

¿AIRE O AIRES?

UNA REFLEXIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO QUÍMICO DEL AIRE.

AUTOR

KAREN LORENA GUTIÉRREZ BELTRÁN

Especialización en Docencia de las Ciencias Naturales para Nivel Básico

Departamento de Física

Universidad Pedagógica Nacional

2021

¿AIRE O AIRES?

UNA REFLEXIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO QUÍMICO DEL AIRE.

AUTOR

Karen Lorena Gutiérrez Beltrán

Asesores

Sandra Sandoval Osorio

José Francisco Malagón Sánchez

Juan Alberto Aldana González

Especialización en Docencia de las Ciencias Naturales para Nivel Básico

Departamento de Física

Universidad Pedagógica Nacional

2021

En memoria de mi abuelo. Un hombre que disfrutaba de las cosas sencillas de la vida, que maravillaba con sus historias a todo el que estuviera dispuesto a escuchar, que desde las bases humildes de un país en guerra construyó laboriosamente junto con la viejita un futuro para sus hijos, sobrinos, nietos y todo el que pudo ayudar.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y mis hermanas por ser el motor y la brújula de vida, a mi abuelo que, iniciando este camino, decidió que el emprendería el suyo pero que sé que me acompaña cada momento de mi vida y por supuesto a mi abuela y a toda mi familia por ser el farol que ilumina mi camino.

A la familia Dávila Diaz por recordarme que existe el amor desinteresado por otros y particularmente a David, mi compañero de vida quien fue el que me empujó a esta aventura.

A mi amada Universidad Pedagógica Nacional y sus maestros que desde sus diferencias siguen formando en mi un espíritu curioso y comprometido con la realidad de un país en crisis. Particularmente a los profesores Sandra Sandoval, Juan Aldana y Francisco Malagón quienes me acompañaron y guiaron en este camino.

A mis compañeras Mafe, Paula, Dennix y Gina que durante el último año han sido un brazo fuerte que me sostiene en esta dura travesía.

Y a mis estudiantes por regalarme la ilusión de un mejor mundo para todos y particularmente a los grados décimo por quienes esto fuese posible.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO.....	10
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. General.....	14
1.2.2. Específicos	14
2. CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS.....	15
2.1. DEL AIRE A LOS AIRES.....	15
2.2. ANÁLISIS DE TEXTOS	21
2.2.2. Comportamiento de una llama	22
2.2.3. Reactividad.....	25
2.2.4. Solubilidad	29
2.3. DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS	31
2.3.1. Experiencias Prácticas Desarrolladas.....	33
2.3.2. El Experimento en la Clase de Ciencias.....	37
3. TRABAJO DE AULA	39
3.1. PRESENTACIÓN DISEÑO: DEL AIRE A LOS AIRES.....	40
3.2. SECUENCIA DE ACTIVIDADES	42
3.3. CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN.....	43
4. SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA	44
4.1. Fase 1. ¿Qué es el aire?.....	47
4.1.1. Nociones iniciales.....	49
4.1.2. Relación con otros conceptos.....	50
4.1.3. Composición.....	51
4.1.4. Eje Ambiental	52
4.2. Fase 2. ¿Cómo estudiar el aire?.....	55
4.2.1. Propiedades del aire	56
4.2.2. Diseño de Experiencias prácticas.....	57

4.3.	Fase 3. ¿Aire o Aires?	59
4.3.1.	Comportamiento a la llama	61
4.3.2.	Reactividad	62
4.3.3.	Solubilidad	63
4.3.4.	De los Aires	64
4.4.	De las preguntas planteadas	66
5.	CONSIDERACIONES FINALES	68
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	70
7.	ANEXOS	73
7.1.	Secuencia De Actividades “Del Aire A Los Aires” (Anexo 1).....	73
7.2.	Cartilla Intencionalidades (Anexo 2).....	76
7.3.	Escrito Actividad 3. Interrogemos el Aire (Anexo 3)	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Organización de las experiencias prácticas desarrolladas	35
Tabla 2. Intencionalidades de la secuencia de actividades	41
Tabla 3. Diseño de Actividades	43
Tabla 4. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Nociones iniciales.	49
Tabla 5. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Relación con otros Conceptos	50
Tabla 6. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Composición	51
Tabla 7. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Eje Ambiental.	52
Tabla 8. Matriz de análisis fase 2. Criterio. Propiedades del Aire	56
Tabla 9. Matriz de análisis fase 2. Criterio. Diseño de Experiencias Prácticas	57
Tabla 10. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Comportamiento a la Llama	61
Tabla 11. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Reactividad	62
Tabla 12. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Solubilidad	63
Tabla 13. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Del aire a los Aires	64

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Análisis de la encuesta propuesta	47
Imagen 2. Encuesta realizada por los estudiantes	47
Imagen 3. Mapa conceptual construido por los estudiantes	55
Imagen 4. Presentación de las experiencias	59
Imagen 5. Infografía sobre las experiencias	59
Imagen 6. Socialización de las actividades	59

INTRODUCCIÓN

Múltiples han sido las reflexiones que se han generado en torno a cómo se han construido los conceptos científicos que el maestro lleva al aula, y por ende se cuestiona cuál es la visión de ciencia que pone en juego a través de sus ejercicios de clase. Estas cuestiones han jugado un papel relevante en la construcción del trabajo de grado que aquí se presenta, puesto que se inicia un proceso por comprender como la construcción del conocimiento científico por parte del maestro y las maneras en las que este lo presenta, influyen en cómo los estudiantes van desarