussac), conocida como ley de combinación de volúmenes o ley fundamental de los gases. La proporción cuantitativa de las sustancias dependen del número de las moléculas que se han combinado. Con esto presenta la primera hipótesis de que la cantidad de moléculas en un volumen determinado es proporcional en diferentes gases, o sea que en un volumen dado hay una cantidad de moléculas definidas (Muñoz bello & Ramón, 2003). Así también se encuentra que Gay-Lussac halla en los gases combinaciones fijas de volúmenes de materia y esto añade evidencia sobre el comportamiento discreto que describe la materia, no solo en proporciones de masa, sino también en proporciones volumétricas. Esto más adelante desemboca en los estudios que realiza Avogadro sobre el volumen ocupado por compuestos o gases similares en espacios iguales, y quien recoge los trabajos anteriormente descritos para la formulación de las masas relativas de las moléculas elementales (Muñoz Bello & Bertomeu Sánchez, 2003, pág. 150).

4.4 Sobre la discretización y la composición del vino

Experimentos hechos con la destilación del fermentado de vino arrojan medidas sobre las densidades que quedan en los precipitados que se forman con los días durante la fermentación, sobre ello Gay-Lussac menciona que, a una temperatura ambiente, separando el volumen de

alcohol y tomando su densidad es 0.0825 respecto al agua. Ahora bien, añadiendo subcarbonato de potasio al jugo en fermentación y esperando su precipitación se forma una capa gelatinosa en la parte superior, destilando y cuando se añade alcohol al calcular su densidad general se tiene que es de 0.0825, o sea la capa gelatinosa es alcohol (Société d'Arcueil, 1813, pág. 95), sin importar los vinos preparados siempre se obtiene una parte de alcohol, entonces cuando se destila el fermentado del vino surge alcohol, ahora bien, sin importar la temperatura a la que se destile el vino siempre se obtendrá la misma cantidad de alcohol, refutando la idea de Berthollet de que los factores externos influyen en los productos que se obtienen en una combinación.

Lo que sucede en la fermentación es similar a mezclar azúcares con levaduras, pues se obtienen productos similares, cuando el jugo ha fermentado hay una parte de agua y cuando comienza la destilación es posible que los vapores que asciendan sean partes de alcohol y agua, vapores escondidos entre los espacios del líquido. (Société d'Arcueil, 1813, pág. 100). En las bebidas carbónicas, dentro de las cuales también se destaca el vino se encuentra que se forma un producto gaseoso que es perceptible cuando se abre la botella, y sobre el lugar que ocupa el gas producido por la fermentación del jugo se tiene que es el lugar vacío entre la bebida, el gas no escapa antes ya que el líquido y el gas mantienen una presión de equilibrio que impide su salida, pero cuando se destapa la botella el equilibrio es roto y los gases pueden moverse libremente, es por eso que es posible ver la formación de burbujas en la superficie del líquido y desde el interior de este cuando se abre el recipiente que lo contiene (Rodríguez Lozano, 2010).

Para la implementación del siguiente trabajo es preciso el análisis de este evento pues propone la comprensión de las densidades fijas que se forman de los productos que se dan con la fermentación, esto asociado a las leyes de *proporciones fijas y múltiples* detalladas por *Proust* y *Dalton* esto retrata la discretización y la forma en que la materia muestra afinidad entre sus productos y separación; la formación de gases al interior de la bebida carbonatada, que no son perceptibles durante la fermentación y que evidencian el vacío en medio del líquido proponen la discontinuidad en la materia. El trabajo experimental para lograr la fermentación y la destilación en el líquido que muestra cambios en su estructura hace parte del estudio.

5 CAPÍTULO IV

5.1 Metodología de investigación

Descripción de la estrategia

Se trabaja con la población de grado décimo B del Colegio Champagnat con el fin de establecer cuáles son las ideas que elaboran en torno a la estructura de la materia los estudiantes, esto a partir de la experimentación en el aula y estudio histórico a través de textos científicos basados en fuentes primarias y secundarias sobre las ideas y organizaciones de la experimentación para confinar, medir, diferenciar y catalogar los diversos tipos de materiales, principalmente gases comunes en la naturaleza.

El estudio tiene la intención de comprender la discretización y discontinuidad de la materia, se centró en observar mediante la experimentación los modos en los que actúa la materia en algunas reacciones en donde se aprecian la combinación y separación de sustancias; y pone sobre la mesa a autores como Antoine Lavoisier con la *Ley de la conservación de la materia*, Joseph Louis Proust con la *Ley de las proporciones definidas* y John Dalton con la *Ley de las proporciones múltiples*.

Acercas de la discontinuidad los estudios asociados a la existencia del vacío hechos por Evangelista Torricelli y propuestos por Galileo surgen como una explicación que concibe lo discontinuo como parte de la naturaleza material y fundamentan las experiencias sobre el vacío vividas en el aula. En el caso de la discontinuidad se llevará a modo de experimentos, principalmente con la fermentación en la botella de jugo a lo largo de la implementación, y con interrogantes durante las diversas sesiones que invitan a la explicación del vacío para comprender fenómenos que ocurren a su vez con la discretización.

5.2 Diseño de la investigación en el aula:

Diseño de la estrategia histórica:

Para irrumpir en el estudio de la estrategia histórica que posteriormente hace parte del marco teórico del actual trabajo y luego de los recursos escritos que son llevados al aula para hacer la implementación, se abordaron fuentes primarias tales como:

A New System of Chemical Philosophy de Jhon Dalton (Dalton, 1808) cuya sección dos explica la composición de los cuerpos y estima las ideas sobre: la similitud y relaciones entre partículas acorde a la afinidad que describen; *Annales de Chimie et de Physique* por Mr. Gay-Lussac y Arago en donde se explican las nuevas determinaciones de la composición del agua y la densidad de algunos fluidos elásticos por Mr. Berzelliuss (Gay-Lussac, 1820); *Mémoires de Physique et de*

Chimie de la Société D'Arcueil (Société d'Arcueil, 1813), en una de las secciones escritas por Mr. Gay-Lussac explica por qué el alcohol es una forma del vino; *Elements of Chemical Phylosophy* por Sir Humphry Davy (Davy S. H., 1812) se refiere a las relaciones de masa existentes en los compuestos de las combinaciones para producir otros compuestos, allí explica los datos obtenidos que fortalecen las leyes de las proporciones definidas, de Dalton, y múltiples, de Proust; En el *Tratado Elemental de la Química* de Antoine Lavoisier con ilustraciones de Marrie Anne Pierrette (Lavoisier, 1798), se hace una descripción de los experimentos y métodos que usa Lavoisier para medir la masa de sólidos, líquidos y fluidos elásticos, explica el diseño y funcionamiento de aparatos para medir con precisión características en gases como son: densidad, masa y volumen.

De estas fuentes se recopilan las ideas acerca de los trabajos experimentales sobre la discretización y discontinuidad de la materia, en donde los pensadores exponen la importancia del estudio de la combinación y separación de los compuestos para descifrar la estructura de los materiales.

Además, se abordan fuentes secundarias que también aportan a la investigación, estas fuentes incluyen artículos, libros, páginas web y otros, especialmente los que favorecieron al desarrollo de la investigación son los siguientes:

Compleja historia de la formulación de la Ley de Boyle de Luis Millares, le da importancia al trabajo experimental que hace Boyle sobre los montajes con tubos en J y barómetros, que finalmente manifiestan la existencia del vacío (Miralles Conesa, 2003). *El espacio vacío y sus implicaciones en la historia de la ciencia* (Solaz-Portolès & Moreno-Cabo, 1997) texto que hace un recuento sobre las diversas concepciones que se han elaborado sobre el vacío y las explicaciones de estas. El libro central que fundamentó algunas lecturas llevadas al aula fue *Breve historia de la Química* de Isaac Asimov (Asimov, 1975) en donde se puede encontrar la historia acerca de la formulación de las ideas acerca de los materiales, los contrastes entre pensadores y experimentos realizados para conocer las causas de los cambios de la materia; *Antoine Laurent Lavoisier: el revolucionario* de Bascuñán Blaset (Bascuñán Blaset, 2008), es un artículo que comenta las ideas acerca de los principales experimentos que catalogan los compuestos por sus características, las reacciones que generan sus combinaciones e infiere que los fluidos elásticos tienen masa, este texto apoya alguno experimentos trabajados durante la implementación.

La exploración de fuentes secundarias permite darle una guía al trabajo de investigación; contiene un estudio de diversos autores acerca de los fenómenos y experimentos en concreto que dan lugar a las ideas de lo discreto y lo discontinuo, así mismo incluyen la combinación y separación de materiales para dar sustento a tales concepciones. La indagación permite establecer relaciones sobre la organización de las ideas que llevan a formular una materia en proporciones fijas y múltiples.

Los textos anteriormente expuestos, entre otros, como fuentes primarias y secundarias aportaron a

la construcción del marco teórico y a la estructuración de las lecturas llevadas al aula, además de que brindaron herramientas claves para la construcción de la propuesta experimental, ya que en ellos se expone el trabajo práctico como base del conocimiento, el cual propone un objeto para acercarse a lo que es la estructura la materia, y comprender las concepciones que se desarrollan la idea de lo que es la composición de los materiales en la naturaleza.

Diseño de la estrategia experimental:

Para el desarrollo de las intervenciones en el aula se tiene que, a partir de la estructura del marco teórico y antecedentes, se elaboró un trabajo experimental por cada una de las fases. Los experimentos son piezas que componen las fases y son reforzadas con una lectura que es producto del análisis de fuentes primarias y secundarias acerca de los temas discretización y discontinuidad en la materia.

Los experimentos como las lecturas aluden a los diversos autores que organizan las experiencias y los análisis científicos que realizan para darle estructura a las teorías que conllevan a los pensamientos sobre que la materia está dividida en partes de masa, así mismo, se dan sus combinaciones y separaciones, además, que entre las partes de materia se da la existencia de un espacio vacío.

Los experimentos mostrados más adelante son diseñados por la docente en formación, inspirados en los estudios sobre las fuentes primarias y secundarias establecidas en el actual trabajo. Para empezar, se consideran los modos naturales de obtener gases en casa, como son el dióxido de carbono y el oxígeno, de allí se considera que los estudiantes aprendan a clasificarlos desde las características que se pueden evidenciar rápidamente; seguido y en la segunda parte de la propuesta experimental, se pretende ver aparentes muestras del aumento o disminución de la masa, sin embargo, controlando parámetros en la experimentación se puede apreciar la conservación de la masa. Acto tercero y basándose en las combinaciones que se dan entre dos compuestos se encuentra que hay proporciones fijas y múltiples entre las partes que se combinan; finalmente, durante el transcurso de la implementación los estudiantes elaboran un montaje experimental que además de producir gases permite ver las demás características que describe la materia para sintetizarla como discreta y discontinua.

Es visto que en la mayor parte del trabajo se utiliza la combinación de bicarbonato de sodio y vinagre para producir dióxido de carbono, para observar la producción de gases, explicar la conservación de la materia, las proporciones fijas y múltiples; del mismo modo en la fermentación del jugo se obtiene un gas invisible e imperceptible en la muestra que ocupa los espacios entre el líquido que se vuelve vino y así, evidenciando el vacío.

Las intervenciones en el aula contienen un texto guía que se desarrolla en pro de las prácticas experimentales y que, en conjunto, se encaminan a la organización de los momentos

históricos que retratan el progreso científico referente a la caracterización de la materia y los elementos que la componen.

Los talleres y lecturas llevadas al aula se componen de cuatro fases: *producción de gases a partir de reacciones, del principio de equivalencia, del principio de proporcionalidad y el concepto de vacío para comprender la discontinuidad.*

La división de las actividades se propuso de la siguiente manera:

- Fase 1, *producción de gases a partir de reacciones:*
Contiene una lectura titulada *Los gases* basada en el texto Breve historia de la química de Isaac Asimov (Asimov, 1975, págs. 32-38). Este taller es acompañado de dos experimentos, uno para la producción de gas de dióxido de carbono mediante la combinación de bicarbonato de sodio y vinagre; y el segundo gas a partir de agua tibia y oxígeno activo en polvo con el fin de liberar gas de oxígeno.
- Fase 2, *del principio de equivalencia y proporcionalidad:*
Contiene dos lecturas una que surge del texto de Bascuñán Blaset, titulada, Antoine Laurent Lavoisier: El revolucionario (Bascuñán Blaset, 2008, págs. 227-230) trata sobre los experimentos de Lavoisier para mostrar *la conservación de la materia*; la segunda lectura *La ley de Proust* (Asimov, 1975, pág. 43). Estas lecturas se acompañan de tres experimentos: 1. Sobre el aumento aparente de la masa, que muestra que en condiciones normales pareciese que hubiera aumento o disminución en las masas cuando se dan ciertas reacciones. 2. La ley de la conservación de la materia, que pretende ver que haciendo uso de ciertos parámetros la masa en una reacción se conserva y 3. La ley de las proporciones definidas, un experimento en donde se observa que usando proporciones fijas en la combinación de materiales se produce una muestra homogénea (con densidad constante).
- Fase 3, *planteamiento de la sustentación de discretización en la materia:*
Comprende una lectura titulada *Relaciones de masa elementales en sustancias* y que es basada en el texto Elements of Chemical Philosophy de Davy (Davy S. H., 1812, pág. 112 y 113) que muestra algunos análisis de los experimentos de Sir Davy de manera que se aprecian las proporciones fijas en la combinación de sustancias y a su vez se acompaña del experimento de la medidas notables en la botella de jugo donde la actividad se trata de medir las partes del jugo separadas por su densidad
- Fase 4, *composición de sustancias, condensación y vaporización de gases:*
Contiene una lectura titulada *Para determinar que el alcohol existe como una forma de vino*, apoyada en la parte del libro que escribe Gay Lussac de nombre *Pour déterminer si l'alcool existe tout formé dans le vin*, (Société d'Arcueil, 1813, págs. 94-96) y que retoma

la actividad experimental trabajada con la botella de jugo fermentado las propiedades que describe cuando se toman las medidas de las partes que la conforman y que al abrirse libera gas que parece no ocupar espacio en el líquido. Además, esta parte contiene otra lectura que retroalimenta *Experimentos con los aires* (De la Selva, 2003) y toma un experimento que explica la densidad sobre dos gases conocidos para así llegar a la idea *del vacío para comprender la discontinuidad* y dar continuación a la conferencia final.

- Explicación y conferencia final, *planteamientos que sustentan la discontinuidad de la materia y su estructura discreta*: Esta parte se encarga de recoger los trabajos anteriores correspondientes a los talleres y lecturas vistos y mostrar la interacción que tiene la historia de las ciencias con la formulación de diversos experimentos que contribuyen a la construcción de las teorías que sostienen que la estructura de la materia tiene un comportamiento separado, en partes, o sea, discreto y que además en las sustancias hay espacios que permiten el almacenamiento de gases o elementos que se liberan luego mediante reacciones.

Estos componentes están en la imagen presentada a continuación, que contiene el paso a paso de la implementación del trabajo en el aula, y la organización que tendría cada temática que se abordó en el aula. Como se ve siempre cada fase se incluía una parte histórica teórica en donde se muestran los trabajos experimentales y/o análisis presentados por los autores y seguido, el texto siempre es reforzado con la experimentación en el aula o en casa.

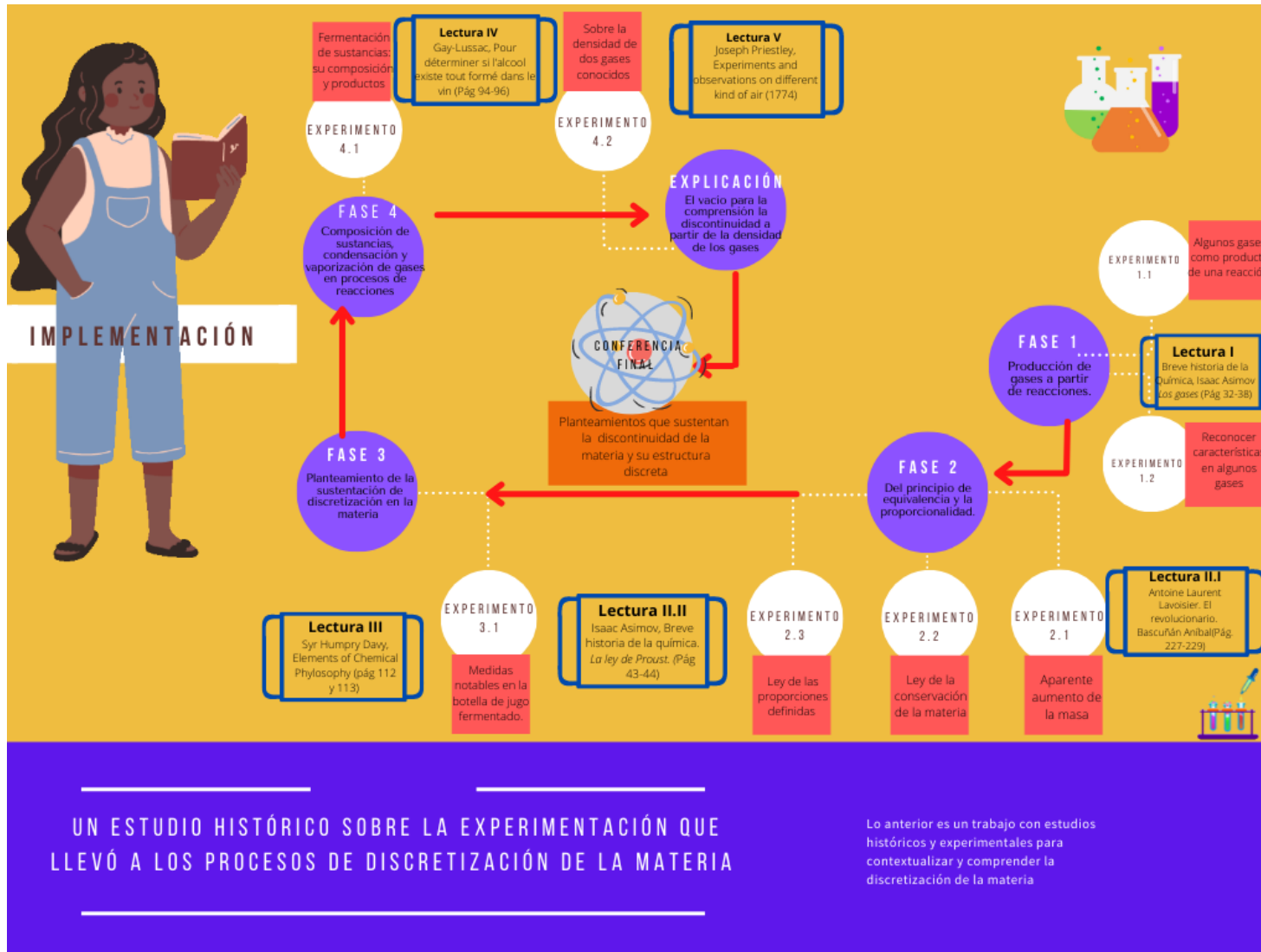
Los experimentos propuestos fueron elaborados durante el espacio de la cuarentena por lo cual todos eran replicables en un sitio de trabajo personal con materiales sencillos de encontrar en casa, por esta razón los estudiantes tuvieron espacios para experimentar en sus hogares y observar cómo fenómenos particulares permiten la observación de la discretización y la discontinuidad en la materia.

La siguiente imagen corresponde a la *secuencia de actividades* comienza en la *Fase 1* a la derecha, y se lee en sentido horario, culmina en la parte central con una explicación y la conferencia final, ya que el eje central es el que recoge todo lo visto a lo largo del trabajo y retoma los trabajos escritos y experimentales de los autores para concentrarse en un fin en común que es establecer la discretización y discontinuidad de la materia.

Los estudiantes serán clasificados en grupos y así mismo trabajarán las preguntas de las lecturas y talleres. Serán designados de la siguiente forma: Grupo 1 (G1), Grupo 2 (G2), etc. Y como estudiantes así: Estudiante 1 (E1), Estudiante 2 (E2), etc. Hay una tabla correspondiente a cada fase que responde a los objetivos, actividades y descripción de estas.

Imagen 13

Secuencia de Actividades



5.2.1 Fase 1

La propuesta presentada en la *Fase I* inicia con una intervención histórica, allí se hace énfasis en los momentos particulares que permiten hacer un cambio entre las concepciones alquimistas y el nuevo estudio de las ciencias, lo cual incluye el papel de la experimentación sobre los razonamientos ya establecidos. Las nuevas ideas sobre la composición y procesos que ocurren en la materia comienzan con autores como Robert Boyle, Antoine Lavoisier, Marrie Anne Pierrette, Louis Proust y Joseph Priestley; pues forman parte del trabajo que se dará de aquí en adelante y sus estudios permiten comprender la composición y caracterización de la materia de forma más acertada a través de procesos experimentales.

La intervención histórica se hace con el fin de notar el estudio y estimar propiedades que describen los gases, encontradas cuando están presentes en diversos medios como una llama y la respiración; y con esto, percibir los comportamientos que a simple vista muestran sobre diversos materiales. La primera actividad experimental (en la imagen 11: Experimento 1.1 y 1.2) demostrativa pretende que los estudiantes puedan apreciar un par de reacciones que se presentan naturalmente y que conciben la presencia de gases. Así, se da origen a una distinción por simple descripción de los gases que se producen, debido a las características que presentan en el medio.

En la siguiente tabla se presentará la primera parte *Fase I* que trata de la *producción de gases a partir de reacciones*, en donde se inicia el trabajo en el aula a partir de un taller demostrativo seguido de una lectura que lo complementa sobre las distinciones que se pueden hacer entre un par de gases.

Tabla 1

Los gases

Fase 1	Objetivo	Descripción	Actividades
Los gases	Identificar que algunos gases son producto de una reacción.	Es un taller demostrativo que se elabora al interior del aula. Consta de dos partes: primero, la producción del que será denominado Gas 1 (Dióxido de Carbono) y segundo, producción del Gas 2 (oxígeno). Allí por parte de los estudiantes se intentará reconocer características que diferencien ambos gases.	Taller demostrativo: Reacción y comportamiento en la combinación de materiales: Producción de gases

	Reconocer algunas características de los diferentes gases.	Trabajo experimental en casa en dónde los estudiantes comenzarán a distinguir los cambios en las sustancias y sus características.	En casa: los estudiantes pusieron jugo preferiblemente ácido en una botella.
		Lectura que explica el origen de los gases más sencillos conocidos y confinados, sus características más relevantes y los científicos que los clasificaron y estudiaron.	Lectura I: Los gases

Nota: Esta *tabla 1* sintetiza de lo que trata la primera fase y las actividades que la componen como son la lectura *los gases* y el taller demostrativo *Reacciones y comportamiento en la combinación de materiales, producción de gases*.

Taller demostrativo: Reacciones y comportamiento en la combinación de materiales, producción de gases

El taller demostrativo consta de los experimentos 1.1 y 1.2. Se establece durante la primera sesión y está a cargo de la docente en formación. Se les muestra a los estudiantes la combinación de las sustancias que permiten la producción de oxígeno y dióxido de carbono y son estos gases los que se presentan a lo largo de las intervenciones experimentales, que son según la historia, comunes en la naturaleza y por esta razón es que incluso en la antigüedad se les midió y se les clasificó (color, olor, alteración sobre otros materiales) pues presentaron comportamientos comunes sobre algunos compuestos.

En el taller se produce el gas de oxígeno a partir de la mezcla de agua tibia y oxígeno activo; y, por otro lado, se obtiene gas de dióxido de carbono a partir de mezclar vinagre y bicarbonato de sodio. En la experimentación se busca clasificar cada uno de los gases producidos y diferenciarlos después de observar cómo actúa la llama de una vela cuando se acerca a cada gas producido. A los estudiantes se les pide hacer una tabla en dónde diferencien los gases producidos.

Sobre la muestra experimental llevada a los estudiantes se proponen unas preguntas sobre lo observado en cada una de las reacciones como se muestra en los *Anexos I - Tabla 7: Los gases*

Allí los estudiantes concuerdan en que los dos gases que se producen tienen modos distintos de producción, pues una de las reacciones es mucho más lenta que la otra, y cuando se aprecian las particularidades que describe cada gas, son diferentes pues en el

caso del Gas 1 se apaga la llama de la vela que se acerca y en el caso del Gas 2 se *aviva* la llama (ver *Anexo 1- Tabla 9*). También entienden que las sustancias después de combinarse pueden tener productos que incluso aumenten *estrepitosamente* sobre el nivel del envase y lleguen a regarse, como otras no lo hacen tan obviamente, esto infiere que los productos gaseosos pueden darse en diversas cantidades.

Sobre lo que ocurre con las mezclas hechas en el laboratorio los estudiantes toman evidencia por medio de videos y fotos, sobre las diferencias notables que se durante una de las combinaciones, se tiene el siguiente registro dado por G6:

Imagen 14

Liberación de Oxígeno Activo



Nota: A la izquierda agua tibia con oxígeno activo, a la derecha la mezcla después de un tiempo. Fuente: Grupo 6.

Lectura I: Los gases

La lectura titulada *Los gases* se hizo en la segunda sesión y es la que corresponde con el taller demostrativo anterior; muestra los descubrimientos y las características de los gases más simples, los más sencillos y fáciles de almacenar en su momento, tales gases como fueron: Nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, y dióxido de carbono. Además, dentro de la lectura se pueden apreciar los aparatos ideados por Lavoisier para hacer el almacenamiento de los gases y hacer un estudio medido de estos. El texto concluye en que la distinción de los gases los ponía como objeto de estudio de los elementos, pues la idea de los sabios era comprender cuál era la composición de las cosas

que nos rodean.

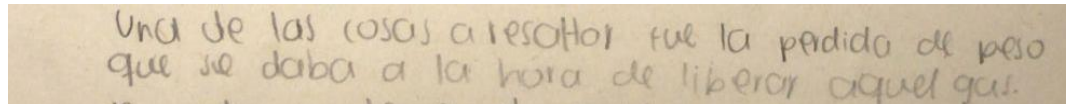
Sobre algunas preguntas que se pretende contestar cuando se aborde el texto se tienen:

- *¿Qué importancia adquirió el estudio con gases para entender características de la materia?*
- *¿Qué características se le puede asociar a cada uno de los cuatro gases vistos en la lectura?*
- *¿Qué características podrían asociársele a los gases en general?*

Las respuestas más comunes dadas por los estudiantes (*tabla 7*) interponen que la importancia del estudio de gases en la naturaleza es relevante puesto que estos comparten características con sólidos y líquidos, son sustancias simples, además que debido a la producción de gases en algunas sustancias se pierde peso en los compuestos que los producen, tal es el caso que el G4 se refiere cómo:

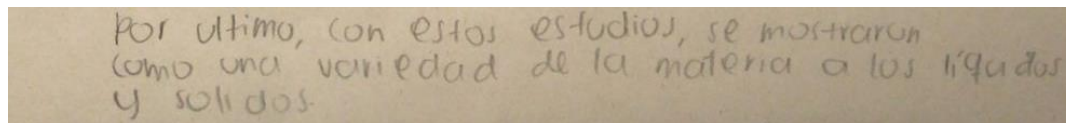
“(...) la importancia radica en que por medio del calentamiento de compuestos se produce una liberación, que da paso a la obtención de datos como la pérdida de peso presente cuando se producía liberación de gas o el hecho de que los gases podían reaccionar con materia sólida (...)”

Para el G6, la producción de gases también incluye que haya una pérdida de peso en los compuestos que lo producen:



Una de las cosas a resaltar fue la pérdida de peso que se daba a la hora de liberar aquel gas.

Esto concluye en que los estudiantes le asocien características físicas como el peso a los gases. Y finalmente el G6 considera que los gases corresponden a una forma de la materia, así como lo serían los líquidos y los sólidos:



por ultimo, con estos estudios, se mostraron como una variedad de la materia a los líquidos y sólidos.

5.2.2 Fase II

La primera parte de la *Fase II* consta de la lectura del *Principio de la conservación de la materia de Lavoisier* y viene acompañada de la parte experimental que será dividida en dos talleres, como son, *el aumento aparente de la masa* y el *Principio de la conservación de la materia*, las partes están una ligada a la otra debido a que la primera pretende evidenciar los modos en los cuales se veían los cambios aparentes de la materia según las versiones alquimistas, pero a su vez proponer una explicación para el fenómeno visto. La explicación a los cambios que se presentan en primera instancia fue hecha por Antoine Lavoisier, y mediante la actividad experimental con parámetros sobre una reacción es posible hacer el esclarecimiento sobre los posibles cambios que sufre la materia.

Tabla 2

Del principio de equivalencia

Fase 2.1	Objetivos	Descripción	Actividades
Principio de equivalencia	Establecer que la cantidad que se produce en un gas es proporcional con la cantidad de masa de los reactivos que reaccionan para producirlo.	Es un texto introductorio que cuenta las ideas que prevalecían sobre la transformación de la materia y el método que usa Lavoisier por medio de la confinación de las masas las cuales muestran cambios físicos en su interior, pero con la ayuda de balanzas prueban que no presentan cambios en la cantidad de materia presente antes y después. Adicionalmente en la lectura se describen algunos de los aparatos elaborados por Lavoisier para hacer los experimentos.	Texto: Principio de la conservación de la materia de Lavoisier
		Allí se instruye a los estudiantes para hacer un experimento con balanzas y un metal que será calcinado, con el objetivo de proponer un análisis al aparente aumento de la masa que se puede notar a medida que se quema el metal.	Taller: Aumento aparente de la masa
		Usando parámetros en donde no pueda haber escape de masa, se insta a los estudiantes a replicar el experimento en	Taller: Ley de la conservación de la materia

		donde con ayuda de balanzas pueden observar cómo una reacción no pierde masa, sino más bien se evidencia como podría suceder que se libere una parte en forma de gas.	
--	--	---	--

Para iniciar la actividad se tienen diversas preguntas sobre lo que se pretende contestar cuando aborde la *Fase II*:

- *¿Es posible crear materia? ¿Es posible crear un elemento a partir de otro?*
- *¿La cantidad de masa que reacciona es proporcional a la cantidad de productos que produce?*
- *¿Está cuantizada la cantidad de masa que reacciona para formar el mismo producto?*
- *¿Estará la materia dada en partes de masa en el espacio que ocupa?*

Experimento I: aumento aparente de la masa

El trabajo experimental sobre *el aumento aparente de la masa* se trabaja con elementos sencillos como son: una balanza, una esponjilla (bombrill), una pila cuyos polos se acerquen (cuadrada) o un encendedor. El montaje experimental es bastante sencillo y llamativo por el hecho de que los alambres cuando son quemados toman una tonalidad rojiza y hay un cambio en la forma del alambre, en su grosor y color, y, además, según el peso que se data antes y después de quemado el alambre, hay un cambio en la masa. Se instauran las siguientes preguntas para apreciar la comprensión y el análisis de los estudiantes sobre el fenómeno:

- *¿Qué podría explicar el cambio de masa del material?*
- *¿Qué aspectos muestran que hay aumento de masa en la esponjilla?*
- *¿Qué experiencia se te ocurre para determinar si evidentemente hay cambio de masa?*

Sobre las preguntas y la explicación por la cual la esponjilla parece que adquiere masa a medida que es quemada los estudiantes del G9 comentan:

“ya que en el proceso de combustión se ‘combina’ con el oxígeno del aire y por eso el objeto o cuerpo ‘toma’ peso.”

En cuanto a los aspectos que muestran que hay aumento de masa en la esponjilla infiere el G9:

“El peso en la balanza y su aspecto físico se ve quemado.”

El peso en la balanza y su aspecto físico se ve quemado

Y sobre la forma en que comprueban si hay aumento o no en la masa concibe el G9:
“Pesar el objeto antes de la reacción y luego después para evidenciar el cambio.”

Aquí con la descripción que da el G9 se muestra que los estudiantes comprenden que la masa no puede aparecer de la nada y que el aparente aumento de la masa se debe a una “combinación” con una porción de aire, consideran que estimar los cambios de peso que se dan en la muestra conllevan a entender que hay un cambio en la masa de la esponjilla y que la medición de la masa antes y después es primordial para caracterizar el fenómeno.

El G10 estima un aumento de la masa y proporciona datos precisos sobre las observaciones hechas en el laboratorio:

“Experimento: Esponjilla de brillo (bombril) se pesa en la balanza y da 2,40gr, se estira un poco la esponjilla para que prenda bien, se le prende fuego con un encendedor sobre la balanza, al encenderla aumento de peso 0,02gr a 2,42gr. (...) Fuego consume oxígeno”

Según los datos recolectados al tomar el encendedor y prender fuego a la muestra, en la balanza se ve un aumento aparente de la masa y consideran que esto es debido a que el *fuego consume oxígeno*.

Experimento II: El principio de conservación de la materia

Se puede apreciar en la muestra experimental que se hace a continuación, los estudiantes toman una parte de vinagre en una botella y una parte de bicarbonato de sodio se incrusta en un globo, dejando libre de residuos la boquilla del globo se incrusta en la apertura de la botella, en principio sin dejar caer bicarbonato de sodio en la botella. En segundo lugar, se pesa el sistema completo y seguido de esto y sobre la balanza se deja caer dentro de la botella el bicarbonato almacenado en el globo, mientras se nota que el sistema botella globo tiene una liberación de gas se toman los datos pertinentes para contestar y hacer una relación entre el Principio de la conservación de la materia de Lavoisier y el experimento.

Para este experimento los estudiantes deben entregar registro fotográfico y describir lo que sucede en el caso, para encontrar información detallada sobre las respuestas de los estudiantes se insta al lector a dirigirse a la *tabla 14*. Un cuadro frecuente sobre lo que encuentran los estudiantes en esta experiencia es que y en palabras del G4:

“Este principio consiste en explicar que la materia se conserva manteniéndose en su peso (...) (la masa no se aumenta o disminuye), pero no va a permanecer en el mismo estado

físico, como por ejemplo un vaso con agua tiene un volumen determinado y esta es líquida, pero al meterla al refrigerador se convierte en un hielo cambiando su estado físico de líquido ha solidado, pero el agua congelada se sigue manteniendo con la misma cantidad de peso.”

Y de modo similar el G10 describe:

“La ley de la conservación de la materia indica que en una reacción química la masa de los “materiales” que componen la reacción no cambia en el producto final, lo que sucede es que se juntan de manera distinta los átomos que intervinieron dando como resultado un producto nuevo, en el que para su “fabricación” no se creó ni se destruyó materia.”

Imagen 15

Experimento Ley de la Conservación de la Masa



Nota: montaje experimental de con vinagre y bicarbonato de carbono, hecho por estudiantes del grupo 4.

Considerando así que a pesar de que la materia cambie en su estado o forma de representación siempre habrá conservación de la masa, y un punto importante destacado por el G10 es que sus partes sufren una reorganización por lo cual, no es posible la transmutación de la materia, además describen que lo que sucede cuando se da un cambio o una reacción es un cambio en el estado físico que muestra la materia. Estos resultados son producto de medir los cambios en la materia y, además, encontrar una relación entre la masa inicial y final que se mantiene constante durante la reacción, ya que el cambio físico que describe la mezcla se hace sobre la balanza.

Sobre las ideas que son base sobre las formas de combinación de los cuerpos y las cantidades relacionadas para que se den las reacciones precisas y equilibradas es de lo que habla el texto de la Ley de Proust. Después de su lectura y el análisis de las preguntas propuestas, los estudiantes estiman las cantidades fijas que intervienen en las combinaciones para establecer ciertos productos como complemento los estudiantes realizan un experimento para encontrar la proporción en las cantidades para la combinación. La respuesta de un grupo a este experimento está en la *Tabla 4*.

Tabla 3*Del principio de proporcionalidad*

Fase 2.2	Objetivos	Descripción	Actividades
Del principio de proporcionalidad	Establecer que las formas en que se combinan los compuestos son proporcionales para obtener una muestra de mezcla homogénea o uniforme.	En este texto se muestra la importancia del avance de las balanzas de precisión que permitió los estudios con ácidos y bases, los cuales mostraban proporcionalidad en masa a la hora de mezclarse para que finalmente dieran como resultado partes fijas de materia. Además, se presentan las diferencias que Mr. Proust tuvo con Mr. Berthollet en sus explicaciones sobre la resultante en preparaciones de compuestos y las partes presentes.	Texto: La ley de Proust
		Se aprovecha los trabajos anteriores con los talleres y la combinación ya conocida de vinagre y bicarbonato de sodio, para que los estudiantes por medio de toma de muestras encuentren cuál sería la proporción que mejor se adapta para que el resultante de la muestra final sea totalmente homogéneo.	Taller: La ley de Proust
Determinación de pesos en gases y relaciones de masa en los compuestos.	Estimar que las partes fijas de masa, que disponiéndose en partes múltiples con otras originan nuevos compuestos.	Consta de los descubrimientos sobre las partes de masa de los compuestos, y la relación que esto tendría con una unidad fundamental. Contiguamente la lectura incluye ejemplos de partes fijas que originan compuestos y partes fijas múltiples que originan otros compuestos.	Lectura: Determinación de peso en gases y relaciones volumétricas
		Con la botella de jugo elaborada semana anteriores se hacen consideraciones respecto a las proporciones fijas de materia que se forman al interior y se abre la botella para observar características.	Experimentación: Primera lectura de la botella.

Nota: Actividades de la segunda parte de la fase II.

Esta fase 2.2 consta de dos partes:

- Lectura: *La ley de Proust*
- Taller en casa: *La ley de Proust para evidenciar discretización*

Lectura: La ley de Proust

En el texto, la *Ley de Proust* se pueden ver los roles que ocupan algunos científicos para edificar el pensamiento de la proporcionalidad de las partes fijas que prevalecen en un compuesto, se establece la Ley de las proporciones fijas que se diferencia de la propuesta hecha por Mr. Berthollet que considera que, sin importar la combinación en las proporciones, las sustancias se producen y más bien, son otras variables las que infieren a la hora de pensarse la composición final de una muestra. Allí en las preguntas se pretende que los estudiantes comprendan las diferencias que se dan entre los científicos y las similitudes que tienen los trabajos alternos, también cómo se complementan dichos trabajos para contemplar el fenómeno discreto en la materia.

En la parte inicial del texto se destaca la participación de otro pensador, Benjamín Richter, quién encuentra relaciones de proporciones fijas a la hora de combinar un ácido y una base (tal cual lo hemos hecho en nuestros experimentos de vinagre y bicarbonato de sodio) y así encontrando que para que la muestra solo tendrá una neutralidad uniforme si hay proporciones definidas en la mezcla. Dentro de las preguntas propuestas para que los estudiantes analicen el texto se encuentran:

- *¿Cómo explica la neutralización de una muestra el establecimiento de proporciones fijas de los compuestos presentes en la reacción?*
- *¿Qué diferencias tenían Proust y Berthollet en tanto la cantidad de los materiales presentes en la obtención de un compuesto?*
- *¿Qué podrías decir de la estructura de los diversos compuestos presentes en la tabla dibujada por Jhon Dalton?*

Las consideraciones que hacen los estudiantes del trabajo de Proust y su relación con los trabajos que Berthollet y Dalton se encuentran en la *Tabla 15* y se entiende que los estudiantes proponen las siguientes explicaciones:

Para el G7:

“En las reacciones de neutralización de ácido con un resultado efectivo si se van a encontrar cantidades o proporciones definidas para que actúen con otro compuesto y se tenga el resultado esperado.”

Y sobre las diferencias que encontraron entre Mr. Proust y Mr. Berthollet el G7 establece:

“‘según’ Berthollet se varían las proporciones dependiendo la forma de preparación del compuesto, también él es el que opina que puede haber varios elementos combinados y en cualquier cantidad (...), en cambio Proust decía que había la misma cantidad en todos los elementos (...).”

De un modo similar el G9 estima:

“Proust a diferencia de Berthollet pensaba que en la obtención de un compuesto se tenían que presentar proporciones con un peso fijo.”

Se puede decir que a partir de la lectura los estudiantes infieren que se establecen diferencias precisas entre los autores y las explicaciones que dan sobre los fenómenos que presentan las sustancias, y que además de Mr. Proust, Richter concuerda en que hay combinaciones en proporciones fijas de materia. Ahora bien, sobre las características que reflejan los datos que deja Dalton, se encuentra que los diferentes elementos organizados en diversas formas dan origen a diversos compuestos como menciona el G7:

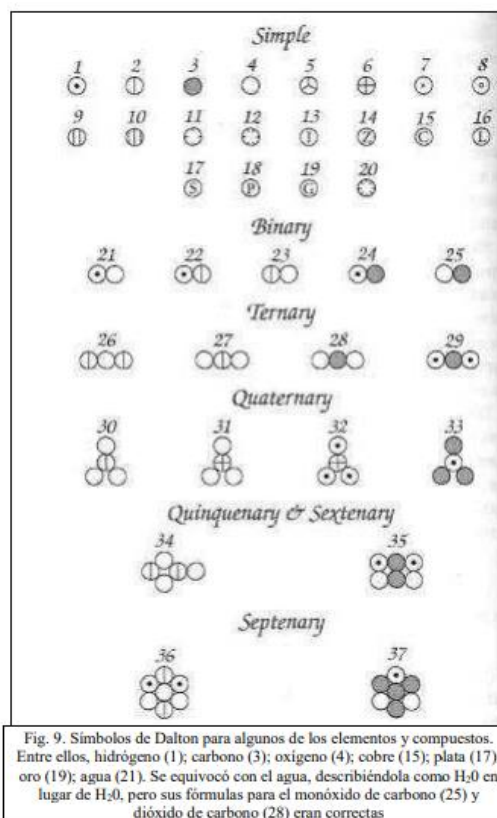
“(…) es claro entender que cada elemento de la tabla periódica tiene distintas propiedades, (…), y con la tabla al estar bien organizada podemos ver y entender como la combinación de elementos y variación de proporciones logra crear nuevos compuestos.”

Por su parte el G9:

“(…) estas estructuras son muy simples en cuanto a compuestos, (…) podemos ver las bases de las futuras estructuras de los elementos como lo son las estructuras binarias en adelante”

Imagen 16

Símbolos para los Elementos



Nota: La tabla es descrita por Dalton en donde le asocia una figura a cada elemento descubierto y

así mismo establece los modos de combinación para crear un compuesto (Asimov, 1975).

Los grupos tienen en cuenta que las ideas de Dalton otorgan las bases para la formación de los denominados *elementos* que logran explicar la organización y estructuras de los compuestos.

Cuando se leen los estudios de Dalton también se encuentra que establece una diferenciación en cada uno de los elementos y que tal diversidad es mostrada en modo de formas, una forma que asocia a cada elemento y establece también que son posibles las combinaciones de uno o más elementos de la misma clase para crear nuevos compuestos.

La ilustración presentada en la *Imagen 16*, hace parte del texto *La ley de Proust*, ubicado en el *Anexo II, numeral 9.5* y procura que los estudiantes asocien los descubrimientos sobre las proporciones definidas hechas por Richter, los resultados dados por Proust sobre la combinación de elementos simples en partes definidas y a continuación el descubrimiento de Jhon Dalton sobre que además de que las partes elementales tiene a combinarse en proporciones fijas, también lo hacen en partes múltiples de estas proporciones, estos se refleja a partir de las ilustraciones correspondientes a los *ternary*, *quaternary*, *quintenary*, *sextenary* y *septenary*, en donde propone que se pueden combinar los elementos de forma múltiple para la creación de un compuesto, tal es el dióxido de Carbono.

Taller: La ley de Proust

Se hace una presentación en donde se ilustra a los estudiantes sobre la forma en la que se hará el taller en casa, se pide que a falta de una balanza la medida que tomen sea unitaria, ya sea una copa, una cuchara, un vaso, etc., y de ahí que puedan encontrar haciendo varias muestras en proporciones 1:1 de bicarbonato de sodio y vinagre, 1:2, 1:3 hasta 1:10 o más, cuál es la proporción en la cual la muestra se consumirá en su totalidad, dejando así una sustancia que evidencie homogeneidad.

Los estudiantes realizan en taller en donde al final deben estimar cual es la proporción que concreta que haya neutralización en la muestra o que al final sea homogénea. El objetivo en este taller es que los estudiantes encuentren que para que una mezcla alcance su carácter homogéneo siempre se dará en proporciones fijas, y que a pesar de que cada uno escoja la medida unitaria con la que va a trabajar las proporciones que exige la sustancia van a ser las mismas.

La intención del taller contribuye a que los estudiantes encuentren diferencias y similitudes en lo leído en el texto y que comprendan que cuando se dan las proporciones fijas de materia, las combinaciones se dan en totalidad y que el resultado es una muestra homogénea. La intención del taller es contestar los siguientes interrogantes:

- *¿Qué se puede inferir de las combinaciones realizadas?*

- *¿Cuál sería la relación más cercana para que se combine el bicarbonato de sodio y reaccione en su totalidad cuando se mezcla con el vinagre?*
- *¿Qué nos puede decir esto sobre la forma en cómo se combinan los materiales?*

De los resultados encontrados en la actividad experimental en casa, la E5 encuentra que al hacer las combinaciones una por una, la relación que más se acerca a la que al final deja una muestra homogénea es de 1:7 (1 de bicarbonato de sodio, 7 de vinagre), según su informe describe:

“Yo creería que el bicarbonato de sodio se consume totalmente desde la combinación de 1;7 en adelante. Porque cuando le aplique más vinagre, más rápido se diluyo el bicarbonato.”

Por otro lado, y para el G4:

“1:8 ya que, es una cantidad indicada entre vinagre y bicarbonato para formar una reacción muy buena.”

Esta diferencia en los datos se puede explicar por el hecho de que el G4, ha tomado muestras y no contiguas como la E5, esto se denota en la *Tabla 4* elaborada por el G4:

Tabla 4

Cantidades de Muestras Escogidas por los Estudiantes

1:3	Se crea (...) una gran cantidad de bicarbonato sólido y grumoso que no permite que se forme una reacción
1:5	Se forma menos grumos y reaccionan un poco más que la muestra anterior
1:8	Se forma una gran cantidad de espuma por la mezcla entre sales y agua formando una neutralización del Ph
1:10	Se forma mucha espuma, aunque la reacción baja mucho más rápido, se forman burbujas y no dura tanto la reacción

En la *Tabla 4* se encuentra que los estudiantes escogen determinadas muestras para su análisis y su proporción de sustancias a combinar para formar una muestra homogénea es similar a la presentada por la E5.

Las consideraciones generales que quedan del experimento estiman que a medida que aumenta la cantidad de vinagre en la mezcla y se conserva la de bicarbonato de sodio, la mezcla tiende a mostrar una mejor combinación, y hay una relación en donde se considera la muestra es homogénea, sobre esto el G6 menciona:

“Dependiendo de la cantidad de cada una de las sustancias había una reacción diferente, cuando había poco vinagre, a pesar de que si se hacía bastante espuma no se compara con la que se creaba cuando había mayor cantidad de vinagre, esto teniendo en cuenta que la cantidad de bicarbonato jamás cambió.”

5.2.3 Fase III

La *Fase III* viene asociada a lo ocurrido en los resultados obtenidos por Joseph Louis Proust, pues de allí se tiene que la materia se combina en proporciones múltiples y con la lectura correspondiente a la fase que se hace de los resultados de Sir Humphry Davy se tiene que adicional a esto, cada elemento que compone los compuestos tiene peso específico y de acuerdo con esa proporción en la que viene dado, se combina en proporciones simples o múltiples.

La experimentación que hace parte del trabajo en general del curso está dada por la medida de las partes destacadas en la botella, una con más densidad que la otra, y continuamente se hace la apertura de la botella, recogiendo el gas que en ella está. Desde el momento en el que se abre la botella, los estudiantes deben tomar registro de los cambios que en ella se vean. Finalmente, y cuando ya el líquido se encuentre en calma y cerrada deben tomar las nuevas medidas de los volúmenes de líquidos que se puedan observar.

Tabla 5

Sustentación de la Discretización de la Materia

Fase 3	Objetivos	Descripción	Actividades
Sustentación de la discretización de la materia	Recoger los trabajos que concluyen con que la materia se comporta en proporciones fijas y establecer una hipótesis desde la medición.	En este texto se establece que existe una unidad de medida para la materia y esta cantidad es el hidrógeno, pues es la cantidad mínima de masa que puede tener un elemento y que los demás elementos que componen los compuestos están dados en partes fijas de la unidad. .	Texto: Relaciones de masas elementales de sustancias y compuestos
		Se aprovecha los trabajos anteriores con los talleres y la combinación ya conocida de vinagre y bicarbonato de sodio, para que los estudiantes por medio de toma de muestras encuentren cuál sería la proporción que mejor se adapta para que el resultante de la muestra final sea totalmente homogéneo.	Taller: La ley de Proust

Determinación de pesos en gases y relaciones de masa en los compuestos.	Estimar que las partes fijas de masa, que disponiéndose en partes múltiples con otras originan nuevos compuestos.	Consta de los descubrimientos sobre las partes de masa de los compuestos, y la relación que esto tendría con una unidad fundamental. Contiguamente la lectura incluye ejemplos de partes fijas que originan compuestos y partes fijas múltiples que originan otros compuestos.	Lectura: Determinación de peso en gases y relaciones volumétricas
		Con la botella de jugo elaborada semana anteriores se hacen consideraciones respecto a las proporciones fijas de materia que se forman al interior y se abre la botella para observar características.	Experimentación: Primera lectura de la botella.

La lectura cuenta con preguntas que le guían, las respuestas a esta lectura se encuentran en el *Anexo I, Lectura 8.8*, de allí se toma en consideración las respuestas de los estudiantes:

Para el G4:

“La conclusión a la que llega Sir Humphry es que si todas las magnitudes son expresadas en números todas las otras cantidades serán múltiplos de la más pequeña.”

Agrega:

“Siempre hay una relación como por ejemplo en el agua, el hidrogeno y el agua tienen una relación 2:15, así siempre hay una relación y una medida.”

Para el G6:

“Las cantidades se pueden describir en una proporción mínima.”

Los estudiantes encuentran en el texto que Davy se refirió a los análisis sobre sus experimentos y los de otros autores como Richter y Dalton, así formuló que los compuestos están estructurados por partes de materia fija y estimó los pesos equivalentes a cada elemento, además de postular una cantidad mínima de materia asociada al hidrógeno.

Nota: La lectura y el experimento correspondiente a las medidas volumétricas en relación con la masa se encuentran en el *Anexo I, numeral*

8.10. Allí la docente en formación réplica un experimento propio que explica el vacío comparando los dos gases trabajados durante la implementación (oxígeno y dióxido de carbono).

5.2.4 Fase IV

Esta *Fase IV* quiere acercar a los estudiantes a la idea de vacío y discontinuidad a partir de fenómenos presentes en la naturaleza y relacionados con la experimentación que se ha hecho a lo largo de la implementación, principalmente con el jugo que se ha guardado durante semanas en la botella. Para ellos se abarca el tema de la fermentación y destilación de vinos, pues en el trabajo de los autores, la formación del alcohol o bebidas espirituosas ocupa un lugar de estudio y es por ello por lo que también se le asocia al trabajo de la identificación de las características que muestra la estructura de la materia.

Tabla 6

La discontinuidad para Comprender la Concepción de Vacío

Fase 4	Objetivos	Descripción	Actividades
La discontinuidad para comprender el vacío.	Considerar la existencia del vacío para explicar los fenómenos que se dan en las sustancias.	Este texto consta de tres partes: El alcohol como una forma de vino, la destilación de bebidas y las bebidas carbonatadas.	Lectura: Para determinar que el alcohol existe como una forma del vino.
		Se abre de nuevo la botella y se hace la toma de datos correspondiente, como son los nuevos volúmenes de líquido que quedan en la botella y la reacción que tiene la botella cuando es abierta.	Experimentación: Segunda lectura de la botella.
		Se toman muestras de los dos gases trabajados en volúmenes delimitados.	Experimento demostrativo: Relaciones volumétricas y de masa.

Lectura: Para determinar que el alcohol existe como una forma del vino

En dicha lectura se toma como tema principal la existencia del alcohol y la estructura que tienen los vinos, además incluye un texto sobre las bebidas carbonatadas. Sobre el vino: esta sustancia fue estudiada, separada y ofreció propiedades de densidad, volumen e incluso, presencia de uno de los gases, el vino como líquido *espirituoso* contempla propiedades asociadas al laboratorio llevado al aula que consistía en dejar fermentar una parte de jugo en una botella.

En principio la lectura se trató de la forma en la cual se hicieron comparaciones para comprender que el vino contenía alcohol, o sea, que la fermentación del vino tenía entre uno de sus productos alcohol, esto, haciendo una comparación de densidades⁵, lo cual demuestra que ciertos componentes tienen aquello en común, la conservación y una única densidad asociada a una clase de sustancia.

Para catalogar ciertas sustancias basta con saber sus densidades asociadas. Ahora bien, ¿Y cómo es posible separar el alcohol para su estudio? Allí, en la siguiente parte del texto *La destilación* se muestra el aparato principal con el cual se logró aislar la parte de alcohol del vino, y esto también es debido a su naturaleza, pues al ser una sustancia uniforme, se puede vaporizar y condensar obteniéndose de forma única⁶.

Los estudiantes aluden a las formas en que se puede observar la separación del vino como lo menciona el G4:

“Para poder hablar de las densidades del vino, hay que identificar sus partes, la parte gelatinosa tiene una densidad inferior al de la parte transparente, pero es aún más inferior la del alcohol, su densidad será alta y que esta permanece en el fondo de los fluidos.”

Agrega:

“El vino se compone de distintos aspectos una base gelatinosa donde se encuentra la pulpa de la fruta y una parte superior, donde se encuentra el producto que, al ser fermentado y destilado, va a ser el vino y de la cual se tienen que sacar los “gases” que se producen al interior de la botella.”

Los estudiantes asocian la lectura (*Anexo I-numeral 8.11*) acerca de las observaciones que se hacen sobre el vino a los productos fermentados. Esto contempla que la orientación que se hace en cuanto a la botella de jugo fermentado y las partes discretas que lo componen, son análogas a hablar sobre la fermentación del vino. Por otro lado, los estudiantes mencionan los gases al “interior” de la botella como parte del vino. Las lecturas de la botella y análisis de los estudiantes

⁵ Según lo mencionado en Mémoires de Physique et de Chimie de la Société D’arcueil, y según las experiencias de Mr Gay Lussac para determinar si el alcohol es una forma del vino (Gay- Lussac, 1813, págs. 94-103)

⁶ Historia de la destilación. Iberian Coppers LDA. Recuperado de: [Iberian Coppers | Alambiques de Cobre Artesanales Portugueses \(copper-alembic.com\)](http://IberianCoppers.com)

se verán explicados en el apartado 8.11 en el Anexo I.

La parte experimental estará dada por la segunda lectura de la botella, esta vez los estudiantes no deben recoger gas, pues ya entiende que hay una producción de gas cuando se abre la botella, esto se puede observar en la *imagen 29 Y 30* ubicadas en el *numeral 8.11*, más bien, deben tomar la medida de las partes que en el interior quedan y conforman la bebida carbonatada.

El texto que se encuentra en el *Anexo II, numeral 9.8* tiene algunos de los interrogantes, que vienen a estar relacionados con el experimento visto a lo largo de las sesiones *el jugo fermentado*:

- *¿Qué se puede decir sobre la densidad de las partes que conforman el vino?*
- *Según lo mencionado ¿Cómo explicarías la estructura que compone el vino?*
- *¿Es nuestra botella de jugo añejado una clase de vino? Según lo visto en la experimentación ¿qué podrías decir de la estructura que compone el jugo fermentado?*
- *¿Qué ideas en torno a la estructura y composición de las sustancias se pueden obtener de los experimentos realizados sobre la separación de sustancias?*
- *¿Cómo se evidencia que al interior de la botella con una bebida carbónica hay gas disuelto?*

Sobre la estructura que tiene el vino el G4 hace las siguientes apreciaciones:

“El vino se compone de distintos aspectos una base gelatinosa donde se encuentra la pulpa de la fruta y una parte superior, donde se encuentra el producto que, al ser fermentado y destilado, va a ser el vino y de la cual se tienen que sacar los “gases” que se producen al interior de la botella”

Y de acuerdo con las densidades de los componentes del vino y la separación que demuestran se tiene:

“Que son distintas, el precipitado es más denso que el alcohol por lo cual se posiciona debajo de él creando dos capas distintas. La densidad de diferentes líquidos puede afectar la forma en la que están posicionados en un espacio cerrado, por lo cual, se puede ver una clara diferenciación entre una densidad y otra.”

Sobre lo que sucede en el interior de los fermentados:

“Por qué en un proceso natural, las levaduras consumen el azúcar del líquido por lo cual, crean gas, al tener azúcar y al estar en un lugar cerrado, se crea el gas.”

Sobre el gas que hay en la interior de la botella:

“Ocupaba el espacio superior de la botella o lata, la cual se le deja un espacio en la parte superior en la que se pone el CO₂ y en la cual al abrir éste escapa.”

5.3 Conferencia final: Sobre la discretización y discontinuidad de la materia

Esta conferencia se basa principalmente en el *Anexo II, numeral 8.9* y la lectura *El alcohol como una forma del vino*, con el fin de que los estudiantes encuentren relaciones entre lo trabajado en el aula de clases con la botella de jugo fermentado y lo que vendría a conocerse como discretización y discontinuidad en la materia. En la conferencia es posible hacer relaciones entre cada punto trabajado desde la *Ley de la conservación de la masa* y lo que es el principio de equivalencia, acompañado de la idea de la existencia de proporciones fijas en las masas de las sustancias a combinar para dar una combinación final, también dada en proporciones fijas.

Los estudios hechos por los diversos personajes contribuyen al crecimiento científico en el aspecto de lo que es el comportamiento discreto que muestra la materia, tales son los aportes que hace cada pensador por su cuenta que interviene con la construcción de la idea de partición, de partículas que se comportan en modo definido, las cuales sus masas se mantienen constantes a la hora de formar un compuesto y esto dice que hay una organización en la materia, y esta organización es la que da como resultado que los compuestos mantengan proporciones definidas, que los compuestos finales sean equivalentes con los iniciales, rechazando la idea de transmutación y dejando a la vista un ordenamiento en la parte elemental de las cosas que se conocen.

En la conferencia se destaca que los conocimientos enseñados en la escuela no son realizados por un solo autor, pues a medida que se avanzaba en la implementación los estudiantes tuvieron la oportunidad de conocer, comparar y contrastar las ideas que eran exhibidas por los diversos autores y concebir un discurso que contiene varios aportes importantes y cambios en el pensamiento desde que prevalecían las ideas aristotélicas y alquimistas respecto a la forma en que esta dada la materia, además lo que se puede destacar de los cambios presentados cuando se hace un estudio profundo de los fenómenos que presenta la materia es de notar que la experimentación toma un papel relevante sobre la mera experiencia superficial del mundo y la medición de los cambios que ocurren sobre las sustancias. La idea de que los gases ocupan un espacio y tienen una masa provee herramientas para catalogarlos como parte de las sustancias más simples y las cuales dan una idea de lo más sencillo, de lo mínimo en la naturaleza, de la parte elemental.

En la conferencia se abordaron ideas sobre la extensión de la materia sostenidas por Parménides y Anaxímenes quienes introducen el término *vacío* y explican de que se trata, negándolo o apoyándolo; seguidamente se habla de Demócrito y Leucipo, quienes establecen la idea de lo que sería el átomo, indestructible, sólido e impenetrable; además pensaban que las cosas se componían de partes pequeñas, que no eran posibles de observar a simple vista y además separadas por un espacio vacío. Herón de Alejandría hace un tratado en donde explica que las sustancias en la tierra en sus partes más pequeñas tienen espacios vacíos esparcidos ocupados entre las partículas y con esto yacen las explicaciones sobre como el calor pasa a través de los cuerpos y luz a través de ciertos materiales.

Ahora bien, Aristóteles ocupa un papel fundamental en la historia de las ciencias y considera que los sistemas mecánicos no funcionarían si existiese el vacío, así que lo negaba rotundamente y sus explicaciones sobre el mundo se abordaban sin considerarlo; así mismo, Rene Descartes basado en las ideas aristotélicas estima la existencia de una sustancia que ocupa todo lo que aparentemente se encuentra vacío. Teniendo ideas como las de Aristóteles y Descartes como base habríamos que concluir que *si no existe el vacío entonces los cuerpos son continuos, o sea, la extensión de la materia está siempre ocupada.*

En contraposición a las ideas establecidas por los aristotélicos aparecen las ideas establecidos por Galileo Galilei quién en ascuas de encontrar una explicación para la subida del agua en una bomba de agua, instaura una solución particular para su época, pero que explica el funcionamiento del fenómeno. Considera que en comparación a lo que se creía de que el agua subía porque evitaba que los espacios quedaran vacíos, sucedía más bien, que el agua subía por su propio peso. Un discípulo de Galileo, quién lo acompañó hasta el final de sus días elabora la prueba experimental de lo que pensado por Galileo, es ahí cuando idea que en vez de agua hará uso de un líquido más pesado como el mercurio y establece que no se eleva más allá de cierto nivel por su propio peso y que el metal líquido el cuál ocupa un tubo con la parte superior cerrada dejaría entrever lo que se trata de un espacio vacío sobre su nivel.

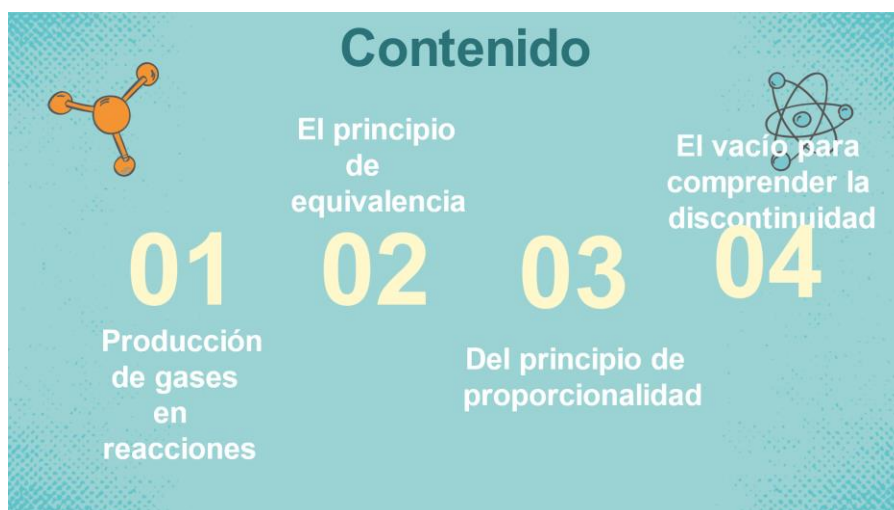
Con los experimentos de Torricelli y las variaciones que realiza sobre su barómetro se demuestra la existencia del vacío en la naturaleza y algunas propiedades que incluso se pueden ver sobre el aire cuando se realizan variaciones en los tubos, allí se observa que los gases puede ser comprimidos como si se pudiera manejar un espacio entre sus partes o partículas.

Sobre lo dicho en la conferencia hasta este punto se pregunta a los estudiantes: ¿Qué experiencias vividas en el aula evidencian que hay un medio vacío en las sustancias? Esta pregunta se hace con el fin de ligar lo hecho en las lecturas y experimentos en el aula con la conferencia que se realiza. Para responderla se les recuerda a los estudiantes los módulos visto en el transcurso de la implementación:

Imagen 17

Conferencia Final

Nota: Está imagen corresponde a la conferencia final y se presentan los temas vistos en el transcurso de la implementación.



Se explica que los cuatro componentes de la implementación contribuyen a hacer las relaciones pertinentes para establecer la discretización y la discontinuidad de la materia en este orden:

Producción de gases en reacciones: Establece la importancia del estudio de los gases para ahondar en las propiedades de las partículas, teniendo como base que los gases corresponden a partes mínimas de materia que, gracias a la labor de Lavoisier, Black, Priestley, Proust, Berthollet, Pierrette, Boyle, Gay Lussac y otros, estudiosos del tema, es posible medir sus pesos y así proponer la idea de una cantidad mínima de materia. La labor experimental con los gases influye en el diseño de nuevos montajes experimentales para estudiar la materia

Uno de los interrogantes para el G3 en el informe de la fermentación de la botella es saber si en efecto nos encontramos con gas de dióxido de carbono y los conduce al siguiente razonamiento a partir de las lecturas participes en la implementación.

“Se sabe teóricamente que el producto de la reacción fue el dióxido de carbono, pero no se pudo evidenciar prácticamente lo antedicho. Para verificarlo, se hubiera tenido que capturar el gas y encender una vela, como lo realizó el físico Joseph Black, para que, si esta se apaga, se compruebe que realmente es CO₂.”

En esta respuesta que los estudiantes encuentran formas de hacer caracterización de los gases conociendo los modos en los cuales los científicos buscaban diferenciarlos.

El principio de equivalencia: Sostiene que sin importar las condiciones en las cuales se desarrolle una reacción la cantidad de compuestos antes y después de una combinación siempre será la misma, esto fue demostrado por Antoine Lavoisier en sus experimentos en los cuales confina los *aires* que se generan producto de diversas reacciones. Allí también se entiende que las sustancias resultantes son el cambio de estructura de las sustancias originales.

Del principio de proporcionalidad: Para proponer los principios de proporcionalidad, en las lecturas se incorporan estudiosos como Louis Proust, Louis Berthollet, y John Dalton quienes elaboran las explicaciones a partir de experimentos, sobre la forma matemática en la cual se combinan los compuestos, de ahí que se organicen los principios sobre los cuales se puede decir la materia se comporta para combinarse en forma discreta. Proust quién en relación con los estudios de las bases y los ácidos y quién atribuye a las masas proporcionales de los cuerpos la forma en la que se combinan los materiales, pues la materia muestra que se parte de una cantidad fija de materia inicial para un elemento en la naturaleza, y los demás elementos se componen de múltiplos de partes fijas de dicha unidad. Así, el estudio de Dalton contempla las sustancias compuestas por partes elementales de materia, las cuales varían sus combinaciones para formar los diferentes compuestos, es así como dos partes fijas múltiples de diferentes sustancias generan diversos compuestos.

El vacío para comprender la discontinuidad: Recogiendo los principios y las experiencias anteriores, que además de medir la masa de los gases, los recoge en volúmenes específicos, y que con la comprensión de reacciones comunes como el fenómeno de *La destilación* e posible ver que además de que la materia se comporta en partes fijas y así se combina, también muestra que los gases pueden estar en medio de materiales líquidos y surgir a partir del calentamiento de un sólido provee el pensamiento de que hay materia presente en medio de las sustancias y que ocupa un espacio allí, por lo cual dicho espacio debe estar vacío y por ende las partículas albergan espacio entre sí.

Recoger cada uno de estos puntos conlleva a entender por qué la estructura de la materia se comporta como partes que están en dadas en proporciones fijas, es por lo que al combinar una cantidad específica y múltiple de cierta sustancia elemental con otra cantidad fija y múltiple de otra sustancia elemental se obtiene la totalidad de un compuesto. Entonces cada elemento en la naturaleza tiene una cantidad fija de materia que corresponde a un múltiplo de una unidad de materia, la más mínima según Proust.

Sobre la visión de los estudiantes acerca de la estructura de la materia después de terminada la implementación encontrará las respuestas en *las conclusiones de las estudiantes destacadas* en el *Anexo I, sección 8.12*.

6 CONCLUSIONES

Al hacer investigación de autores originales se encontró que el contexto científico hace parte de una construcción de experiencias que están detalladas en los libros y que el trabajo para la formulación de una ley o teoría es una organización que recoge los trabajos y análisis de diversos autores. Lo que finiquita en que para establecer los conceptos que se relacionan con las ideas de discretización y discontinuidad es necesario hacer una lectura de varios autores y no solo uno como se suele preconcebir al hacer investigación, esto aporta a tener diversas miradas de un mismo fenómeno y a acercarse a las diferentes explicaciones que dan cabida a una teoría.

Cuando se conocen los variados trabajos que hacen referencia a la estructura de la materia se concreta cuáles son las concepciones iniciales que junto a la experimentación contribuyen a establecer la teoría atómica. Además, si de acercarse a los conceptos que son la base para la formulación de la teoría atómica se trata, es necesario retomar eventos a lo largo de los siglos que fortalecen el desarrollo de la teoría. Pues estos consideran en ocasiones ideas dejadas de lado que aportan a la investigación y a la proyección de las nuevas ideas.

Se concluye en que para comprender las teorías alrededor de la formulación del átomo es necesario hacer una profundización histórica sobre los autores que trabajaron en las experiencias para establecer la estructura discreta y discontinua de la materia. Pues solo así se tendrá una amplia gama de saberes que fortalecen los conceptos a través de los trabajos experimentales y sus respectivos análisis contribuyen a entender de lleno las dificultades en el estudio de la composición de la materia y las causas en común que encontraron los autores y soportó su propio trabajo.

Se encuentra en común que los autores explicaron la teoría sobre la discretización y discontinuidad a partir de los análisis que dieron la combinación y separación de sustancias y que es un rasgo en común en los trabajos, pues las reacciones tuvieron como fin combinar o separar sustancias, lo que permitió percibir que las sustancias se comportan como compuestos que se estructuran en base a la masa de materia que las compone. Así mismo, estos experimentos son los utilizados por los pensadores en diferentes ámbitos y la comparación de resultados exhibe que se establece un patrón de comportamiento en proporciones fijas y múltiples de materia para la combinación o separación de estas.

El trabajo con textos de índole histórico alrededor de la historia de las ciencias que muestran la labor experimental de los diversos pensadores y los análisis sobre tales bases conceptuales promueve que los estudiantes tengan experiencias acertadas con aparatos, pues conocen de primera mano, las causas para darles un uso y cuáles fueron las bases teóricas para establecer los montajes experimentales, con esto los estudiantes se hacen a la idea de diversos laboratorios que luego se llegan a vincular con nuevos experimentos

Los textos trabajados en el aula durante la implementación de la propuesta se sintetizan en base a fuentes primarias y secundarias en donde el trabajo central de interés son las teorías que establecen la estructura de la materia como discontinua y discreta⁷, junto con los textos y dentro de estos también surgen preguntas inmediatas que se pretenden contestar al tiempo con la lectura, esto fomenta la retroalimentación sobre la lectura y la facilidad de extraer un significado, así como fue visto en el aula en donde los estudiantes hacían uso del propio texto para dar sus explicaciones acerca de la estructura de la materia.

Sobre las respuestas dadas por los estudiantes para explicar las temáticas del aula, también hacen alusión a los personajes trabajados en los textos para sostener la teoría que explica los hechos experimentales. De manera que hacen uso de los textos científicos que incorporan los laboratorios y detallados análisis sobre los resultados de los investigadores para explicar las ideas que organizan acerca de la materia, hacer alusión a los estudios históricos aporta una forma crítica y concreta al desarrollo de la teoría por parte de los estudiantes.

Finalmente, los estudiantes basan sus explicaciones acerca de la estructura de la materia en las lecturas llevadas al aula y las relacionan con los experimentos vistos en clase, estiman que la estructura de la materia es discreta y discontinua basándose en las diversas experiencias de clase, apoyadas en los experimentos mostrados en las lecturas y en los análisis hechos por los diversos pensadores.

Las lecturas inmersas en la teoría y basadas en fuentes primarias y secundarias fortalecen la labor investigativa del estudiante, y apoyan las concepciones que se hacen desde la parte experimental e incluso le dan valor al propio experimento, pues sustentan teóricamente los modos de desarrollo de los montajes experimentales y los fines que se pretenden encontrar al ejercer la experiencia. Además, los estudiantes asocian los diversos experimentos a un solo objetivo en común y comprenden que la ciencia o las teorías científicas son una construcción hecha por un grupo de investigadores que en interlocución aportan al trabajo de los demás, aprobando o refutando los resultados y ofreciendo una explicación acertada basada en el mismo experimento.

Llevar al aula un trabajo histórico contenido en lecturas basadas en fuentes primarias sobre la organización de las experiencias y los análisis de diversos autores sobre la composición de la materia, instituyó en que los estudiantes comprendieran que la materia viene dada en partes discretas y discontinuas y además de esto, que puedan ofrecer una explicación basada en las diversas teorías que surgen para explicar la estructura de la materia.

⁷ Son los trabajos contemplados por los autores vistos en el marco teórico. Estos textos los encontrará en el Anexo II.

7 Bibliografía

- Arenzana Hernández, V. (9 de Mayo de 2018). *Aristóteles, Torricelli, Pascal, el horror al vacío y la presión atmosférica*. Obtenido de VicMat: <https://vicmat.com/aristoteles-torricelli-pascal-horror-al-vacio-la-presion-atmosferica/>
- Aristóteles. (IV a.c.). *Física*. (G. R. De Echandía, Trad.) Grecos.
- Asimov, I. (1975). *Breve historia de la química*. Madrid, España: Alianza editorial.
- Bascuñán Blaset, A. (2008). Antoine Lavoisier: El revolucionario. *Educación química. Para quitarle el polvo*, 228-230.
- Brzezinski Prestes, M. E., & Celestino Silva, C. (2010). *Teaching Science with Context*. Kostas Kampourakis, University of Geneva, Switzerland: Springer.
- Bueno, G. (1974). *La metafísica presocrática*. Oviedo: Pentalfa.
- Carmen Minecan, A. M. (2015). Recepción de la física de Aristóteles por Tomás de Aquino: Finitud, necesidad, vacío, unicidad del mundo y eternidad del universo. *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Cebrecos, F. (2014). Descartes: entre la psicología racional y la antropología filosófica. *Persona, Revista de la facultad de psicología*, 11-32.
- Ceroni G., M. (enero/marzo de 2011). Rememorando a Robert Boyle. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 77.
- Obtenido de:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2011000100001
- Conesa Millares, L. (2003). Compleja historia de la formulación de la ley de Boyle. *Didáctica de la ciencias experimentales y sociales*, 37-53.
- Coronado C., G. (04 de septiembre de 2002). Los cuatro elementos. Fundamentación aristotélica según el De generatione et corruptione, II. *Revista Coris*.
- Coronado, G. (1998). Robert Boyle y el Químico Escéptico. Una crítica a la Teoría elementarista. *Revista Filosofía Universitaria Costa Rica*, 473-478.
- Cruz Wilson, L. (Junio de 2003). Hypatia. ¿Cómo ves?, 29.
- Cunningham, R. E. (2009). Historias del vacío: La ingeniería y la nada. *Petrotecnia*, 92-94.
- Dalton, J. (1808). *A new system of chemical philosophy*. Manchester: S. Russell.
- Davy, S. H. (1812). *Elements of Chemical Philosophy*. Londres: Printed for J. Johnson and Co. St. Paul's.
- de la Selva, T. (1993). *Biblioteca Digital del Ilce*. (F. d. Económica, & I. L. Educativa, Edits.) Obtenido de Instituto latinoamericano de la Comunicación Educativa: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/cienc>
- De la Selva, T. (2003). *En donde se aprecian los descubrimientos de sustancias aeriformes y no se percibe lo que se tiene bajo la nariz*. Obtenido de Biblioteca Digital ILCE: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/118/htm/sec_7.htm
- Domínguez Hernández, E. (2013). Historia de la enseñanza de la Química en Nuevo León: Orígenes, tradiciones científicas y socialización del conocimiento. *Historia de la enseñanza de la Química en nuevo León*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Montemorelos México.
- Dulcey Cuta, Y. X. (2017). Los Libros de Texto de Ciencias Naturales y su Articulación con los Estándares Básicos de Competencias en Ciencia Naturales de la Republica de Colombia. *Los libros de texto de Ciencias Naturales y su articulación con los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales de la República de Colombia*. Universidad Nacional

- de la Plata, La plata, Argentina.
- Gay-Lussac, L. J. (1813). Pour déterminer si l'alcool existe tout formé dans le vin . En D. I. D'Arcueil, *Mémoires de Physique et de Chimie* . Paris: Imprimerie de Ve, H. Perronneau, quai des Augustins, n°. 39.
- Grapí Vilumara, P., & Izquierdo, M. (1994). Valoración de la obra de Proust y Berthollet en los textos de química general. *Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 17, 325-341.
- Izquierdo, M., & Grapí, P. (1997). Berthollet's Conception of Chemical Change in context. *Ambix*.
- Klein, U. (2005). Contexts and Limits of Lavoisier's Analytical Plant Chemistry:: Plant Materials and their Classification. *Ambix*, 107-157.
- Lavoisier, A. (1798). Tratado elemental de la Química. *Madrid en la Imprenta real*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Miralles Conesa, L. (2003). Compleja historia de la formulación de la Ley de Boyle. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 37-53.
- Muñoz Bello, R., & Bertomeu Sánchez, J. R. (2003). La historia de la ciencia en los libros de texto: Las hipótesis de Avogadro. *Historia y epistemología de las ciencias*, 148.
- Muñoz Bello, R., & Ramón, y. B. (2003). Historia y epistemología de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 150.
- Peréz, J. R. (16 de Abril de 2005). Evangelista Torricelli. De la bomba de agua a la invención del barómetro. *El Día*.
- Reyes Roncancio, J. D. (2012). La organización de la experiencia y la elaboración de conceptos. Fase inicial de la constitución de los conceptos de átomo e ion. *The organization of the experience and the elaboration of concepts Initial steps*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C. - Colombia.
- Reyes, L. R., & Rodríguez, C. A. (2014). Construcción de la fenomenología de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias. *Tesis de Grado presentada como*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D. C.
- Rodríguez Lozano, Á. (2010). *Ciencias.es.com*. Obtenido de ¿Por qué se forman columnas de burbujas en las copas de champán?: <https://ciencias.es.com/ciencianuestra/2010/01/06/burbujas-en-champan/>
- Roizner, M. (Septiembre de 2007). *Experiencias de Pascal sobre el vacío*. Obtenido de NOXVS XXI: <http://www.scb-icf.net/nodus/contingut/article.php?art=250&rev=35&pub=1#:~:text=2%2D%20Nuevos%20experimentos%20sobre%20el,sin%20dar%20una%20explicaci%C3%B3n%20diferente>.
- Société d'Arcueil, d. I. (1813). *Mémoires de Physique et de Chimie*. París: CHEZ Mme. Ve, H. PERRONNEAU.
- Solana Dueso, J. (2009). El agua como el primer principio: Las razones de Tales de Mileto. (U. d. Barcelona, Ed.) *Convivium*.
- Solaz-Portolès, J. J., & Moreno-Cabo, M. (Agosto de 1997). El espacio vacío y sus implicaciones en la Historia de las Ciencias. *I.B. Camp de Túria. Lliria/ Centre Associat de la U.N.E.D. & B.P.M. de L Eliana.*, 14(2), 195,196.
- Veléz Gómez, D. (2017). Del fuego al oxígeno: Una historia de la Química. *Del fuego al oxígeno: Una historia de la Química*. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- Wisniak, J. (2005). Guillaume Amontons. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 187-195.

8 Anexos I- Tablas de estudio en el aula

Consideraciones de las actividades presentadas a lo largo de la implementación.

Los estudiantes son clasificados en grupos y así mismo trabajarán las preguntas de las lecturas y talleres. Serán designados en la tabla de la siguiente forma: Grupo 1 (G1), Grupo 2 (G2), etc. Y como estudiantes así: Estudiante 1 (E1), Estudiante 2 (E2), etc. Las tablas incorporarán las preguntas.

Fase I

8.1 Lectura I.I

Los gases

La lectura que se hace a continuación se encuentra en el *Anexo II, numeral 9.1* de este trabajo.

Tabla 7

Importancia de los Gases para Estudiar la Materia

Pregunta	Consideraciones hechas por cada grupo	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿Qué importancia adquirió el estudio con gases para entender características de la materia?	<p>G4: Parte de la importancia radica en que por medio del calentamiento de compuestos se produce una liberación, que da paso a la obtención de datos como la pérdida de peso presente cuando se producía liberación de gas o el hecho de que los gases podían reaccionar con materia solida</p> <p>G5: Permitió ampliar el concepto de lo que embarca la materia; las sustancias gaseosas no son solo residuos de reacciones</p>	<p>Los estudiantes concuerdan en que cuando se da la liberación de un gas, esto también se reduce a una pérdida de peso en la reacción, así pues, el gas también pesa, esto también se asocia a tener masa.</p> <p>Además de que los gases no son residuos de las combinaciones, poseen propiedades</p>

	<p>químicas de sólidos y líquidos. Tienen propiedades únicas que permiten, cuando los gases se combinan con otros estados de la materia, <i>pueden</i> producir cambios químicos.</p> <p>G6: Una de las cosas a resaltar fue la pérdida de peso que se daba a la hora de liberar aquel gas. Por otra parte, (<i>refiriéndose a los procesos que se dan sobre el mercurio y el óxido de mercurio</i>) en el momento en que el gas es liberado, se combina con la sustancia separada de este gas como resultante estaría la sustancia original.</p>	<p>únicas que los diferencia de las sustancias presentes antes de la reacción.</p> <p>Es posible que los gases se combinen con otros estados de la materia. Así mismo, que sólidos, líquidos y gaseosos tengan propiedades similares.</p>
--	---	---

Nota: Los estudiantes hacen consideraciones generales acerca de la importancia que tiene el estudio en gases para entender la estructura de la materia.

Observando las respuestas de los estudiantes hacen énfasis en el texto y comparan los procesos que se dan sobre el mercurio cuando es calentado y forma un nuevo compuesto que puede volver a su original haciendo un proceso similar al calentamiento, allí se asocian características de sólidos y líquidos a gases, de modo que, y como expresaban en el aula, los gases al tener características de sólidos y líquidos implica que se pueden analizar como similares, así que, el estudio con gases también permite tener características de los demás materiales.

Tabla 8

Respuestas Lectura Los Gases

Preguntas orientadoras	Respuesta en común	Conclusiones generales de los estudiantes
¿Cómo se pueden obtener algunos gases en la naturaleza?	G2: Los gases se pueden obtener por la combustión, evaporación de líquidos y por las cuevas con minerales.	Los estudiantes coinciden en que algunos procesos naturales como la combustión, evaporación y

	<p>G3: En la naturaleza, los gases se pueden obtener mediante procesos de vaporización o sublimación, cambiando el estado de la materia de cierto cuerpo para convertirlo en gas. Normalmente, esto implica calentarlo a temperaturas altas que alcancen o sobrepasen su punto de ebullición. Además, en su estado natural, los gases se presentan en espacios tales como el aire de la atmósfera, el humo de un volcán, dentro del intestino, entre otros.</p> <p>G4: Parte de la importancia radica en que por medio del calentamiento de compuestos se produce una liberación, que da paso a la obtención de datos como la pérdida de peso presente cuando se producía liberación de gas o el hecho de que los gases podían reaccionar con materia sólida</p>	<p>descomposición son los que originan los gases más comunes en la naturaleza.</p> <p>Además, que en algunas reacciones los compuestos liberan gases y a su vez las reacciones liberan de estos gases.</p>
--	--	--

Nota: Los estudiantes sostienen que hay procesos naturales los cuales son los que facilitan la producción de gases, pero además de esto estiman que la reacción de algunos compuestos hace posible entre otras cosas la producción de gas. Además, y a partir del texto deducen que los gases tienen características asociadas a sólidos y líquidos, con esto es posible estimar que el estudio con gases también ofrecerá propiedades de los diversos materiales.

8.2 Experimento I.I y I.II

Reacciones y comportamiento en la combinación de materiales: Producción de gases

En la siguiente tabla, similar a la de la actividad presentada Experimento I- *Reacciones para la producción de gases*. Observe las respuestas dadas por algunos grupos de estudiantes a partir de los experimentos:

Tabla 7

Experimento Inicial para la Producción de Gases

CARACTERÍSTICAS	VASO 1	VASO 2
	Bicarbonato de sodio + vinagre	Oxígeno activo (vanish) + agua tibia
	RESULTADO 1	RESULTADO 2
	<p>G1: Se apaga la llama de la vela al acercarse a la mezcla.</p> <p>G2: En este experimento lo que sucedió fue que al acercar la vela al gas formado por estos elementos la vela se apagaba instantáneamente y se formó el dióxido de carbono.</p> <p>G3: La mezcla reacciona estrepitosamente, una vez se juntan los dos reactivos. Como producto, se generó una gran cantidad de espuma a tal punto que se desbordó del vaso. Cuando se mete la vela dentro del vaso, podemos observar que se apaga inmediatamente</p> <p>La mezcla de Bicarbonato de Sodio y Vinagre después de un tiempo corto se observa en la <i>Imagen 17</i>.</p>	<p>G1: Se enciende más la vela cuando se acerca a la mezcla.</p> <p>G2: En este experimento lo que sucedió fue que al acercar la vela al gas creado por la mezcla el fuego se avivó.</p> <p>G3: En este caso la mezcla genera una reacción bastante lenta. Al agregar el oxígeno activo se puede observar cómo surgen en el fondo del recipiente burbujas y espuma que tiende a salir. Después de un tiempo, al introducir la vela, se aviva la llama.</p> <p>G6: Muestra agua tibia y oxígeno activo y mezcla de agua tibia con oxígeno activo después de un tiempo <i>Imagen 18</i>.</p>

Nota: La tabla describe las observaciones de los estudiantes en los experimentos de la *Fase I*

Imagen 18*Materiales para Experimento con Gases*

Nota: Profesora en formación durante el experimento, muestra los componentes a mezclar (bicarbonato de sodio + vinagre y, agua tibia + oxígeno activo). Los beakers contienen la muestra final de cada mezcla que se realizó.

En las fotografías tomadas por los estudiantes del Grupo 2 (ver Imagen 17 y 18), muestran las resultantes después de cada una de las reacciones, correspondientes a los dos vasos precipitados al final del experimento. El primer beaker (izquierda) alberga el residuo del oxígeno activo y agua tibia, en tanto, el siguiente beaker (derecha) contiene el residuo de bicarbonato de sodio consumido en el vinagre. Después de la experiencia a los estudiantes se les hace la siguiente pregunta que no se encuentra en el taller, pero cuya respuesta se estima al terminar la experiencia. *Tabla 10.*

Imagen 19*Muestra final de Agua Tibia y Oxígeno Activo***Imagen 20***Muestra final de Vinagre y Bicarbonato de Sodio*

Nota: A la derecha, *Imagen 20*, mezcla de bicarbonato de Sodio con Vinagre, cuando ya es una mezcla heterogénea y uniforme, es de notar como con el tiempo se forman burbujas en la parte superior del beaker. A la izquierda, *Imagen 19*, el producto bicarbonato de sodio y vinagre después de un lapso de tiempo.

Tabla 8*Sobre el Componente de la Muestra Final*

Pregunta referente a la experiencia	Consideraciones durante la muestra experimental	Análisis de los estudiantes para explicar la procedencia de los gases.	Razonamiento sobre las respuestas de los estudiantes.
¿Qué es lo que queda al fondo de la muestra es vinagre? ¿Cómo	El líquido que es resultante en la reacción conserva el olor a vinagre	Estudiante del G3: El modo en que se puede saber si la sustancia que queda al fondo es vinagre, es poniendo la	La respuesta del estudiante otorga a cada sustancia un punto de evaporación y de

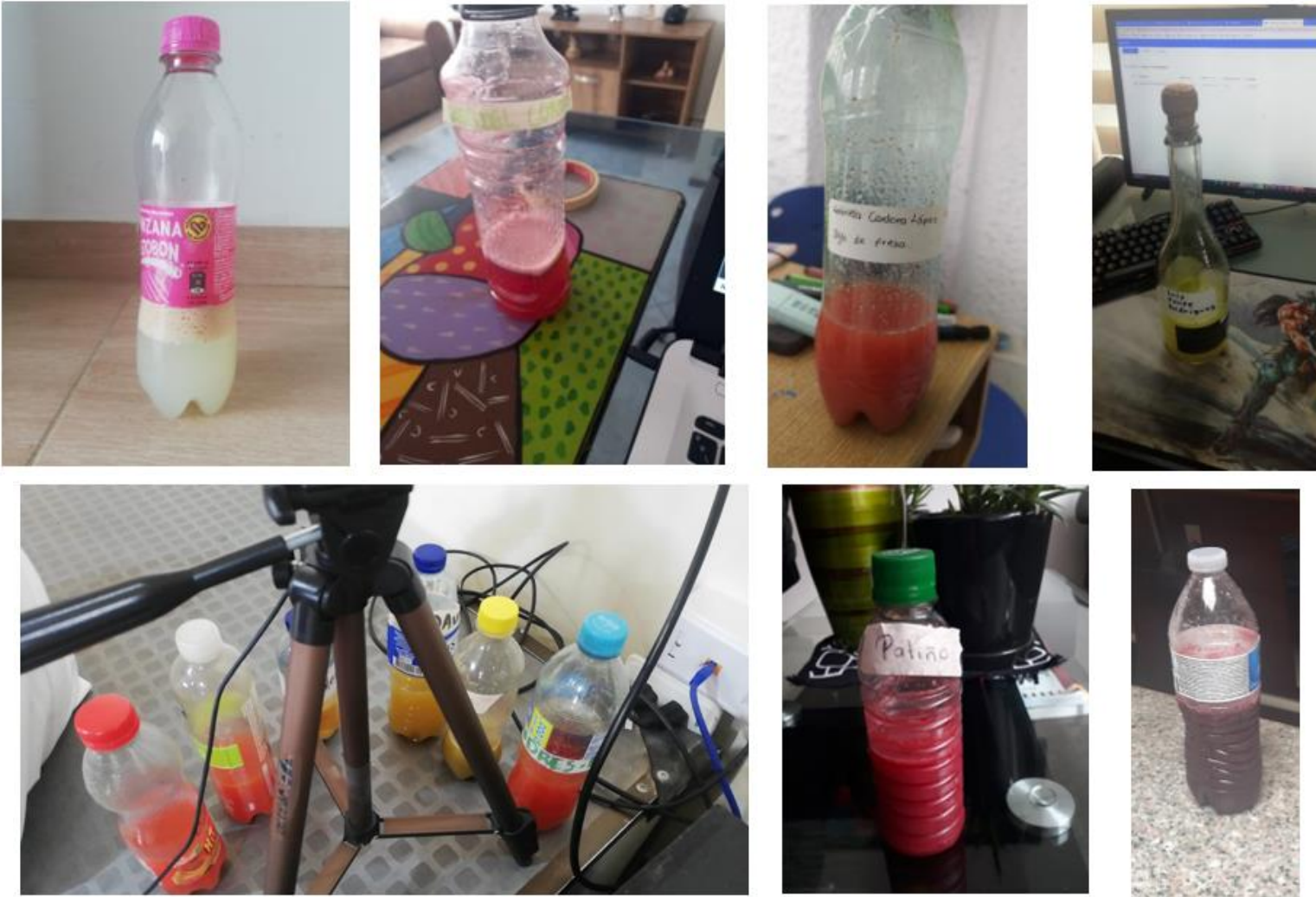
podemos saberlo?	y no tiene muestras de bicarbonato de sodio, entonces se insta a los estudiantes a pensar cuál es el modo para diferenciarlo del propio vinagre.	misma cantidad de vinagre puro en un beaker y el resultante de la muestra y llevarlos a congelar, allí su punto de congelación dirá si se trata de la misma sustancia. Del mismo modo, llevar las sustancias a ebullición.	solidificación diferente, pues contraponen las densidades de las sustancias y así mismo las masas que las componen.
------------------	--	---	---

Nota: Los estudiantes se basan en los experimentos vistos a lo largo del curso de física para dar una explicación a la pregunta, atribuyen a los componentes características termodinámicas que podrían ayudar a explicar cómo comparar la composición de la muestra que se obtuvo en el experimento y el compuesto original de vinagre.

Finalmente, durante la sesión a los estudiantes se les da la instrucción de tomar una botella de plástico y llenarla hasta un punto medio entre un cuarto de la botella y la mitad. La idea es poner un jugo de frutas que pueda fermentarse rápidamente como, por ejemplo: mora, piña, limón y otros. De allí que los estudiantes hayan preparado sus jugos en la casa o los hayan dejado en la institución como se evidencia a continuación.

En la *Imagen 21* se observa que los estudiantes han contenido diferentes clases de jugo en las botellas, los estudiantes han escogido diversas clases de jugo para confinar.

El proceso de almacenar las bebidas azucaradas en botellas dará a futuro un panorama muy general de lo que sucede con la fermentación de bebidas. Así que con los días se realizarán comparaciones en las muestras de jugo.

Imagen 21*Muestra 1 de Jugo de Frutas*

Nota: Diversos tipos de jugo confinados en botellas. Fuente: Profesora Yenifer.

Del mismo modo se evidencia que hay estudiantes que no acatan la solicitud específicamente y esto generó inconvenientes a la hora de estimar resultados en el experimento de la botella; pues, al tener más líquido del descrito y a la hora de abrirse, como en el caso de la *Muestra 7*, podría haber pérdidas de muestra lo que obstaculiza la toma de datos. Se pidió a los estudiantes el uso de un jugo con fácil acidez, con cierta cantidad de azúcar, sin leche, lo cual es contrario a lo que se retrata en la *Muestra 1*. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes estuvieron al tanto de las indicaciones, lo que permite tener un balance general en los resultados obtenidos.

Fase II

8.3 Lectura II.I

Principio de equivalencia

Durante siglos las ideas que correspondían al comportamiento de la materia eran presentadas y expuestas ante grandes públicos por los alquimistas, quienes también se creía tenían dominio sobre los secretos de la naturaleza y podían generar ambientes prácticos en donde se apreciaban fenómenos increíbles, pero con explicaciones razonables. Más adelante y con el fin de brindar esclarecimiento preciso acerca de fenómenos inesperados, que no tenían mayor trascendencia en su definición, surge la contemplación de la materia como medible, esta idea es más que acuñada por Lavoisier y otros científicos (ver *Anexo II- Lectura II.I*), quienes incursionan en la experimentación con las sustancias, mostrando así, que las ideas alquimistas no tenían una base experimental firme que soportara ciertas explicaciones en situaciones específicas.

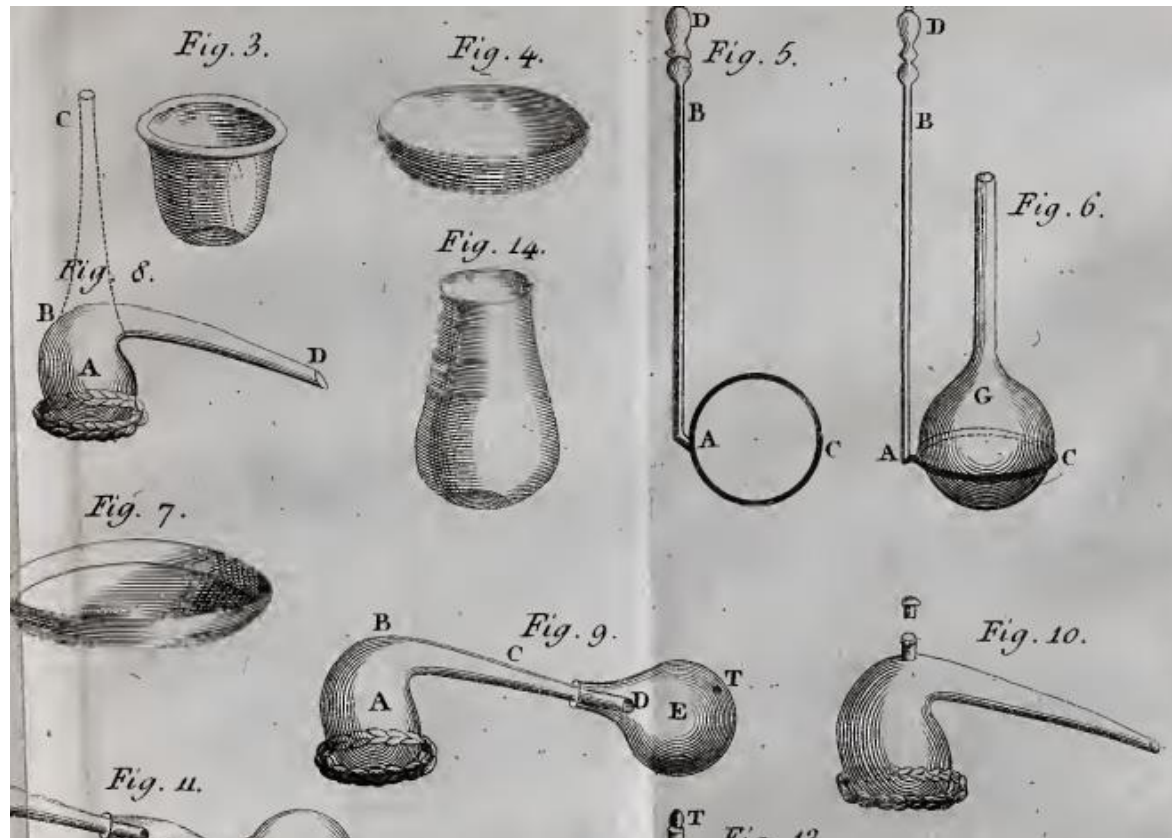
Con la experimentación, el confinamiento y la medición de la masa de las sustancias surgen nuevas ideas de diálogo entre los autores y proposiciones que acompañan a la experimentación con soluciones que manifiestan los diversos comportamientos observados.

En el texto se pretende que los estudiantes tengan indicios sobre las ideas que dan pautas para que pensadores como Antoine Lavoisier se formulen la forma de medir la cantidad de gases presentes en reacciones y así contraponer la idea de la transmutación de los materiales, la aparición mágica de materia o su desaparición y más bien tener en cuenta cada sustancia presente y ser rastreada de otros modos. Se insta entonces a comprender de que se trata la transmutación y a entender el funcionamiento de herramientas propias para la medición de gases mediante la comparación de un aparato original (ver *Anexo I- Tabla 11*).

En la lectura se muestran los aparatos ideados por Lavoisier y se cuestiona a los estudiantes sobre su funcionamiento:

Imagen 22

Aparatos Diseñados para Experimentación



Nota: Aquí se retratan los Marrie Pierrette algunos aparatos y sus variaciones para la confinación de sustancias (Lavoisier, 1798, pág. 287).

En la *Tabla 11* referente a primera pregunta del taller *Ley de la conservación de la materia* se pretende establecer lo entendido por la lectura para los estudiantes, qué explican a partir de lo leído.

Tabla 9

Sobre la variación en los instrumentos

Pregunta referente al texto	Consideraciones hechas por cada grupo	Respuestas divididas	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿Qué función tienen las diferentes variaciones en los instrumentos donde se analizan las sustancias?	<p>G4: Las variaciones en los instrumentos se ven principalmente se usan para pequeñas variaciones en el experimento ya sea más calor o menos sustancia, por lo cual cada pequeña variación necesaria va a necesitar unas condiciones especiales.</p> <p>G7: Las diferencias que tienen los instrumentos son bastante diferentes, pero a la vez muy similares, la función que tienen es comprobar la conservación de la materia de los metales y comprobar que estos tienen una parte de aire cuando este se calienta.</p> <p>G9: En la figura 8 podemos llegar a deducir que este separa los gases menos densos (...) En la figura 10 podemos deducir es para separar diferentes gases.</p>	<p>Vemos que el G8 considera que la figura 8 sirve para separar los gases menos densos, pero no especifican en comparación con qué otro gas o como se utilizarían los elementos. De modo que al igual que la respuesta en donde mencionan que el aparato de la figura 10 sirve para separar diferentes gases, no vemos que haya especificación sobre su funcionamiento.</p>	<p>Es de notar que el G4 tiene en cuenta que las variaciones presentes en un instrumento similar infieren en la cantidad de calor que podría incorporar o en el modo de recolectar la muestra final.</p> <p>El G7 sostiene que la finalidad de estos aparatos es conservar o recoger una cantidad de <i>aire</i> y así mostrar la <i>conservación de la materia</i>.</p>

Es preciso ver que los aparatos anteriormente mostrados reservan su uso para contener sustancias para su posterior calentamiento y entrever la obtención de *aires* que, además, es posible apartar luego mediante aparatos (receptores) que funcionan en unión a la *retorta*⁸ original. Además, los estudiantes asocian las variaciones que sufre el aparato original con un fin específico en la actividad experimental.

⁸ Mencionada en el texto *Lectura II.1 El principio de la conservación de la materia de Lavoisier* (Bascuñán Blaset, 2008, págs. 227-230), se explica que es un aparato similar a una botella, la cual encorva el cuello y cuya boquilla se encuentra a la altura de la base.

Lectura II.I

Lavoisier el Revolucionario

Esta lectura trata de la explicación de los fenómenos hecha por los alquimistas sobre el modo de actuar de la materia cuando se dan reacciones que demuestran un cambio físico. Según el punto de vista alquimista, los materiales podrían presentar cambios aparentes en la masa y en las formas en las cuales se presenta, una transmutación que podría explicar incluso por qué supuestamente mezclar un par de metales genera un metal superficialmente, similar al oro. Lavoisier resuelve mediante el uso de la medida de las propiedades físicas de la materia algunas preguntas hechas en su momento acerca de: ¿A dónde van los diamantes que quemados fantásticamente desaparecen ante la mirada de los espectadores o ¿Por qué parece ser que el agua de la ciudad se vuelve tierra en el camino? En el texto se hace mención del *Pelicano* aparato creado por Lavoisier para determinar lo que pasa antes y después cuando el agua se calienta por días y no presenta un cambio en su composición, pues la masa se conserva; otra muestra de que la materia conserva su estructura es cuando se calienta un metal y se estima, desde una mirada superficial, que su masa aumenta.

El experimento presentado a continuación en la *Tabla 12*, evidencia el principio estipulado por Lavoisier.

Tabla 10

Sobre la transmutación de la materia

Preguntas	Consideraciones hechas por cada grupo	Respuestas divididas	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿Es posible crear materia? ¿Es posible crear un elemento a partir de otro?	E2: De acuerdo con la ley de conservación de la materia de Lavoisier, es posible decir que la materia no se cambia ni se destruye, esta sólo se puede transformar. Actualmente, se puede afirmar que es poco posible la creación de un elemento a partir de otro, ya que estos	Se evidencia que en el G7 los estudiantes relacionan algunos procesos termodinámicos o naturales a los que se pueden llevar los materiales con el aumento o disminución aparente de la masa, lo cual les hace concluir la creación o desaparición de la materia sin tener	En general, los estudiantes niegan la propiedad de la materia para mostrar aumento de su masa por sí mismos. Los estudiantes aluden a la conservación de la materia basándose en los diversos

	<p>son completamente únicos, sin embargo, la creación de compuestos es posible a partir de la combinación de varios elementos.</p> <p>G7: Se puede decir que si, ya que al implementar el proceso a la materia se va a descomponer y se puede iniciar una interacción u observación de que consecuencias tuvo la materia después de exponerla a la combustión, congelación, entre otros procesos.</p>	<p>presentes las condiciones para mostrar que hay conservación de la masa expresados experimentalmente por Lavoisier.</p> <p>Sin embargo, otros grupos concuerdan en que no es posible la creación o desaparición de la masa de acuerdo con el principio de equivalencia de Lavoisier.</p>	<p>experimentos.</p>
--	---	--	----------------------

8.4 Experimento II.I


Aumento aparente de la masa


En esta parte los estudiantes incursionan en una experiencia en dónde como lo veían los alquimistas, en algunos fenómenos de la naturaleza, se evidencia desde la experiencia el aumento aparente de la masa. Disponiendo así de una experiencia similar a las vividas por alquimistas que luego de la mano de las balanzas de precisión es explicada por Lavoisier. En este taller se pretende explorar la visión alquimista, pero a su vez proponer hipótesis sobre lo referente a las cuestiones que podrían dar una explicación al aumento o disminución aparente de la masa.

Allí los diversos grupos tuvieron la oportunidad de realizar el experimento por su cuenta, tomando una esponja de metal (bombrill), sobre una balanza de precisión, y con un encendedor o una pila quemar partes de la esponja. Al final los estudiantes notarán que la masa de la esponja ha cambiado y en el taller a continuación harán sus propias conclusiones.

Tabla 11

Explicación sobre el cambio de la masa

Preguntas	Consideraciones hechas por cada grupo	Evidencias	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
<p>¿Qué podría explicar el cambio de masa del material?</p>	<p>G4: El hecho de que, se quemó y no se eliminó, se transformó en otro estado</p> <p>G6: se transforman las sustancias y estas al interactuar entre si forman nuevos compuestos.</p> <p>G8: El aumento aparente de la masa 0.6 g, fue el producto de la captación de partículas de aire por parte de la esponjilla al ser quemada. Todas las reacciones de combustión necesitan oxígeno</p>	<p>Fotografía tomada por el G6, sobre lo que sucede con la esponjilla quemada:</p> <p>Imagen 23</p> <p><i>Secuencia de Datos</i></p> 	<p>Se encuentran en las respuestas de los estudiantes consideraciones de interés como son que parece que la esponja cambia de estado, que cuando las sustancias interactúan en conjunto forman nuevos compuestos y finalmente que el aumento de la masa que parece tener la esponjilla es debido que esta toma una porción de aire.</p>

<p>¿Qué aspectos muestran que hay aumento de masa en la esponjilla?</p>	<p>G7: La segunda medición de la esponjilla (esta vez quemada) en la balanza marca 2,6 g. Esto es más que la primera medición: 2,0 g. E2: Esponjilla de brillo (bombrill) se pesa en la balanza y da 2,40gr, se estira un poco la esponjilla para que prenda bien, se le prende fuego con un encendedor sobre la balanza, al encenderla aumento de peso 0,02gr a 2,42gr.</p>	 <p>Nota: Secuencia de fotografías tomadas por el G7 de su trabajo experimental. Fuente: Grupo 7.</p>	<p>Los estudiantes encuentran que lo que puede estimar que hay un aumento aparente de la masa es el cambio de la medida que describe la balanza.</p>
<p>¿Qué experiencia se te ocurre que podría determinar si evidentemente hay cambio de masa?</p>	<p>E2: El cambio de masa lo podría determinar la experiencia de encontrar residuos de la combustión debajo de la esponjilla. G8: Confinar el objeto en un</p>		<p>Los grupos determinan que los factores para mostrar el cambio de masa se deben al cambio de la textura del material y que para estimar lo que sucede cuando se quema la esponjilla podría</p>

	<p>espacio cerrado, sin la intervención de factores externos y calentarlo. Si no se demuestra que la materia no se crea. Cualquier aumento o disminución se debe a variables de medio que interactúan</p> <p>G9: Pesar el objeto antes y después de la reacción para evidenciar el cambio.</p>		<p>decretarse cuando se controlan factores externos, así que encerrar el material en un <i>espacio cerrado</i> puede colaborar para establecer que la materia no es creada ni destruida.</p> <p>Sin duda, estimar la masa del objeto antes y después de la muestra es lo que ayuda a comprender los cambios que sufre.</p>
--	--	--	--

Como se observa, las consideraciones que hacen los estudiantes en torno al cambio de la masa en la esponjilla están encaminadas a pensar el principio de la conservación de la materia por el cuál la materia sufre transformación, así pues, se nota que las respuestas de ellos estudiantes comprenden el principio y denotan explicaciones relacionadas para acercarse a una hipótesis que pueda explicar los cambios que sufre la materia. Se muestra además el papel de los objetos de medida, la confinación y los datos de los cambios experimentados, siendo así que el papel de la experimentación toma importancia dentro de los estudiantes para analizar los cambios que presentan los materiales en una reacción.

8.5 Experimento II.II

Ley de la conservación de la materia

En una introducción sobre la equivalencia en los cambios que se dan en la materia, se comentan las cuestiones pertinentes a las explicaciones que se daban para los ciclos naturales en los cuales la masa parecía haber aumentado o disminuido en ciertas circunstancias carecían de comprobación, Lavoisier aborda la experimentación para entender los supuestos comportamientos de la materia, haciendo uso de aparatos que permitían la medición de características propia de muestran los materiales como, volumen, masa, densidad. En el

experimento se mostrará que incluso los cambios que presente la materia no implican que haya un cambio en la cantidad de la masa, o más bien que está presente transmutación.

Tabla 12

Sobre la conservación de la masa después de la experimentación

Preguntas	Consideraciones hechas por cada grupo	Respuestas divididas	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿Es posible crear materia? ¿Es posible crear un elemento a partir de otro?	<p>E2: De acuerdo con la ley de conservación de la materia de Lavoisier, es posible decir que la materia no se cambia ni se destruye, esta sólo se puede transformar. Actualmente, se puede afirmar que es poco posible la creación de un elemento a partir de otro, ya que estos son completamente únicos, sin embargo, la creación de compuestos es posible a partir de la combinación de varios elementos.</p> <p>G7: Se puede decir que si, ya que al implementar el proceso a la materia se va a descomponer y se puede iniciar una interacción u observación de que consecuencias tuvo la materia después de exponerla a la combustión, congelación, entre otros procesos.</p>	<p>Se evidencia que en el G7 los estudiantes relacionan algunos procesos termodinámicos o naturales a los que se pueden llevar los materiales con el aumento o disminución aparente de la masa, lo cual les hace concluir la creación o desaparición de la materia sin tener presentes las condiciones para mostrar que hay conservación de la masa expresados experimentalmente por Lavoisier.</p> <p>Sin embargo, otros grupos concuerdan en que no es posible la creación o desaparición de la masa de acuerdo con el principio de equivalencia de Lavoisier.</p>	<p>En general, los estudiantes niegan la propiedad de la materia para mostrar aumento de su masa por sí misma y entienden que según la ley de la conservación de la materia no es posible que se genere masa o haya un aumento aparente del material sin que nada externo infiera.</p>
¿La cantidad de masa que reacciona es	E2: Sí, se afirma que en toda reacción física (...) existe una conservación de la	El G4 considera que es posible que una pequeña cantidad de masa	Los estudiantes relacionan la ley de la conservación

<p>proporcional a la cantidad de productos que produce?</p>	<p>masa, y aquella masa total que poseen los reactivos equivale a la masa total de los productos obtenidos. Esta ley plantea la importancia de la identidad de cada elemento empleado (...)</p> <p>G4: No necesariamente, puede reaccionar una pequeña parte y dar un gran producto.</p> <p>G10: en una reacción química la masa de los “materiales” que componen la reacción no cambia en el producto final, lo que sucede es que se juntan de manera distinta los átomos que intervinieron dando como resultado un producto nuevo, en el que para su “fabricación” no se creó ni se destruyó materia.</p>	<p>genere una gran cantidad de productos lo que contradice el comentario del E2 sobre la conservación de la masa, la cual siempre es la misma antes y después de la reacción.</p>	<p>de la masa directamente con los compuestos inmiscuidos e incluso se llega a mencionar que contribuye a identificar el <i>elemento(s) asociados</i>. También para el G10: el resultado final de una muestra surge como producto de la reorganización de “átomos”.</p>
<p>¿Podrías interpretar en tus palabras el principio de la conservación de la materia?</p>	<p>G7: Este principio consiste en explicar que la materia se conserva manteniéndose en su peso (...) la masa no se aumenta o disminuye, pero no va a permanecer en el mismo estado físico, como por ejemplo un vaso con agua tiene un volumen determinado y esta es líquida, pero al meterla al refrigerador se convierte en un hielo cambiando su estado físico de líquido a sólido, pero el agua congelada se sigue manteniendo con la misma cantidad de peso.</p>	<p>De parte del G7 hay consideraciones similares con el G8 y G9 respecto al principio de la conservación de la materia.</p> <p>Pero, por otro lado, el G7 hace mención de que los materiales no mantendrán su estado físico refiriéndose a los cambios en los estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso) como por ejemplo el agua, vemos que en las reacciones no necesariamente debe haber un</p>	<p>Los estudiantes estiman a partir del experimento en clase que la materia antes y después de una reacción se conserva, lo que quiere decir que, a pesar de observar cambios físicos en las sustancias involucradas, sus componentes son llevados a reorganización, pero no estiman cambios en su</p>

	<p>G8: (...) se va a mantener la misma masa del final e inicial. Se observa en el experimento de esta manera: los reactivos son el bicarbonato de sodio y el vinagre ya que al unirse reacomodan sus átomos para crear los productos los cuales son el agua y el dióxido de carbono.</p> <p>G9: (...) el peso total de los elementos usados en una reacción va a ser el mismo peso que nos va a dar al final de la reacción, ya que la materia no desaparece ni se pierde (...)</p>	<p>cambio de estado físico para que se den, por ejemplo, la esponja después de quemarse conserva su estado sólido. Es importante anotar que el G7 estima que a pesar de que un material se cometa a cambios de presión y cambie su estado a sólido, líquido o gaseoso conservara la cantidad de masa que tiene.</p>	<p>estructura.</p> <p>La ley de la conservación de la masa puede inferirse al tomar los pesos de los reactivos inicialmente y de los productos, por lo cuál las medidas de las características como la masa es un factor que da cuenta de lo que sucede con la estructura de los materiales.</p>
--	---	---	--

Nota: Los estudiantes, basados en las lecturas sobre la Ley de la conservación de la materia y la negación de la Trasmutación, realizan un experimento que se trata de una reacción entre bicarbonato de sodio y vinagre, confinando los productos que se puedan originar. Teniendo en cuenta el estado de la masa inicial y final de los materiales presentes en la reacción harán las respectivas comparaciones con ayuda de una báscula de precisión. En este caso no se priorizo una cantidad de sustancias específica, lo que se pidió fue hacer los balances lo más preciso posible sobre la masa de cada material vinculado al experimento (globo, botella, cantidad de bicarbonato de sodio y vinagre), pues del mismo modo que hizo Avogadro, determinar si había pérdida de masa o aumento en algunas reacciones como lo sostenían los Alquimistas. Los resultados de los experimentos de los estudiantes fueron los siguientes:

Imagen 24

Experimento conservación de la materia Grupo 8



Nota: A la izquierda, presentación de los materiales de laboratorio por parte del Grupo 8. A la izquierda montaje del experimento. Fuente: Grupo 8.

Imagen 25

Experimento conservación de la materia Grupo 7



Nota: En el experimento se realiza una reacción sobre la balanza. Fuente: Grupo 7.

Imagen 26

Experimento conservación de la materia Grupo 10



Nota: Las apreciaciones hechas por los grupos incluyen la toma de datos de la masa de los materiales. Fuente: Grupo 10.

Del G7 obtenemos los siguientes datos:

“Se pesa la masa del globo desinflado 3,21gr y la masa de la botella pesa 21,18gr; se coloca 1 parte pequeña de bicarbonato en el medidor y se pasa el bicarbonato dentro del globo hasta el fondo, después se coloca el vinagre en el medidor y después se agrega dentro de la botella, se coloca el globo dentro de la botella y se pesa 34,97gr y después se le da la vuelta al globo y se infla y da 34,9gr.”

El G8 hace las siguientes consideraciones sobre lo observado en el experimento:

“Se observa en el experimento de esta manera: los reactivos son el bicarbonato de sodio y el vinagre ya que al unirse reacomodan sus átomos para crear los productos los cuales son el agua y el dióxido de carbono.”

Aquí es de notar que en relación con el peso inicial que hay en la muestra hay un valor aproximado similar al peso tomado en la masa final, además, los estudiantes del G8 estiman una relación entre los reactivos y productos y es que tienen los mismos componentes e incluso lo asocian a una *reacomodación* de las partículas o *átomos* que los integran.

Principio de la proporcionalidad

8.6 Lectura II.II

La Ley de Proust

Este texto muestra algunos de los descubrimientos que hace Joseph Louis Proust y las disputas que tiene con Berthollet en cuanto a las explicaciones que tienen respecto a los cambios que muestra la materia en las reacciones dadas a causa de la combinación y afinidad que presentan los compuestos. Además, presenta los resultados de algunas de sus experimentaciones y explica por qué la materia se junta o se combina en proporciones simples, algo que se puede constatar cuando se mezclan ácidos y bases siempre se necesitan cantidades fijas en las combinaciones para que estas muestren neutralización.

Tabla 13

Principio de proporcionalidad

Pregunta	Consideraciones hechas por cada grupo	Respuestas divididas	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿Cómo explica la neutralización de una muestra el establecimiento de proporciones fijas de los compuestos presentes en la reacción?	<p>G6: para neutralizar una reacción necesitamos cantidades fijas o proporciones. Es decir que entre ácidos y bases haya un balance.</p> <p>G10: Se puede hablar de algún tipo de equilibrio químico, en el que la cantidad de los compuestos que causan la reacción balancean el resultado que se tendrá; entre más parecidas sean las propiedades que ofrece una cantidad, se obtendrá un</p>	<p>El G6 considera que para que se dé la neutralización debe haber un balance en las cantidades fijas que se usarán de ácidos y bases, sin embargo, en el G10 es posible que haya una confusión porque consideran que los compuestos en principio causan la reacción y luego, se balancean.</p>	<p>En general los estudiantes entienden que partes fijas de ácidos y bases se neutralizan, otros consideran que independientemente de su cantidad se balancearán. Es posible observar la contraposición vista entre Proust y Berthollet.</p>

	producto más neutro.		
¿Qué diferencias tenían Proust y Berthollet en tanto la cantidad de los materiales presentes en la obtención de un compuesto?	<p>G4: Proust pensaba que los compuestos estaban dados a proporciones fijas, es decir, siempre se debía aplicar la misma cantidad de proporciones, si por 1 de carbono había 1 de oxígeno debía ser así siempre, en cambio Berthollet pensaba que las proporciones varían según el compuesto y que nada era fijo.</p> <p>G6: Berthollet: no importa la forma en la que se 'combinen' las sustancias esto resultaría en lo mismo.</p> <p>Proust: propone que hay una forma específica en la que se mezclan aquellas sustancias y que esto sí 'podría' alterar el resultado final.</p>		Los estudiantes comprenden lo que decía Proust según el texto y explican que las sustancias se comportaban en partes fijas de materia y así mismo se comportan sus productos; por otro lado, los estudiantes del G6 exponen que Berthollet sostiene que no importaba la cantidad de materia que reacciona si no que, su reacción era a causa de las sustancias que se combinaban.
¿Qué podrías decir de la estructura de los diversos compuestos presentes en la tabla dibujada por John Dalton?	<p>G6: (...) para formar una sustancia compuesta se necesitan 2 o más sustancias simples.</p> <p>G9: Estas estructuras son bastante simples en cuanto a compuestos (...) podemos ver las bases de las futuras</p>	Mientras el G6 considera que para la formación de una sustancia se necesitan más de 2 sustancias elementales, el grupo 10 hace el análisis sobre la tabla hecha por Dalton y	Los estudiantes encuentran que Dalton hace una representación de los elementos y de la forma en la cual se combinan para formar nuevos compuestos. El G9 considera que según la

	<p>estructuras de los elementos.</p> <p>G10: Dalton une ambas teorías: en la tabla se observa cómo, dependiendo de la cantidad y el “equilibrio químico” que buscan naturalmente los compuestos, se forman diferentes elementos.</p>	<p>estima un equilibrio químico por el cuál los compuestos se van a combinar.</p>	<p>tabla de Dalton se forman las bases para las futuras estructuras de los elementos y es así como las ideas de Dalton (y otros) sentaron los principios para comprender la forma en cómo se combinan las sustancias.</p>
--	--	---	---

Los estudiantes entienden la importancia del trabajo de Dalton para entender cómo se combinan las partes elementales y se relacionan formando las estructuras conocidas.

8.7 Experimento II.III

Ley de Proust para identificar la discretización

Este experimento consta del uso de lo ya conocido en la preparación de reacciones, en este caso combinarán proporciones de vinagre y de bicarbonato de sodio, dos sustancias comunes y de cocina, ya conocidas por los estudiantes en experimento anteriores. El propósito es hacer combinaciones de proporciones fijas de volumen de bicarbonato y variar las proporciones de vinagre en múltiplos sencillos del volumen que ocupe el bicarbonato. Se ha recomendado hacer la variación en volúmenes ya que los estudiantes no cuentan con una balanza de precisión en sus casas.

Tabla 14

Experimento para identificar la discretización

Preguntas	Consideraciones hechas por cada grupo	Respuestas divididas	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿La cantidad de masa que reacciona es proporcional a la cantidad de productos que produce?	<p>G4: Si, ya que según la ley de conservación de la materia este seguirá siendo la misma a pesar de que se someta a distintos tipos de experimentos y reacciones químicas.</p> <p>G10: La cantidad de sustancias que se emplean en el experimento afecta el resultante y la dimensión de la reacción, más no la reacción en sí; entre más vinagre más grande era la espuma.</p>	<p>Cuando el G10 comenta que la cantidad de sustancias que se usan no afectan el resultante, pero si la dimensión de la reacción está quitándole importancia a las cantidades, sin embargo, tiene en cuenta las partes para concebir que si aumentan o disminuyen harán variar el producto de la reacción.</p>	<p>Por un lado, los estudiantes tienen en cuenta la ley de la conservación de la materia añadiendo que la materia seguirá siendo la misma siempre y en un modo relacionado con la resultante, relacionan la cantidad de sustancias usadas para dar una reacción.</p>
¿Está cuantizada la cantidad de masa que reacciona para formar el mismo producto?	<p>G4: Según el experimento la cantidad de masa puede ser cuantizada y la mayoría de las veces así es.</p> <p>G10: (...) las sustancias se mezclan a partir de la cantidad que se va mezclando, no el orden. Es decir, el bicarbonato siempre reaccionará de igual manera con el vinagre, pero su reacción cambiará en tamaño a partir de la cantidad de vinagre con el que sea mezclado.</p>	<p>Para el G4: la cantidad de masa si se cuantiza para formar cierto producto, sin embargo, para el G10 el bicarbonato <i>siempre reacciona de igual manera con el vinagre</i> y el tamaño de la reacción solo depende de la cantidad de vinagre que se añade.</p>	

<p>¿Cuál sería la relación más cercana para que se combine el bicarbonato de sodio y reaccione en su totalidad cuando se mezcla con el vinagre?</p>	<p>G4: 1:8 ya que, es una cantidad indicada entre vinagre y bicarbonato para formar una reacción muy buena.</p> <p>G7: Yo diría que la última, la 1:10 ya que se logra apreciar una reacción más grande.</p> <p>G10: A partir de mi entendimiento del experimento, 1: 8 es suficiente. A partir de ahí aumenta la espuma, pero no hay cambios significativos en el resultante de bicarbonato.</p>	<p>Se encuentra diferencia entre los resultados del G4 , G7 y G10 sobre las partes fijas presentes para formar un compuesto que se mezcle en su totalidad.</p>	<p>Tomando nota del G4, G10 y algunos grupos, se establece que las combinaciones fijas más mencionadas, las cuales evidencian que se consume el bicarbonato de sodio en su totalidad son en proporción de 1:7 y 1:8 (bicarbonato y vinagre)</p>
---	---	--	---

8.8 Lectura III.I

Sir Humphry Davy

Allí, para Sir Humphry Davy, los elementos encontrados en la naturaleza se encuentran en cantidades proporcionales de un mismo elemento, el más sencillo, el hidrógeno. Es decir, las cantidades de masa de los demás compuestos serían expresados en cantidades proporcionales al hidrógeno. Así mismo se tendría que, por ejemplo, el oxígeno sería 15 veces la masa de la unidad, y el nitrógeno sería 13 veces esa misma unidad. Así como esta unidad puede ser descrita en términos de masa, del mismo modo se traduce a términos de densidad, pues esta equivalencia puede ser definida en densidades. Los compuestos tendrían cantidades fijas en su combinación y esto conduce al ejemplo de las sustancias que pueden ser producto de la combinación en partes del nitrógeno y oxígeno.

Tabla 15*Relaciones de Masas Elementales*

Pregunta	Consideraciones hechas por los estudiantes	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿A qué conclusión llega Sir Humphry Davy sobre las condiciones en las que se encuentran los elementos de la materia?	G4: La conclusión a la que llega Sir Humphry es que si todas las magnitudes son expresadas en números todas las otras cantidades serán múltiplos de la más pequeña	Los estudiantes establecen que los compuestos se pueden escribir en términos de una unidad elemental.
Según el texto ¿Cómo se da la combinación de sustancias diferentes para la formación de un compuesto?	G4: Siempre hay una relación como por ejemplo en el agua, el hidrogeno y el agua tienen una relación 2:15, así siempre hay una relación y una medida G6: Las cantidades se pueden describir en una proporción mínima.	Los estudiantes establecen a partir de la lectura que las formas de combinación están dadas en partes proporcionales y enteras. Los estudiantes asocian una cantidad mínima de materia.
¿Qué se puede esperar de la combinación de dos sustancias respecto a sus proporciones de combinación?	G4: Cada combinación de sustancias tiene una proporción, y esta proporción determina cual es el material u objeto que se crea, es decir, si hay una proporción de 2: 15 entre hidrogeno y oxígeno, podemos crear agua. G6: Las proporciones de la combinación de algunas sustancias son múltiples.	En este caso los estudiantes estiman que de acuerdo con la proporción de combinación de sustancias se forma cierto compuesto.

Nota: En este caso se consideró el grupo 4.

Los estudiantes infieren que hay cantidades mínimas y elementales, y que las otras sustancias surgen de sus múltiplos. De ahí que existan proporciones de combinación para dar como resultado un material.

8.9 Lectura IV.I

La destilación

Esta lectura consta de tres partes:

- *Para determinar que el alcohol existe como una forma del vino*
- *Destilación de vinos*
- *Sobre las bebidas carbónicas*

El texto en su totalidad muestra el trabajo sobre bebidas a las cuales se les denominó *espirituosas*, las cuales contenían alcohol en su composición. Sobre los vinos se podría ver como una muestra gelatinosa en la parte superior de la bebida, además, contenía una densidad equivalente a la de los alcoholes conocidos. Así también se muestra las formas en las cuales se separa dicho vino y se aísla el que es considerado alcohol. La tercera parte muestra una explicación sobre la producción de bebidas carbonatadas, allí, se hace una asociación entre las clases de bebidas con una cosa en común y es que, si bien no producen el gas dióxido de carbono, al menos es incorporado a la bebida, almacenándose al interior y entre el propio líquido.

Tabla 16

La Destilación

Preguntas	Consideraciones hechas por cada grupo	Análisis sobre las respuestas de los estudiantes
¿Qué se puede decir sobre la densidad de las partes que conforman el vino?	<p>G4: Hay una parte más densa del otro, pero, como mr. Fabroni pensaba en ponerle subcarbonato de potasio, este me mezclaba y creaba una capa gelatinosa en el fondo y la parte encima que tenía una densidad de 0,825.</p> <p>G9: Para poder hablar de las densidades del vino, hay que identificar sus partes, la parte gelatinosa tiene una densidad inferior al de la parte transparente, pero es aún más inferior la del</p>	<p>Los estudiantes dividen las partes del vino a partir de sus densidades, entonces, para ellos las sustancias se diferencian a partir de la masa que ocupan en un volumen determinado. Los componentes del vino terminan siendo sustancias que se diferencian en relación con la masa que tiene y esto determina que parte del compuesto es.</p> <p>De la lectura concluyen que la densidad del vino</p>

	alcohol, su densidad será alta y que esta permanece en el fondo de los fluidos.	siempre será la misma independiente de la cantidad de vino que se almacene.
¿Como explicarías según lo mencionado la estructura que compone el vino?	<p>G3: El vino como tal es un producto de la fermentación y que con la ayuda del carbonato de potasio este podría adquirir una mayor concentración de alcohol, se compone de una parte gelatinosa y una parte (...) de vino.</p> <p>G4: El vino se compone de distintos aspectos una base gelatinosa donde se encuentra la pulpa de la fruta y una parte superior, donde se encuentra el producto que, al ser fermentado y destilado, va a ser el vino y de la cual se tienen que sacar los “gases” que se producen al interior de la botella</p> <p>G9: (...) se compone de una parte gelatinosa y una parte (...) de vino. (...) Aun así podemos ver la aparición del alcohol, su parte gelatinosa y del vino como tal.</p>	<p>Los estudiantes hacen referencia a las partes que resultan al hacer un fermentado, de allí se obtendrá una parte de vino y otra parte gelatinosa. De modo que en el fermento es notable que la composición sufre una separación que a su vez genera nuevos compuestos, de ahí que se encuentre una parte de vino.</p> <p>También se concluye que del mismo fermento se producen otras sustancias además de las que se dividen en partes con una densidad que se conserva.</p>

8.10 Lectura IV.II y Experimento IV.II

Medidas volumétricas en relación con la masa

Inicialmente la actividad está basada en una lectura encontrada en la Biblioteca digital del ILCE en la sección titulada *ciencia*, el volumen III tiene una sección denominada *En dónde se aprecian los descubrimientos de sustancias aeriformes y no se aprecia lo que se tiene bajo la nariz*. Esta lectura es tomada de *Experiments and observations on different kind of air* de *Joseph Priestley (1774)*. En la lectura los estudiantes leen una supuesta experiencia de los encuentros que sostenían los primeros científicos que se interesaron por la composición de los aires, y así mismo las comparaciones propias que dan a cada *aire* descubierto, así que esto consentía tener una clasificación de los gases conocidos y entrever los modos de sus comportamientos, las cantidades que podría haber y de donde se podía obtener.

Esta parte consta de un experimento es realizado por la docente en formación y expuesto al curso, pues contaba de una lenta recolección de datos (puesto que la obtención del oxígeno tomaría más del tiempo estimado para la sesión) y posiblemente tomaría más de la sesión clase para realizarse. Radica en tomar las medidas de dos volúmenes que guardan una relación en común, pues en anteriores conferencias se ha observado que los gases con lo que hemos trabajado con producto de una reacción común, que se da a la hora de respirar, un proceso natural de gas y obtener su densidad, de ahí que se pueda obtener la cantidad de masa de cada uno de los gases almacenados en un volumen determinado de gas. En esta ocasión la docente en formación se encarga de recolectar un par de muestras y así hacer la respectiva estimación y comparación con lo visto en clase con los estudiantes.

Se encuentra dentro de las lecturas trabajadas y la explicación dada a los estudiantes en la explicación que los gases ya trabajados tienen una estructura similar el uno con el otro, puesto que por los procesos de respiración en el ser humano se evidencia que se respira uno y se libera el otro, lo cual también se podría decir que es una reacción con el organismo y que de modo similar con experimentos vistos contempla la conservación de la materia al tener que los gases inmiscuidos en los procesos podrían tener uno la composición del otro.

Según el estudio de Antoine Lavoisier y teniendo en cuenta los estudios del propio Joseph Louis Priestley se tendría que es posible que la respiración guarde la propiedad de que el aire sin flogisto (oxígeno) después de entrar a los pulmones se expulse como un aire fijo (conocido como dióxido de carbono) o aire flogisticado (Bascuñán Blaset, 2008, pág. 228)

Los gases los cuales se van a poner como objeto de comparación son los conocidos por los estudiantes a lo largo del curso, oxígeno y dióxido de carbono y su forma de confinamiento será la ya distinguida que se trata de un globo al cuál previamente se le toma el peso en una báscula.

Los resultados de la prueba experimental quedan descritos en las siguientes tablas.:

Tabla 17

Datos I Masa y Volumen de dos Gases

Datos	Masa 1	Perímetro	Radio	Volumen 1	Densidad
Globo Dióxido de Carbono	0.02 g	24 cm	3.82 cm	233.444 cm ³	0.0000856g/cm ³
Globo oxígeno	0.01g	22.2cm	3.53 cm	184.76 cm ³	0.0000541 g/cm ³

Relaciones de masas:

$$\frac{MCO_2}{mO_2} = \frac{0.0000856g}{0.0000541g} = \frac{1.58}{1}$$

Tabla 18

Datos II Masa y Volumen de dos Gases

Datos	Masa 1	Perímetro	Radio	Volumen 1	Densidad
Globo Dióxido de Carbono	0.04 g	30 cm	4.77 cm	455.94 cm ³	0.0000877g/cm ³
Globo oxígeno	0.02g	27.5cm	4.37 cm	351.19 cm ³	0.0000570 g/cm ³

Relaciones de masas:

$$\frac{MCO_2}{mO_2} = \frac{0.0000877g}{0.0000570g} = \frac{1.53}{1}$$

Dentro de las conclusiones sobre el experimento se encuentra que a volúmenes igual de gases conocidos dióxido de carbono y oxígeno las cantidades de gas de una y otra sustancia y teniendo en cuenta que podrían estar ampliamente relacionado en tanto a sus estructura y hoy conocidos por compartir compuestos, se realiza la comparación de sus masas mostrando que tiene relación en sus masas y que además el dióxido de carbono (que contiene oxígeno) tiene una masa mayor ocupando el mismo espacio que ocuparía únicamente el oxígeno. Teniendo esto claro se lleva a los estudiantes a pensar en el lugar que ocuparía el carbono dentro del gas que lo contiene y a preguntarse porqué un gas de mayor masa y con un compuesto en común puede ser contenido en el mismo volumen que el propio gas en común.

De allí se pretende que las deducciones que hacen los estudiantes concluyan con la posible existencia de un espacio vacío que es la que almacenaría este compuesto en exceso presente en el

gas dióxido de carbono.

Experimento sobre la fermentación de jugos y bebidas carbonatadas

En esta etapa los estudiantes deben tomar cada una de sus botellas con jugo y hacer mediciones respectivas de las densidades que se pueden apreciar en la botella, pues en general en las botellas se forma un precipitado, que se diferencia en color y forma de la parte superior transparente; allí en la parte superior los estudiantes consiguen demarcar una línea y así mismo en la parte inferior. Posteriormente los estudiantes destapan la botella, evidenciando en un globo que se infla la formación de gases dentro de la botella, incluso notando que los gases producidos también provienen del interior de la botella una vez es abierta.

Allí se pide a los estudiantes comparar la medida del líquido que se forma en la parte superior de la botella y el de la parte inferior de la botella con la medida que mostraba la primera vez, hacer la segunda marca, abrir la botella y cuando se establecieran las evidentes densidades en los líquidos al interior de las botellas hacer una tercera demarcación. Finalmente, comparar las medidas y resolver mediante una hipótesis, parece ser que, aunque la botella ha liberado líquido, no hay un cambio aparente en la cantidad del líquido que allí se encuentre ¿En dónde estuvo el gas que de allí salió?

8.11 Apertura de la botella con jugo fermentado

Imagen 27

Antes de la Apertura de la Botella



Nota: Los estudiantes hacen uso de la balanza para estimar los cambios que se dan en la masa de

los compuestos al interior de la botella. Fuente: Grupo 5.

Antes de realizar la primera lectura de las botellas, se observa qué forma tiene cuando han pasado unos días (15 a 20 días) después de cerrada, es notable que toma medidas diversas, es por eso que se toma un momento para hacer la lectura de los volúmenes de las botellas en donde se les pide a los estudiantes marcar el punto en el cuál se ve una notable diferencia en las partes que componen el jugo. Para el G5 las medidas de los volúmenes observados antes y después de abrir la botella varían, sin embargo la masa que contiene el sistema continúa siendo aproximadamente la misma (tomando en cuenta como se ve en la *Imagen 23 y 24*).

Imagen 28

Después de la Apertura de la Botella



Nota: Apertura de la botella y toma de medidas de los posibles cambios de masa.

Además el grupo hace la siguiente precisión sobre los cambios que sufre la composición del jugo:

“La fermentación de este jugo se dio en un entorno carente de oxígeno (..), se considera que la sustancia del experimento se encuentra fermentada ya que uno o más de sus componentes químicos fueron atacados a tal punto de ser modificados.”

Esto hace referencia al hecho de que las partes que en el principio eran la totalidad del jugo ahora, antes de abrir el frasco muestran división y después de abrirlo exhiben que hay un gas en el interior, como también lo especifica el G4:

“Mientras el globo se infla, también podemos ver una reacción que se dio en el líquido de nuestro jugo, (...) se produce una cantidad de espuma/burbujas considerables.”

Los estudiantes encuentran en la fermentación del jugo una reacción la cuál es mostrada por la

aparición de burbuja y que además evidencia la conservación de la materia, teniendo así que la estructura que compone el jugo ha variado y ahora muestra en forma diferente como es la separación del propio líquido en partes y luego la muestra de que hay gas en su interior.

Los resultados a continuación son sobre el proceso que realizó el grupo 4 y que se encuentran constatados en el informe final presentado por el curso. Se valora el hecho de haber mantenido la misma botella con su contenido de jugo adecuado para realizar las experiencias posteriores después de la primera apertura. Los resultados del G4 son ilustrados por lo que se observa en la botella cuando es abierta por segunda vez.

Imagen 29

Antes de la Apertura de la Botella por Segunda Vez



Imagen 30

Apertura de la Botella por Segunda Vez



Nota: A la izquierda, antes de la apertura de la botella, es notable la distinción que se hace entre densidades de sustancia. A la derecha, apertura de la botella en donde se evidencia el gas atrapado al interior.

“Antes de destapar la botella se observan distintas capas del jugo, y podemos notar que la presión de la botella ha aumentado.”

Para la segunda apertura de la botella (que se hace una semana después de la primera lectura) los estudiantes encuentran que nuevamente que registra presión la botella. Antes de la apertura se ha pedido a los estudiantes hacer la medida de los cambios en las relaciones volumétricas que se ven

al interior de la botella como es visto en la siguiente imagen.

Imagen 32

Antes de Apertura de Botella



Imagen 31

Después de Apertura de la Botella



Nota: Se aprecia el antes y el después de la apertura del jugo y se aprecia el gas que surge del interior de la botella.

En la *fotografía 31* es posible observar dos pares de líneas que demarcan las botellas, las líneas *negras* corresponden a la medida tomada de las partes volumétricas que se destacaban antes de la primera apertura de la botella, las líneas *rojas* corresponden a las líneas que demarcan las partes volumétricas visibles después de cerrada la botella. Es de notar que las líneas superiores *negra* y *roja* contemplan una medida similar antes y después de la apertura de la botella, a pesar de haber tenido una pérdida de gas.

“Al momento inmediato de abrir la botella la presión es liberada ya que el gas sale hacia el globo, y también sale el gas que se encontraba en el jugo”

Es posible ver que en la segunda apertura de la botella también hay liberación de gas que se encontraba al interior de la botella y que se siguió produciendo después de los días que fue cerrada de nuevo. También, que la marca hecha para comparar los volúmenes más notables parece estar en

el mismo lugar que la anterior apertura, mostrando que *aparentemente* el gas que se ha liberado en dos ocasiones no ocupaba lugar en la botella.

Sobre la discusión de resultados hechas por los estudiantes del G4 se tiene:

“Se evidencio el proceso de decantación y que se separaron las mezclas. Este procedimiento consiste en la separación del jugo más espeso, al líquido menos espeso (...). Se deja reposar la mezcla en un recipiente de plástico muy bien cerrado y, de esta manera, el componente más pesado (...) -va- hacia la parte baja de la botella y el componente menos denso permanece en la parte superior de la misma. “

Del proceso de decantación el G4 deja evidencia, pues lo descrito en el informe va de la mano con la siguiente fotografía tomada por el grupo. En la *fotografía 21* se puede notar la diferencia entre las partes que componen el jugo, la parte inferior es posible ver la parte más espesa.

A continuación: se encuentran las evidencias que recogen otros grupos en donde se puede destacar cómo el líquido al interior del jugo muestra la separación de sus partes:

Imagen 33

Separación de Densidades



Nota: Comparación entre la separación que muestran dos partes del mismo jugo.

Sobre la diferenciación que se da en la muestra de jugo el grupo 3 muestra que hay separación en las partes que la componen.

“Sin embargo, es curioso notar la presencia de una capa gelatinosa justo encima del agua, lo cual parece azúcar que las bacterias utilizan para fermentar.”

El G3 agrega:

“Al abrir la botella, se liberó el gas dióxido de carbono contenido en el líquido y en el espacio de la botella, inflando el globo.”

Los estudiantes recalcan que que el gas se encuentra al interior del espacio que queda dentro de la botella y el líquido al interior de la botella .

Sobre la conservación de la masa en este caso el G3 menciona:

“Por último, aunque no se midió la masa de la botella después del experimento, se sostiene la

inalterabilidad de esta magnitud, puesto que, atendiendo a la ley de la conservación de la materia de Lavoisier, la masa consumida de los reactivos será igual a la masa de los productos obtenidos.”

Las sustancias son consideradas por las estudiantes discontinuas en tanto se entiende que hay extensiones vacías, entonces, hay partes de gas que ocupan un espacio en la materia, hay *aires* o *gases* en la naturaleza que aparentemente no ocupan espacio en medio de las sustancias, que son liberados de los sólidos, que son contenidos en medio de los líquidos y que surgen como producto de una reacción.

Para concluir, la imagen que los estudiantes se hacen de la estructura de la materia propone que los materiales en su estructura de comportan en partes fijas de materia y entre tales partículas hay un espacio en el que incluso caben otros elementos, como es el caso del carbono, que, junto con el oxígeno presente en las partes de dióxido de carbono, está ocupando espacios similares a los que ocupa la misma cantidad de oxígeno.

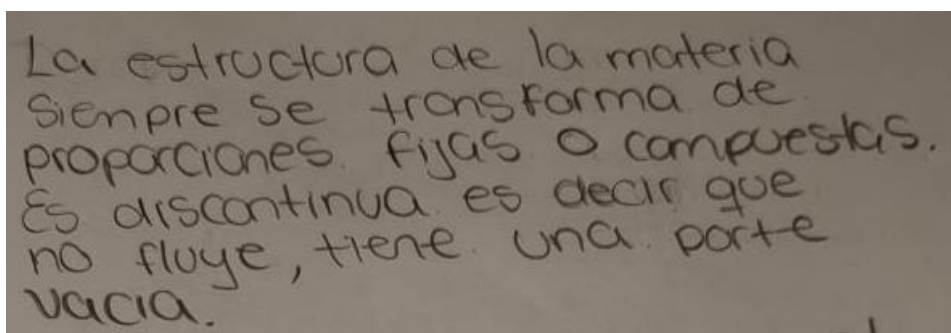
8.12 ¿Cómo comprendemos la estructura de la materia?

Esta es la última pregunta que se le hace a los estudiantes al finalizar la conferencia y la implementación, con la presunción de conocer qué se han llevado de las lecturas y las diversas experiencias que les permite hacer relaciones con la composición de la materia.

En la parte final de la conferencia se les pide a los estudiantes que de forma anónima y a conciencia responda la pregunta:

- ¿Cómo comprendemos la estructura de la materia?

Las respuestas de los estudiantes están orientadas a lo visto en la temática de la implementación:



“La estructura de la materia siempre se transforma de proporciones fijas o compuestas. Es discontinua, es decir que no fluye, tiene una parte vacía”

Aquí el estudiante sintetiza en pocas palabras lo que considera se trata la estructura de la materia, desde la experiencia escribe que se transforma en proporciones fijas y que además de notar esta

característica discreta, es discontinua, o sea tiene vacío.

P: ¿Cómo se comprende la materia?
 R//: La estructura de la materia es lo que compone todo lo que nos rodea basada en átomos y moléculas la cual puede conservarse y comportarse en forma de partícuon, esta tampoco se crea ni se destruye, esta es la que forma absolutamente todo tanto lo que se puede tocar o no, siendo el caso también tiene espacios entre sí en donde influyen los cambios de estado o transformaciones en las cosas, todas las cosas

En la anterior evidencia de respuesta el estudiante describe:

“La estructura de la materia es lo que compone todo lo que nos rodea, basada en átomos y moléculas; la cual puede conservarse y comportarse en forma de partición (...), ésta es la que forma absolutamente todo, tanto lo que se puede tocar o no, siendo el caso también, tiene espacios entre sí (...)

La materia está formada por átomos y moléculas. Es básicamente de lo que todos los objetos están compuestos. La materia según Proust tiene compuestos en proporciones fijas y constantes.

En la anterior descripción el estudiante comenta:

“La materia está formada por átomos y moléculas. Es básicamente de lo que todos los objetos

están compuestos. La materia según Proust tiene compuestos en proporciones fijas y constantes.”

Otro estudiante comenta:

“Después de las clases vistas, he podido entender que la materia está constituida de átomos de los diferentes elementos, estos están por todos lados y en medidas fijas pueden juntarse para crear nueva materia, esta materia no se destruye ni se crea de la nada, esta se transforma, se puede separar o se puede juntar para crear otro tipo de materia, ésta (...) puede estar presente en gases al frente de nuestros ojos”

Del mismo modo otro estudiante menciona:

“(...)los elementos, las moléculas y los átomos podemos inferir (...) que son estructuras en red que manifiestan características de organización.”

Los estudiantes reconocen que la materia está compuesta de elementos y que estos en si tienen separación y están dados en proporciones fijas de masa.

Las respuestas de los estudiantes se orientan las temáticas vistas en clase como La ley de la conservación de la materia y por eso resaltan que *la materia no se crea, ni se destruye*; La ley de las proporciones fijas pues se puede leer que la materia está dada en partes fijas y que así mismo se da su combinación con otras sustancias; y finalmente, que en la materia hay espacio, por lo cual se habla de discontinuidad en los materiales como son sólidos, líquidos y gases.

Se da un valor agregado a la importancia que le dan a los principios de Proust (el autor más mencionado en los escritos) y cabe recordar que en el experimento sobre las proporciones múltiples los estudiantes obtuvieron resultados similares para la combinación de partes de materia, que en ese caso fue 1a parte de bicarbonato de sodio la cual se mezclaba en su totalidad con 7 u 8 partes de materia.

9 Anexos II- Actividades llevadas al aula

9.1 Lectura I -Los gases

Tomado de:

Asimov Isaac, (1975) *Breve historia de la Química*. Madrid, España: Alianza editorial. Pág. 32 a 38.

<https://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2019/03/Isaac-Asimov-Breve-Historia-de-la-Quimica.pdf>

Antes de continuar con el trabajo de la cartilla, lee el artículo titulado: *La divertida historia del descubrimiento del gas de la risa*.

[La divertida historia del descubrimiento del gas de la risa - BBC News Mundo](#)

Dióxido de carbono y el nitrógeno

Antiguamente, no había explicación para los cambios de peso que se daban como cuando por ejemplo se quemaba la madera y sus cenizas eran más livianas, o cuando se quemaba un pedazo de metal, la herrumbre⁹ pesaba más, ¿Cuáles eran las razones para que los materiales adquirieran o perdieran peso? No se tomaba en cuenta esta investigación.

Para poder sumergirse en esta indagación era necesario acercarse al estudio de los gases. Para ello se debían idear formas de confinarlos, de recogerlos, de acercarse a ellos para su exploración.

Stephen Hales (1667-1761), químico inglés, a principios del siglo XVIII, recoge gases sobre el agua, *los vapores formados como resultado de una reacción química pudieron conducirse, a través de un tubo, al interior de un recipiente que se había colocado lleno de agua y boca abajo en una taza con agua. El gas burbujeaba dentro del recipiente, desplazando el agua y forzándola a través del fondo abierto. Al final, Hales obtuvo un recipiente del gas o gases formados en la reacción.* Hales no hizo distinciones entre los gases que confinó, pero brindó una técnica simple para almacenarlos.

Joseph Black (1728-1799) experimentando sobre el dióxido de carbono encontró que calentando una piedra caliza (Carbonato cálcico), este carbonato se ha descompuesto liberando un gas y dejando una sustancia con diferentes características a la original (óxido de calcio). Cuando el gas que fue liberado se combina de nuevo con el óxido de calcio forma la sustancia original (Carbonato cálcico). Este gas que en primera instancia fue liberado al calentar la piedra caliza Black lo ha llamado “aire fijado”, por la razón de que podía ser combinado o fijado para formar una sustancia sólida. Este hecho observado por Joseph Black mereció pensar que los gases que son liberados por sólidos o líquidos también tienen la capacidad de “fijarse” en ellos, produciendo una sustancia nueva. Esto presenta a los gases como otra variedad de la materia que comparte propiedades con

⁹ Producto de quemar metal.

sólidos y líquidos.

Explica: ¿Qué importancia adquirió el estudio con gases para entender características de la materia?

Además, Black dedujo que hay pequeñas cantidades de “aire fijado” o dióxido de carbono en la atmósfera y que la atmósfera estaría compuesta por al menos dos clases de gases, el aire que conocemos y el dióxido de carbono.

Sobre lo ocurrido con el Carbonato cálcico, Joseph Black midió la pérdida de peso que se daba, cuando se producía la liberación del gas, este método para el análisis de fenómenos físicos fue ampliamente trabajado por Lavoisier más adelante, para así poder hacer una cuantización de las reacciones entre materiales.

Black encontró algunas propiedades para el dióxido de carbono como que una vela no podía arder en medio del gas, la explicación es porque el gas que produce la vela tiene dióxido de carbono, pero a su vez hay un aire en el interior que es el que se mantiene en el frasco luego de apagada la vela. Para examinarse esto, uno de sus estudiantes Daniel Rutherford (1749-1819), metió un ratón en un volumen determinado de aire, cuando el ratón murió, dentro del aire estante, se enciende una vela, y cuando esta se apaga, se enciende fosforo en lo que queda, este último aire se pasa a través de un material que absorbe dióxido de carbono, el nuevo aire que quedó después de este proceso, no era capaz de tener un animal vivo en él, y una vela encendida se apagó.



Caricatura titulada *Investigaciones científicas. Nuevos descubrimientos en neumática, o una conferencia experimental sobre los poderes del aire*”, tomado de: [La divertida historia del descubrimiento del gas de la risa - BBC News Mundo](#)

La teoría del flogisto explicaría lo que sucedía y es que a medida que las velas ardían y el ratón respiraba, se producía flogisto que se unía al aire y al dióxido de carbono producto de la respiración y la combustión; y por esa razón era visto que más tarde no se encendía nada en él, ni era respirable, por estas razones a este Rutherford lo llamó “aire flogisticado” o conocido como nitrógeno.

El hidrógeno y el oxígeno

Henry Cavendish (1731-1810) investigó en numerosos campos en las ciencias, pero que no hacía publicaciones de su trabajo, sin embargo, publicó su trabajo con gases. Cavendish se interesó en un gas que yacía cuando algunos metales se combinaban con ácidos. Este gas fue aislado por Boyle, Hales y otros, pero Cavendish es el primero que lo investiga a fondo. Este gas es luego llamado Hidrógeno. Además, Cavendish midió el peso de diversos gases en volúmenes estimados, ósea, encuentra su densidad. Encontrando así que el hidrogeno llega a ser el más ligero descubierto, su densidad vendría a ser la de una catorceava parte del aire. Una de las formas de diferenciar este gas, es que, a diferencia de otros, era altamente inflamable.

Joseph Priestley (1733-1804), *Hacia finales de 1760 se hizo cargo de una parroquia en Leeds, junto a la que, había una cervecería.* La fermentación dada en la fábrica producía dióxido de carbono, que Priestley obtenía en grandes cantidades para realizar sus experimentos. Cuando recogía dióxido de carbono sobre el agua notaba que una parte del gas se mezclaba con ella, dejándole un sabor ácido, esto es lo que en la actualidad se llama agua de soda. Priestley continuó con el estudio de gases, pues solo eran conocidos los tres ya mencionados y el aire respirable. La experiencia con el dióxido de carbono le mostró que también había otros gases que también eran solubles en el agua y para que no se perdieran los recogió sobre mercurio, con este método recogió y les dio nombre a diversos como: amoníaco, cloruro de hidrógeno, y dióxido de azufre.

Priestley hizo su mejor descubrimiento al calentar mercurio, lo que forma un calcinado de color rojizo (óxido de mercurio), este calcinado metido en un tubo y posteriormente expuesto al calor, se volvió otra vez mercurio, pero esta vez, desprendió un gas que tenía propiedades no observadas como que: aquí las velas ardían con más brillo que en el aire normal, una madera encendía producía una viva y más grande llama. Al igual que otros usó la teoría del flogisto para explicar este gas, al final lo llamó “aire desflogisticado” y ahora conocido como oxígeno.

Parecía ser que este “aire desflogisticado” era totalmente lo contrario al “aire flogisticado” conocido, pues mientras que el dióxido de carbono mataba a un ratón en poco tiempo, en el oxígeno parecía que las aves o animales metidos vivían con más actividad. Priestley mismo probó el gas encontrado y dijo sentirse “*ligero y cómodo*”

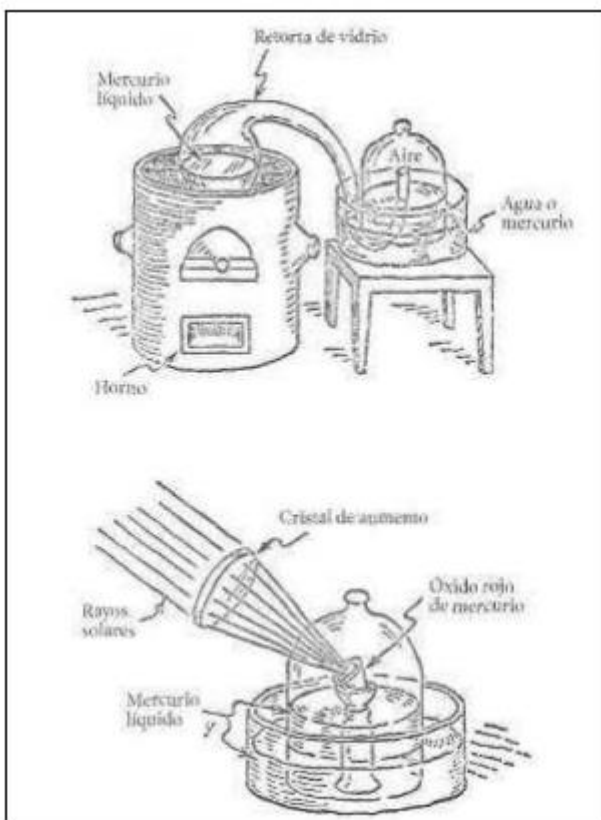


Fig. 7. Los experimentos de Lavoisier fueron ilustrados en sus *Elementos de Química* con dibujos de Mme. Lavoisier.

Tomado de: *Breve historia de la química* de Isaac Asimov. Pág. 39.

Explica: ¿Qué características se le puede asociar a cada uno de los cuatro gases vistos en la lectura?

¿Qué características podrían asociarsele a los gases en general?

9.2 Taller 1- Reacciones y comportamiento en la combinación de materiales: producción de gases

Objetivo general:

- Identificar que algunos gases son producto de una reacción.
- Reconocer algunas características de los diferentes gases.

Material complementario:

Asimov Isaac, (1975) *Breve historia de la Química*. Madrid, España: Alianza editorial. Pág. 32 a 38.

<https://expedicionciencia.org.ar/wp-content/uploads/2019/03/Isaac-Asimov-Breve-Historia-de-la-Quimica.pdf>

Artículo de interés:

[¿Contamina más una vaca o un coche? \(tiempo.com\)](#)

Preguntas orientadoras:

- ¿Cómo se pueden obtener algunos gases en la naturaleza?
- ¿Existen modos de clasificar los gases presentes en la naturaleza?
- ¿La combinación de sustancias origina nuevos compuestos?

Actividad I

Consideraciones de la sesión:

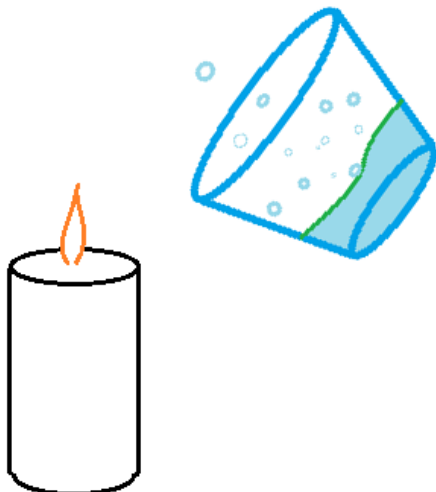
Es necesario guardar evidencia de las siguientes experiencias en vídeo o fotos. Además de resolver y entregar los puntos que se encuentran la final de la guía. Como anexo se pondrán las fotos y vídeos en la entrega del taller.

Objetivo:

Establecer la forma de producción de algunos gases y las características que reflejan qué los diferencia.

Obtener gases como producto de la reacción de compuestos naturales:

Para iniciar la siguiente parte de la estrategia de implementación se insta a los estudiantes a leer el texto con el subtítulo *Los gases* que se localiza en las páginas 32 a 38 del libro *Breve historia de la Química* de Isaac Asimov.



Experimento I:

Materiales:

- a. Bicarbonato de sodio
- b. Agua tibia
- c. Oxígeno activo (Vanish)
- d. Vinagre
- e. 2 Vasos o botellas
- f. Vela o varita de madera
- g. Mechero
- h. Medidor de volumen

Procedimiento:

1. Encender la vela
2. En el primer vaso, poner diez partes de vinagre y una parte de bicarbonato de sodio, de inmediato se dará una reacción y ahora la boca del vaso se pondrá cerca a la llama de la vela (sin regar el líquido dentro del vaso).
3. En el segundo vaso poner tres partes de agua tibia una de oxígeno y tapar si es posible, mezclar un momento.
4. Destapar y pasar la boca del vaso al lado de la vela o meter la vela encendida allí.

¿Qué se produce en cada reacción? Explica.

En el siguiente cuadro hacer una descripción detallada de lo que sucede:

	VASO 1	VASO 2
CARACTERÍSTICAS		
	RESULTADO 1	RESULTADO 2

Sobre la diferenciación de los tipos de gases responde:

- ¿Qué se puede esperar de la composición de los resultantes líquidos de las combinaciones?
- ¿A qué se debe el efecto del gas liberado con el fuego?
- ¿Los gases producidos en cada una de las reacciones son iguales?
- ¿Cómo podrías diferenciar el par de gases?
- ¿Será posible almacenar estos gases? ¿Cómo crees que es posible?

9.3 Lectura II.I- El principio de la conservación de la Materia de Lavoisier

Asimov, I. (2003). *Breve historia de la Química-Introducción a las ideas y conceptos de la Química*. (A. Cruz & M.I. Villena. Trad). New York, Estados Unidos: Doubleday. (Obra original publicada en 1965)

[Asimov Isaac - Breve Historia De La Quimica \(expedicionciencia.org.ar\)](http://expedicionciencia.org.ar)

Bascuñán Blaset, A. (Julio 2008) Antoine Laurent Lavoisier: El revolucionario. Para quitarle el polvo. *Revista Educación Química*. 227-230

[Lavoisier experimentos.pdf](#)

El principio de la conservación de la Materia de Lavoisier

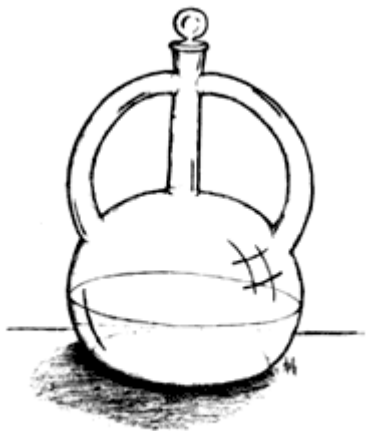
Acerca del calentamiento de algunos materiales el texto *Antoine Laurent Lavoisier: El revolucionario* comenta:

“Dedicaremos los siguientes párrafos a Lavoisier el químico, presentando sus trabajos más conocidos, (...).

Uno de estos trabajos se refiere a la conservación de la materia. Recordemos que en sus obras Bolos de Mendes menciona la transmutación de los metales, señalando al menos tres métodos para hacerlo (Lockemann, 1960: pp. 28-29; Merino, pp. 16-19). Estas ideas se mantuvieron por unos 20 siglos, en parte porque coincidían con la idea de la reencarnación. El sueño de un alquimista era la transmutación del modesto plomo en oro. Otros alquimistas pensaban que el plomo podría sufrir purificaciones sucesivas hasta llegar al oro.

Para los alquimistas: ¿De qué se trataría la transmutación de la materia?

Hubo gobernantes de diferentes tiempos y lugares que prohibieron la práctica de la alquimia e incluso hubo casos en que ordenaron quemar los textos de alquimia, ya que si lograban fabricar oro sus reservas perderían gran parte de su valor. Junto con estos conceptos, y apoyándose quizás en los conceptos de Aristóteles acerca de los elementos químicos y su génesis, surgió entre los alquimistas la idea de la creación y la transmutación de la materia (Taylor, 1954: pp. 18-23 y 31-38). Los alquimistas admitían que se formaba materia, porque en los recipientes en que se hervía agua o se hacían reacciones aparecían residuos en el fondo. Lavoisier decidió aclarar esto. Para ello recurrió a sus balanzas. Midió un volumen de agua y lo colocó en un equipo, previamente pesado. Hizo hervir el agua a reflujo durante 101 días. Finalmente la destiló, la midió y la pesó. No había variado ni en volumen ni en masa. Pesó el matraz que contenía un depósito polvoriento, y obtuvo la misma masa que al inicio del experimento. Demostró que el residuo provenía de las paredes del matraz de vidrio.”



Sobre el dibujo: ¿Podrías explicar la forma en que funcionó el aparato de Lavoisier?

Pelicano de Lavoisier; tomado de: [IV. EN DONDE ARRECIAN LOS DESCUBRIMIENTOS DE SUSTANCIAS AERIFORMES Y NO SE PERCIBE LO QUE SE TIENE](#)

Aparato de Lavoisier. Pelicano.

Otro experimento sobre la conservación de la materia

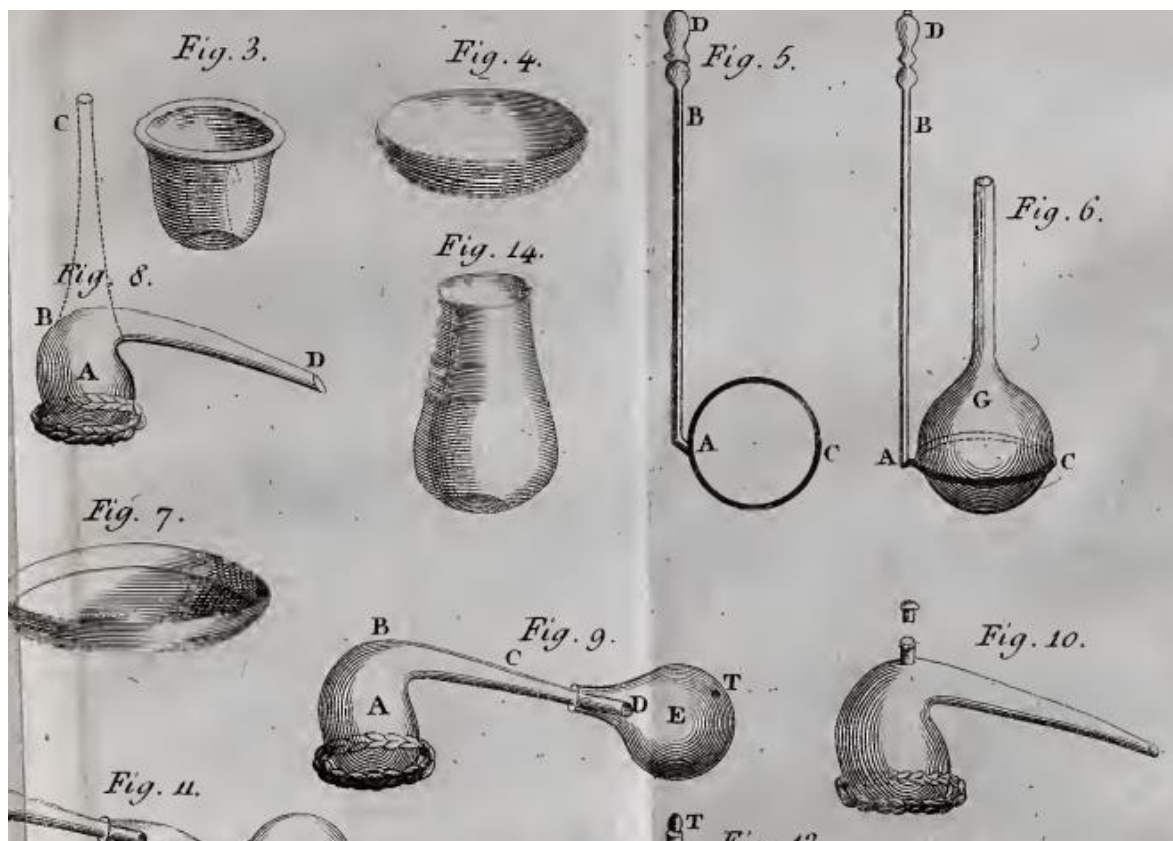
Lavoisier fue informado, en una de sus célebres cenas, por el propio Priestley, de su descubrimiento del “aire flogisticado” (Jaffe, 1949: pp. 105-107).

Priestley puso *polvo rojo de cinabrio* (hoy conocido como óxido de mercurio) en un recipiente tubular (con terminación en forma de tubo) y recogiendo en una cuba neumática¹⁰. Al calentar a alta temperatura el cinabrio a través de rayos de la luz por medio de una lente de aumento de radio de 15 centímetros, vio que se desprendía un gas y además en las paredes del recipiente quedaba un material brillante y plateado, encendió una vela como tenía por costumbre y encontró que su llama era más grande aún de lo normal, además incorporó algunos animales que parecían llenos de vida en ese aire, inhaló este aire y encontró que se sentía en plenitud, así que asumió que era un aire perfecto.

Lavoisier replicó este experimento empleando sus balanzas, para pesar los materiales que iba a usar. Primero tomó una parte de mercurio en una retorta¹¹, luego la calentó en una estufa y observó que aparecía un polvo rojo (el llamado óxido de mercurio), en ese instante también encontró que había descenso del mercurio en la cubeta, calentó el recipiente durante algo más de 12 horas y cuando dejó de haber un cambio en el mercurio, dio por terminada la reacción, allí pesó el sistema y encontró que el mercurio había tomado parte del aire y de este modo se formaba la cal roja. De nuevo ha calentado el polvo rojo resultante y ha encontrado que este desprende mercurio y un gas llamado *aire flogisticado* que en peso corresponden a la parte perdida en el primer experimento. Esto demuestra además de la conservación de la materia que las sales que se forman cuando se calienta un metal tienen una parte de aire y por el contrario no son residuos del metal.

¹⁰ Recipiente creado por Stephen Hales para recoger gases, consiste en una cubeta o cubo en el cual se almacena un líquido y a su vez otro recipiente que será lleno del gas recogido.

¹¹ Recipiente en forma de gota que tiene su apertura en la punta, y dicha punta está al nivel de la base del recipiente. Vasija con su parte angosta inclinada hacia abajo.



Se puede apreciar la retorta en la fig. 8, también el uso de esta con otros recipientes para recoger materiales en fig. 9 y algunas variaciones a la estructura en fig. 10. Tomado de *Tratado elemental de la química. Lámina III.*

Según la lectura realiza una representación de que evidencie una ejemplificación del proceso en el cual se dieron los experimentos anteriormente mencionados.

¿Qué función tienen las diferentes variaciones en los instrumentos donde se analizan las sustancias? ¿Con qué fin crees que se hacen dichas variaciones en cada uno de los instrumentos de las fig. 8, fig. 9 y fig. 10? Explica en cada caso.

9.4 Taller II.I- Ley de la conservación de la masa para identificar la discretización

Objetivo general:

- Establecer que la cantidad que se produce en un gas es proporcional con la cantidad de masa de los reactivos que reaccionan para producirlo.

Objetivos específicos:

- Comprender que la masa de los cuerpos no se crea y que la materia en una reacción se conserva.
- Observar que la reacción de un par de sustancias puede producir un fluido elástico al cual le es medible su masa.
- Establecer proporciones en el resultante de una mezcla.
- Comprender que los gases tienen un peso que ocupa cierta cantidad de espacio.

Material complementario:

Asimov, I. (2003). *Breve historia de la Química-Introducción a las ideas y conceptos de la Química*. (A. Cruz & M.I. Villena. Trad). New York, Estados Unidos: Doubleday. (Obra original publicada en 1965)

[Asimov Isaac - Breve Historia De La Quimica \(expedicionciencia.org.ar\)](http://expedicionciencia.org.ar)

Bascuñán Blaset, A. (Julio 2008) Antoine Laurent Lavoisier: El revolucionario. Para quitarle el polvo. *Revista Educación Química*. 227-230

[Lavoisier experimentos.pdf](#)

Tópico generador:

- *¿Es posible crear materia? ¿Es posible crear un elemento a partir de otro?*
- *¿La cantidad de masa que reacciona es proporcional a la cantidad de productos que produce?*
- *¿Está cuantizada la cantidad de masa que reacciona para formar el mismo producto?*
- *¿Estará la materia dada en partes de masa en el espacio que ocupa?*

Este taller estará dividido en dos momentos:

- *El aumento aparente de la masa*
- *El principio de la conservación de la Materia de Lavoisier*

Actividad**1*****Aumento aparente de la masa*****Objetivo:**

Evidenciar el aumento aparente de la masa en una reacción y hacer las consideraciones que expliquen el fenómeno.

Consideraciones de la sesión:

Tener cuidado con el uso de los materiales, por ejemplo, la esponja suelta filamentos de metal que podrían entrar a los ojos, boca o nariz; y así mismo con la pila y el encendedor. Tomar registro videográfico para anexar al trabajo final.

Experimento 1**Materiales:**

- Balanza
- Esponjilla de brillo (bombril)
- Pila cuadrada o Bricket

Procedimiento:

Pesar alrededor de dos gramos de esponjilla sobre la balanza. Acto seguido prenderle fuego o acercar la pila. Después de que una buena parte de la esponja haya sido quemada verificar su peso. Preguntas:

- ¿Qué podría explicar el cambio en la masa del material?
- ¿Cómo podríamos saber si el material está transmutando?
- ¿Qué aspectos muestran que hay aumento de masa en la esponjilla?
- ¿Qué experiencia se te ocurre que podría determinar si evidentemente hay cambio de masa?

Actividad 2***La conservación de la materia en una reacción*****Objetivo:**

Justificar la conservación de la materia en una reacción para así relacionar y equiparar la cantidad de reactivos con productos y negar la transmutación de la materia.

Consideraciones de la sesión:

En caso de no tener la balanza de cocina, la medición de las sustancias se podrá hacer con el medidor volumétrico.

Otra opción para suplir la balanza de cocina ha de ser un caucho fijo, cuyo cambio en la longitud inicial que evidencie variaciones de peso.

De este experimento se tomará registro fotográfico o videográfico para caracterizar el proceso.

Experimento II

Materiales:

- Frasco de boquilla pequeña. Botella plástica o de vidrio.
- Globo de plástico
- Bicarbonato de sodio
- Vinagre
- Medidor volumétrico (jeringa)
- Balanza de cocina
- Cuerda o hilo

Procedimiento:

1. Pesar la bomba vacía y el frasco, así como también los reactivos (1 parte) bicarbonato y (3 partes de vinagre).
2. Mientras el montaje está sobre la pesa. Poner la cantidad de bicarbonato dentro del globo y poner la cantidad de vinagre dentro de la botella.
3. Sin dejar bicarbonato en la apertura del globo, ponerlo en la boca de la botella. Luego de que todo el montaje esté en la pesa, vaciar el bicarbonato de la bomba en el frasco con vinagre.
4. Observar lo que pasa en la reacción y tomar nota.

Preguntas:

- ¿Qué se puede considerar acerca de la transmutación de la materia?
- ¿Es posible crear materia?
- ¿Podrías interpretar en tus palabras el principio de la conservación de la materia?
- ¿Cómo usarías lo aprendido para explicar el modo por el cual una semilla que se planta se vuelve un árbol?

9.5 Lectura III.I- La ley de Proust

Asimov, I. (2003). *Breve historia de la Química-Introducción a las ideas y conceptos de la Química*. (A. Cruz & M.I. Villena. Trad). New York, Estados Unidos: Doubleday. (Obra original publicada en 1965). Pág. 43.

[Asimov Isaac - Breve Historia De La Quimica \(expedicionciencia.org.ar\)](http://expedicionciencia.org.ar)

Recordar: Resumen de lo que se hace con el aparato de Lavoisier y porque sirve para medir volúmenes de gases.

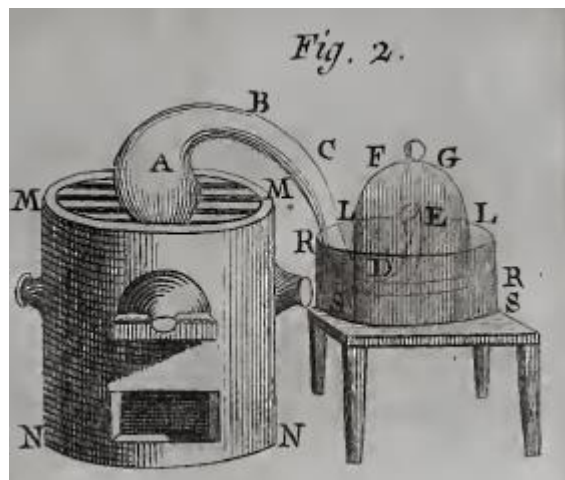
La ley de Proust

Los experimentos de Lavoisier y su trabajo con balanzas abrieron el camino a que otros estudiosos de la época trabajaran de lleno con las reacciones químicas. Unos de los compuestos estudiados fueron los ácidos, que bien rebajados denotaban un sabor amargo y que sobre prendas u otros materiales cambiaban la coloración (en las reacciones que incluyen ácidos con algunos metales se obtiene hidrógeno). Otros fueron las bases que al contrario de los ácidos teñían los materiales de otro color. El trabajo de Jeremías Benjamín Richter comprendió la neutralización que se daba entre ácidos y bases y estudió las composiciones presentes para que se dieran los compuestos neutros. En el producto de la reacción ácido- base se produce una sal así, si *una solución de ácido clorhídrico, fuerte y cáustico se mezcla con la cantidad conveniente de hidróxido sódico, álcali fuerte y cáustico, se transformará en una solución de cloruro sódico, sal común de cocina*. Observó que para llegar a neutralizar un compuesto ácido o de base se requerían cantidades fijas de base o ácido en todas las ocasiones, así pues, existía un peso equivalente, un peso específico de un compuesto, actuaba con un peso fijo de otro compuesto. Y aquí surge una inquietud: *¿Sucede en todas las reacciones que sus compuestos se encuentren en proporciones definidas?*

¿Cómo explica la neutralización de una muestra el establecimiento de proporciones fijas de los compuestos presentes en la reacción?

De otro modo: *¿Según el procedimiento en que se prepare un compuesto varían las proporciones presentes en la reacción?*

Berthollet pensaba que dependiendo de la forma en que se preparara un compuesto variarían las proporciones presentes en este. Por ejemplo, una composición de dos elementos x e y tendría mayor cantidad de x si este era añadido en exceso.



Medición del volumen de un gas bajo la campana EFG a partir del calentamiento de la retorta ABCD que contiene un compuesto. Tomado del *tratado elemental de la química*, lámina IV.

En cambio, Joseph Louis Proust (1754-1826) pensaba que los compuestos estaban dados en proporciones fijas de peso, sin importar su preparación. Esto lo demostró con el carbonato de cobre, que tenía en proporciones definidas carbono y oxígeno sin ser de importancia el modo de obtenerse. *La proporción era siempre de 5,3 partes de cobre por 4 de oxígeno y 1 de carbono.* Hizo una generalización para muchos otros compuestos a partir de sus observaciones experimentales.

¿Qué diferencias tenían Proust y Berthollet en tanto la cantidad de los materiales presentes en la obtención de un compuesto?

La teoría de Dalton

John Dalton (1766-1844) evaluó los razonamientos hechos. Del descubrimiento de dos elementos, concluyó que los elementos pueden combinarse en más de una proporción, y que la variación en las proporciones de combinación ponen a la vista un compuesto diferente.

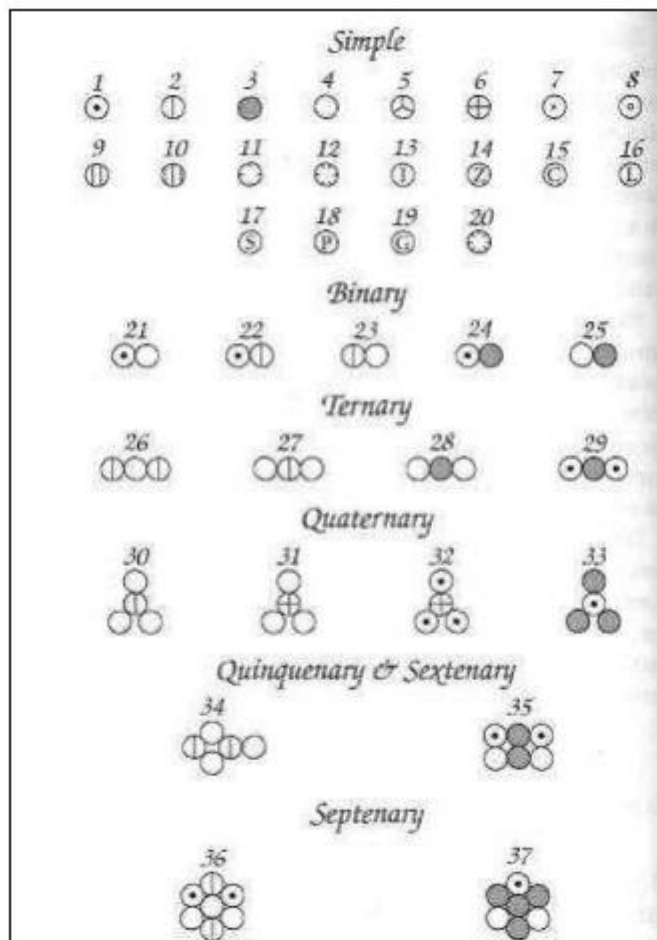


Fig. 9. Símbolos de Dalton para algunos de los elementos y compuestos. Entre ellos, hidrógeno (1); carbono (3); oxígeno (4); cobre (15); plata (17); oro (19); agua (21). Se equivocó con el agua, describiéndola como H_2O en lugar de H_2O ; pero sus fórmulas para el monóxido de carbono (25) y dióxido de carbono (28) eran correctas

Como corrección: Dalton describió el agua como HO en vez de H_2O

¿Qué podrías decir de la estructura de los diversos compuestos presentes en la tabla dibujada por John Dalton?

9.6 Taller III. I-Ley de Proust para identificar la discretización.

Material complementario:

Asimov, I. (2003). *Breve historia de la Química-Introducción a las ideas y conceptos de la Química*. (A. Cruz & M.I. Villena. Trad). New York, Estados Unidos: Doubleday. (Obra original publicada en 1965).

[Asimov Isaac - Breve Historia De La Quimica \(expedicionciencia.org.ar\)](http://expedicionciencia.org.ar)

Bascuñán Blaset, A. (Julio 2008) Antoine Laurent Lavoisier: El revolucionario. Para quitarle el polvo. *Revista Educación Química*. 227-230.

[Lavoisier experimentos.pdf](#)

Preguntas orientadoras:

- *¿La cantidad de masa que reacciona es proporcional a la cantidad de productos que produce?*
- *¿Está cuantizada la cantidad de masa que reacciona para formar el mismo producto?*
- *¿Cuándo se da una reacción, la materia se muestra con variaciones constantes de volumen?*

Objetivo general:

- Establecer la cantidad de sustancia que debe reaccionar para que se consuma en su totalidad y así comprender la ley de las proporciones definidas.

Objetivos específicos:

- Hallar las proporciones en la resultante de una mezcla.
- Variando las proporciones en las combinaciones de las mismas sustancias, encontrar las partes fijas que muestren su combinación precisa.

Experiencia III

Sobre las proporciones de los compuestos para que se dé una reacción

Consideraciones del taller:

Para realizar el montaje experimental si se carece de una balanza (gramera), la medida de las porciones puede ser tomada en forma de volumen, ayúdese con un vaso al cual le pueda dar una

medida unitaria.

Este laboratorio debe contar con registro videográfico y/o fotográfico de cada una de las muestras, así como realizar las debidas conclusiones del taller.

Las medidas que se pondrán en la botella, deben hacerse una vez terminada la reacción.

Nota: Si desea hacer una observación más amplia del experimento:

- Puede tomar los diversos volúmenes de gas que se generen en cada muestra experimental.
- Puede demarcar la botella en medidas de la unidad de volumen que disponga.

Materiales:

- Frasco de boquilla pequeña. Botella plástica o de vidrio.
- Bicarbonato de sodio
- Vinagre
- Medidor volumétrico (jeringa)
- Balanza de cocina o precisa

Procedimiento:

1. Conociendo la reacción de bicarbonato de sodio y vinagre, se empezará a evaluar las cantidades de cada sustancia presentes en la muestra.
2. Se tomarán volúmenes de bicarbonato fijos y se variara la cantidad de vinagre empezando por la relación 1:2 (una de bicarbonato, dos de vinagre), seguido de la 1:2, 1:3, 1:4 y así sucesivamente hasta finalizar con 1:10.
3. Generar la reacción en cada caso y demarcar sobre la botella los productos resultantes.
4. Observar qué sucede con los productos resultantes después de que se dé la reacción. Marcar las medidas finales de los productos en cada muestra.

Preguntas:

- ¿Qué se puede inferir de las combinaciones realizadas?
- ¿Cuál sería la relación más cercana para que se combine el bicarbonato de sodio y reaccione en su totalidad cuando se mezcla con el vinagre?
- ¿Qué nos puede decir esto sobre la forma en cómo se combinan los materiales?

Actividad:

- Realiza una tabla que estime lo que ocurre en cada una de las muestras.

9.7 Lectura III.II- Relaciones de masas elementales en sustancias

Tomado de:

Davy, S. H. (1812). *Elements of chemical philosophy*. London: J. Johnson and CO. St. Paul's. Pág. 112 y 113.

[Elements of Chemical Philosophy.pdf](#)

Para Sir Davy las cantidades de los elementos están dados en proporciones en relación con los otros elementos, de modo que estas magnitudes son expresadas en números y si un número se utiliza para expresar la parte más pequeña de un cuerpo, todas las otras cantidades del mismo cuerpo serán múltiplos de la más pequeña. El elemento más pequeño, el cual contiene su masa mínima en relación con los otros, se considera la unidad y los demás llegan a ser cantidades en relación con la unidad.

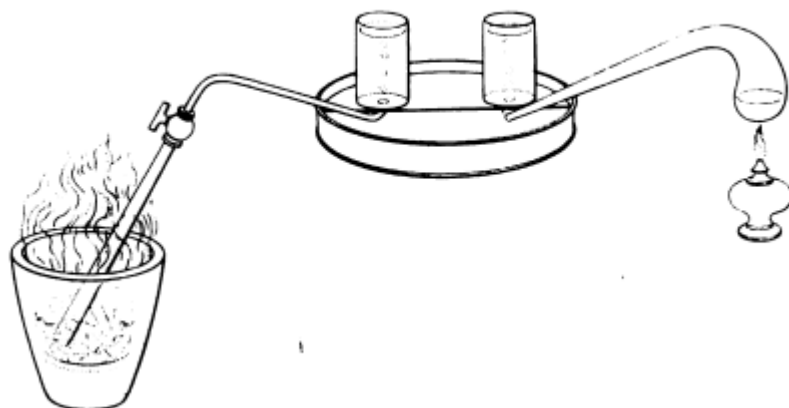
¿A qué conclusión llega Sir Humphry Davy sobre las condiciones en las que se encuentran los elementos de la materia?

El gas de hidrógeno, o llamado también por Davy *gas inflamable*, es la sustancia de la cual se puede encontrar el peso menor en la naturaleza cuando se combina con otras sustancias. El hidrógeno aparece como una de las sustancias que conforma el agua común. La gravedad específica (densidad) es en términos de proporcionalidad de 1 para el hidrógeno a 15 para el oxígeno; y la relación del hidrógeno cuando se denota en el agua es de 2 a 15, entonces se debe entender que en partes de hidrógeno hay 2 mientras que de oxígeno hay 1, esto en el agua.

Vamos a entender entonces, que mientras el hidrógeno es 1, el oxígeno será 15.

El peso de volúmenes iguales de azote (término utilizado para nitrógeno en la época) y oxígeno está cerca de ser 13 a 15, este número llegará a ser la proporción en la cual el azote se combina y se obtienen composiciones como "óxido nitroso" el cual contiene dos partes de nitrógeno (iguales a 26) y una de oxígeno (15); el gas nitroso consiste en una parte de nitrógeno o azote y dos de oxígeno. Y por último el gas nitroso ácido contiene 1 parte de azote y 4 de oxígeno (proporción de 26 a 60 según sus pesos).

Fig. 23.



Formas de recolección de gases. Tomado de: *Elements of Chemical Philosophy* de Humphry Davy. Plate IV.

Según el texto ¿Cómo se da la combinación de sustancias diferentes para la formación de un compuesto?

¿Qué se puede esperar de la combinación de dos sustancias respecto a sus proporciones de combinación?

Realiza una Ilustración de las situaciones expresadas en el texto.

9.8 Lectura IV.I - Para determinar que el alcohol existe como una forma del vino

Tomado de:

M. Gay Lussac (1813) *Mémoires de Physique et de Chimie: Pour déterminer si l'alcool existe tout formé dans le vin*. Francia. Lues à l'Institut, le jer. Pág. 94-96.

[Mémoires de Physique et de Chimie de la.pdf](#)

[Historia De La Destilación | Iberian Coppers Lda \(copper-alembic.com\)](#)

Artículo:

[Cienciaes.com: ¿Por qué se forman columnas de burbujas en las copas de champán? | Podcasts de Ciencia](#)

Para determinar que el alcohol existe como una forma de vino

En 1788 Mr. Fabroni afirma que no existe el alcohol en el vino y que mediante la destilación este no se produce, para esto mezcla el vino con carbonato de potasio en polvo, lo cual genera una precipitación en el recipiente dejando al descubierto una parte gelatinosa que se sobrepone sobre la otra que toma el color del vino, pero que él no considerada como alcohol. Más adelante, Mr. Brande operando con la destilación encontró que el alcohol se encontraba en un volumen de 20 centésimas y que su densidad era de 0.825 respecto al agua de cuando se encontraba a una temperatura de 150.5 °c ; ahora bien, cuando al vino se le añadía subcarbonato de potasio, este se concentraba en mayor medida en la parte inferior de la botella y sobre la capa, se formaba la sustancia gelatinosa que cuando se mezclaba con el producto de la destilación, o sea, se aumentaba la parte gelatinosa en alguna medida, la combinación conservaba su densidad, 0.825, así que se contemplaba la idea de que se trataba de alcohol también.

Responde:

¿Qué se puede decir sobre la densidad de las partes que conforman el vino?

Según lo mencionado ¿Como explicarías la estructura que compone el vino?

Si el precipitado y el alcohol evidencian separación ¿Qué se puede decir de sus densidades?

¿Es nuestra botella de jugo añejado una clase de vino? Según lo visto en la experimentación ¿qué podrías decir de la estructura que compone el jugo fermentado?

Destilación de vinos

Las civilizaciones de casi todas las partes del mundo pronto desarrollaron algunas bebidas alcohólicas. En el año 800 a.C., los chinos destilaron una bebida de arroz. Aparentemente, los romanos produjeron una bebida destilada, a pesar de no encontrarse referencias escritas anteriores al año 100 d.C. La producción de bebidas espirituosas¹² a través de la destilación remonta en Gran Bretaña, en el periodo anterior a la conquista romana. Portugal, España,

¹² Bebidas que contienen el proceso de la destilación, alcoholes.

Francia y el resto de los países del oeste europeo muy probablemente produjeran bebidas espirituosas, pero de forma limitada, después de tener contacto con los árabes.

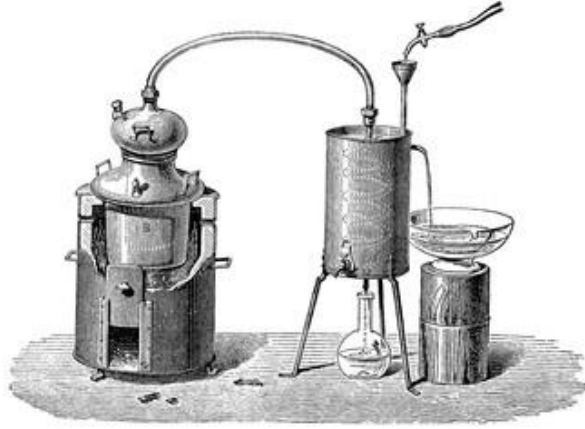
En el siglo X, se considera que Ibn Yasid crea el alambique, un sistema que funciona como máquina para la destilación de fermentados. *Las primeras bebidas alcohólicas destiladas eran hechas de sustancias a base de azúcar*, se usaron uvas y la miel para hacer brandy. En el siglo XI se integra al destilador un tubo en forma de espiral, que funcionó como un excelente tubo de enfriamiento.

En los siglos XIV y XV, al largo de las invasiones turcas en Europa, emprendidas en nombre de Ala, fueron dejadas por los turcos muchas costumbres, tradiciones y secretos en los países por ellos cruzados. Entre estos secretos estaba la destilación. El "Al-ambiq" o alambique, y la fabricación de "al-koh'l" o alcohol en breve se volverá bien conocido en el mundo cristiano. La expansión de estos conocimientos fomentó la destilación en Europa, mediante el alambique se descubren las bebidas espirituosas, las cuales se pensó que eran el elixir de la vida. Al llamado *elixir de la vida* se le atribuyeron propiedades curativas ya que dejaba un sentimiento de bienestar y relajación en quienes las consumían.



Desde ese momento se estimuló el consumo de bebidas espirituosas en ambientes sociales, y esto ocasionó la aparición de otras bebidas en diversos lugares, como por ejemplo: *el Palinka de Hungría, el Schnapps de Alemania, la Grappa de Italia, el coñac y Eau de Vie de Francia, el Whisky de la Escocia y de Irlanda, Aguardiente de Portugal, el Tequila de Méjico, (...) el Vodka de Polonia y de Rusia, todas ellas consideradas 'Aqua Vitae' o 'elixir de la vida'.* *Gradualmente, el alambique fue mejorando.*

En 1526, Paracelsus, usó por primera vez el "Baño María", llamado *balneum Mariae* por los alquimistas. Esta técnica impedía que se diera una apertura en el recipiente en cuanto se calentaba *y estabilizaba la temperatura de los líquidos.* El sistema que proporcionaba enfriamiento al vapor mejoró. El tubo en espiral estaba dentro de recipientes que contenían agua fría, esto permitía la condensación del gas que pasaba por el tubo.



Responde:

¿Cuál es el objetivo de calentar la muestra de vino? Y ¿Cuál es la idea de poner agua fría en el alambique?

¿Qué ideas en torno a la estructura y composición de las sustancias se pueden obtener de los experimentos realizados sobre la separación de sustancias?

Explica el funcionamiento del alambique según la imagen.

Sobre las bebidas carbónicas

Existen una clase de bebidas que hoy días son denominadas carbónicas: el champán, la cerveza, gaseosas y jugos fermentados se hallan en este grupo. Se debe su nombre a que en el interior de las bebidas se encuentra una cantidad de gas de dióxido de carbono disuelto, un tipo de gas que es comúnmente conocido por ser el que liberamos en la respiración. Este gas es formado de modo natural por la acción de algunas levaduras que consumen los azúcares del líquido original, de allí que se genere alcohol y el gas. En la industria también se introduce el gas de modo artificial: *el líquido se introduce en la lata de refresco o en la botella sin llenarla por completo, en la parte superior se deja un pequeño espacio cargado con dióxido de carbono a presión y luego el recipiente es cerrado herméticamente*, el gas que se encuentra en la parte superior de la botella y el gas que está disuelto en el líquido tienen un equilibrio de presión, de ahí que haya gas en el líquido y gas mezclado con el aire en la superficie de la botella. Cuando se abre la botella el gas situado en la parte superior de la escapa y el desequilibrio de presiones evidencia la formación burbujas en el interior del gas.

¿Son las bebidas carbónicas una clase de vino? ¿Porqué?

¿Cómo se evidencia que al interior de la botella con una bebida carbónica hay gas disuelto?

¿Qué lugar ocupaba este gas antes de la apertura de la botella?

Según los experimentos con jugo en fermentación los cambios que denota la altura del líquido de la botella, antes y después de ser abierta ¿Qué podrías decir sobre el espacio que ocupa el gas?

9.9 Taller IV.I -Medidas volumétricas en relación con la masa

Objetivos:

- Comprender que los diversos gases tienen un peso específico.
- Relacionar que una porción de gas en un volumen determinado es similar a otro en el mismo volumen y hacer algunas consideraciones sobre el espacio que ocupan.

Experimentos con el aire:

Para trabajar con la naturaleza de los gases se buscó el modo de trabajar con los gases más sencillos encontrados y sobre los cuales surgían dudas, como el aire que respiramos.

Antes de iniciar la actividad experimental, está será apoyada con una lectura encontrada en la Biblioteca digital del ILCE en la sección de ciencia, el volumen III tiene una sección titulada *En dónde se aprecian los descubrimientos de sustancias aeriformes y no se aprecia lo que se tiene bajo la nariz*. Esta lectura es tomada de *Experiments and observations on different kind of air* de Joseph Priestley (1774).

[IV. EN DONDE ARRECIAN LOS DESCUBRIMIENTOS DE SUSTANCIAS AERIFORMES Y NO SE PERCIBE LO QUE SE TIENE BAJO LA NARIZ. Y EN DONDE SE VE QUE UN SIGLO DESPUÉS DE LOS PRINCIPIA SE ENUNCIA UNA LEY FUNDAMENTAL Y NACE LA QUÍMICA \(ilce.edu.mx\)](http://ilce.edu.mx)

—Comprobé —siguió diciendo Priestley— que no se embebe¹ en el agua. No me sorprendió, desde Hales sabemos que muchísimas sustancias sólidas despiden aire al ser fuertemente calentadas. Pero lo que me sorprendió más allá de lo que pueda expresar es que una vela arde en ese aire con vigor; brillantez y tamaño aumentados. Fue un movimiento instintivo, tenía la vela encendida a un lado y miles de veces he introducido velas para descubrir la presencia de aire fijo o de aire flogisado, o de aire nitroso o aire muriático... y cuando esperaba que se apagaría, ¡oh sorpresa, oh destello! Estaba, estoy emocionado. Inmediatamente me dispuse a preparar más y más aire a partir del calx de mercurio; esa noche no dormí. Inserté una brasa en otro frasco del gas, y vi que echaba chispas y crepitaba exactamente como el papel impregnado de solución de salitre cuando se quema. La brasa se consumió rapidísimamente. En otro frasco con el gas, introduje un alambre de hierro al rojo, destelló y se puso al rojo-blanco como poseído de un espíritu.

Priestley calló y apoyó la cabeza en las manos. Todos aguardaban en expectante silencio.

—Han de saber —continuó— que entonces me puse a preparar varias jaulas para atrapar ratones. Hasta el momento he podido hacer una sola prueba preliminar con uno de ellos. Para mi sorpresa, el ratón pareció animarse y permaneció activo más del doble de tiempo de lo que suelen permanecer en el mismo volumen de aire común. Entonces, me arriesgué e inhalé un poco yo mismo y me sorprendí porque me sentí muy bien. ¡Qué pueda estar

ocurriendo, no lo sé!

—Entonces —intervino Maréchal con sorna imperceptible—, usted parece haber obtenido a partir de un calx ¡el pábulo de la vida!

—¿Y ha continuado con sus experimentaciones? —preguntó María Ana lanzando un mirada enojada en dirección de Maréchal—.



Figura 20. Ampolla de vidrio en la que hacía saltar chispas eléctricas Cavendish.

—No, desgraciadamente se ha agotado el lote que tenía de *mercurium calcinatum per se*, y no deseo fabricarlo yo mismo con el poco mercurio que tengo y que utilizo para sello en las cubas neumáticas. Pensamos comprar aquí en París una buen cantidad para continuar; sobre todo para comprobar el efecto de este aire en los ratones, y verificar más allá de toda duda si viven más en el gas que en el aire común.

—¿Está usted seguro, reverendo Priestley, de que el calx empleado era puro? —preguntó Lavoisier—.

—Lo estoy, razonablemente. Esa es una de las razones de haber venido a París a comprarlo. Tener la certidumbre de que utilizo el compuesto puro. Por otra parte, he repetido el experimento con litargo y obtenido el mismo resultado, desprendimiento de un gas que aviva las llamas, pero el experimento es más difícil por más lento. Además, tengo el escrúpulo de que pudiera tratarse del mismo aire nitroso²² que he descubierto hace tiempo y que también aviva la llama, aunque... de un modo distinto.

Las últimas palabras de Priestley desencadenaron un recuerdo en Lavoisier. Hacía cosa

de un mes había recibido una carta de un tal Scheele, de Suecia, con el extraño requerimiento de que tratara de calentar álcali suave de plata²³ con ayuda de una lente. El remitente decía no haber podido hacerse de una, por lo que le rogaba que realizara el experimento, absorbiera el aire fijo resultante en agua de cal y viera si en el aire que aún quedaba ardía o no una vela.

En ese momento, un ligero roce de la mano de María Ana sobre su manga de seda hizo volver a Lavoisier a la realidad circundante.

—¿Y tiene usted en mente una teoría que explique lo ocurrido? —preguntó con una voz en la que sólo María Ana percibió tensión y expectación—.

—Bueno, no soy teórico —dijo el ministro con una sonrisa de modestia—, pero de acuerdo con Stahl —replicó inocente—, una vela al arder da flogisto y se apaga cuando el ámbito que la rodea se satura de él. Entonces, he pensado que el aire ordinario soporta la combustión porque sólo está parcialmente saturado de flogisto y está por así decir en posición de absorber más. Las sustancias combustibles arden en el aire común con flama moderada. En este nuevo aire, la flama es vívida, mucho más, oh sí, mucho más. (...)

Hizo ademán Priestley de buscar dónde anotar y con qué, y María Ana, siempre preparada, pensó que tenía enfrente un sabio despistado, por lo que hizo una seña discreta al mesero, quien como por encanto produjo un tintero con su pluma de ganso y un pliego de papel, salvando así la blancura amenazada del mantel. Priestley escribió:

Aire flogisticado = aire + f

Aire deflogisticado = aire -f

Lavoisier; sereno asintió con la cabeza. Maréchal intervino comentando.

—¿Qué cosas de la ciencia! ¿Cuál espíritu angélico le hizo tomar la vela e introducirla en el frasco?

—Le digo, yo no tenía una finalidad concreta al hacer este experimento y realmente no esperaba mucho de él. Si no hubiera ocurrido que tenía enfrente la vela, quizá jamás hubiera hecho la prueba. Más se debe a lo que llamamos el azar que a cualquier designio o teoría anticipada.

Lavoisier volvió a asentir con gravedad y la conversación se generalizó hacia las políticas científicas de los reinos; al poco rato, el secretario de la Academia se levantó anunciando que ya era muy tarde, que se retiraba, con lo que desencadenó la desbandada de los invitados. Al despedirse, Lavoisier recordó al ministro y al marqués que los esperaba al día siguiente para que visitaran su laboratorio (...)

Materiales:

- Vinagre
- Bicarbonato de sodio
- Botella plástica o vidrio , erlemeyer.
- Globos
- Oxígeno activo

Consideraciones de la sesión:

Tomar la mayor cantidad de datos como sea posible. Hacer registro fotográfico y/o videográfico.

Dióxido de carbono a partir de mezcla de sal y vinagre:**Procedimiento:**

Pesar el globo que se va a utilizar. Hacer la preparación con la cual se permite recoger el gas dióxido de carbono. Tomar una medida volumétrica V para el globo.

Oxígeno a partir de oxígeno activo y agua caliente:**Procedimiento:**

Hacer la preparación que permite recoger oxígeno y en un globo recoger un

Actividad:

En una tabla registrar los datos tomados y hacer las comparaciones entre las masas de cada uno de los gases que se recoge.

- ¿Cuál de los dos volúmenes de gas contiene más masa?
- ¿Se podría decir que en una de las dos muestras un gas contiene al otro? Si es así ¿Cómo?
- ¿Qué significa que un volumen V tenga una masa determinada M y que en un mismo volumen V se halle un gas de composición similar con una masa m mayor a M ?
- ¿Qué podrías decir sobre el espacio que ocupa el componente extra del gas dióxido de carbono en su muestra de volumen?

9.10 Lectura IV.II- El espacio vacío implica discontinuidad

Tomado de:

Solaz Portolès (1997) *El espacio vacío y su implicación en la historia de la ciencia*. Valencia, España: I.B. Camp de Túria. Lliria/ Centre Associate de la U.N.E.D. Pág 194-196.

[Dialnet-ElEspacioVacioYSusImplicacionesEnLaHistoriaDeLaCie-5165335 \(3\).pdf](#)
4q3 8 (educacion.es)

Ciencia Griega

Durante el siglo VI a. C. vivió Anaxímenes quien fuera el primer filósofo que introdujo el concepto de espacio. Vivió durante la primera mitad del siglo VI a.C. Sostuvo que todo provenía del vapor y que la materia tenía formas diversas debido a los procesos de rarefacción y condensación. A su consideración quedaba que lo que hacía una materia diferente a otra era su concentración en un espacio delimitado. A finales del siglo VI a.C. existió Parménides quién dudo de la posibilidad del vacío, más bien, afirmó que *existía la plenitud absoluta del ser, materia o elemento fundamental de la cual el mundo está hecho*. A diferencia de Anaxímenes pensó que el espacio en todo momento debía estar lleno.

El primer científico en postular la constitución atómica de la materia se llamaba Leucipo, quien en la segunda mitad del siglo V a.C. pensaba que la materia primaria era sólida, indestructible, inmóvil y poseída de la absoluta plenitud del Ser¹³. Además, de acuerdo con sus ideas, la materia existía en forma de partículas pequeñísimas que no podían ser percibidas por nuestros sentidos. Estas partículas, los átomos, eran infinitas en número e impenetrables, y estaban separadas entre sí por vacío. Todas las cosas perceptibles eran meramente el efecto sobre nuestros sentidos de átomos de diferentes formas y tamaños, agrupados de múltiples formas.

Leucipo discípulo de Demócrito. Se basó en dos conjeturas para la explicación del mundo: *átomos indivisibles (...)* y *vacío*. Según su explicación, los átomos se mueven rápidamente en el vacío y se chocan entre sí. Los átomos que tienen más peso se mueven más lentamente y su forma concentrada deja ver sustancias más pesadas en el mundo. Éstos forman los principales elementos de la naturaleza (fuego, aire, agua, tierra).

Responde:

¿Cuáles son las diferencias entre los razonamientos de Anaxímenes, Parménides y Leucipo? Organice un cuadro comparativo de estas ideas.

Las ideas de Aristóteles (384-322 a.C.) recogen la negación a la existencia del espacio vacío, y se basa en ciertos razonamientos: para darse el movimiento en los objetos debía haber la *acción de un*

¹³ Ser: lo que existe, lo material, el todo.

*motor*¹⁴ y una resistencia en el medio en el que se encuentran, resistencia que depende de la densidad del espacio, que frena el impulso del móvil¹⁵. Si no existiera tal resistencia, o sea, un medio vacío, el objeto no pasaría y *el móvil adquiriría una velocidad infinita, lo que no tiene sentido*. Al no existir el vacío, lo material no tiene como naturaleza los átomos. En segundo lugar, los efectos en los cuales un cuerpo vuela en el cielo explican que el vuelo se da porque el aire va con el cuerpo evitando que se origine vacío, por ende, todo el espacio debía estar lleno de materia que funciona como trasmisora de efectos físicos.

Representa lo que quiso decir Aristóteles con el ejemplo del cuerpo que vuela y explica tu representación.

Epicuro (340-270 a.C.) dio su propio punto de vista a la propuesta hecha por Demócrito. Recalcó que átomos de diferentes elementos tendrían pesos distintos, especificó que las diferencias de peso se evidenciaban en la velocidad de la caída de los cuerpos en un medio similar.

En el prefacio de la Neumática de Herón de Alejandría (siglo I a.C.) se relatan un conjunto de experimentos sobre el vacío que se atribuyen a Estratón (287 y 269 a.C.). Sostuvo que, en todas las sustancias, a excepción del diamante, había espacios vacíos esparcidos entre las partículas. Uso la teoría de la discontinuidad para explicar fenómenos físicos, lo que podría explicar porque la luz y el calor atraviesan el agua y otros materiales.

Según el texto:

**¿Qué posturas daban una explicación a la continuidad o discontinuidad de los materiales?
¿Cómo se argumentaba cada postura?**

El renacimiento y el siglo XVII

Entre otros como Giambattista Benedetti, Giordano Bruno negaron la existencia del vacío aristotélico. Galileo Galilei (1564-1642) también negó las ideas aristotélicas de que los cuerpos con más masa cayeran más pronto que los de menos masa. Precisa que es en el vacío en donde se estudiarán las relaciones peso, volumen y movimiento. Como esto comprendía dificultades, idealizó condiciones experimentales para sus trabajos. Concluye que, sin importar la masa de los cuerpos, estos caerían al mismo tiempo desde una altura igual en el vacío. Se entiende que Galileo es quien elabora el primer vacío artificial, para ello usó un cilindro cerrado totalmente, y un pistón.

¹⁴ Motor: Cuerpo que impulsa a otro.

¹⁵ Móvil: Cuerpo en movimiento.

¿Cómo entiende Galileo generó vacío con un pistón y un cilindro cerrado? Haz un dibujo. Ahora sumerge la taza de la alberca en el agua y sácala boca abajo. ¿Qué sucede? ¿A qué se debe que a pesar tener la taza al límite no pueda ser sacada?

Compara las dos experiencias.

Galileo también conocía un fenómeno que no se explicaba en las bombas de agua y es que, el agua no elevaba su altura por encima de los 10,5 m, por lo general, el fenómeno era explicado como que la naturaleza tiene horror al vacío, pero Galileo lo explica diciendo que es el límite de la fuerza del vacío. Más adelante Torricelli, elaborando su conocido barómetro establece que sobre la columna de mercurio se forma vacío y que incluso el espacio que ocupe el vacío variará con la altura del propio barómetro.

Presenta una situación en donde puedas explicar la existencia del vacío.
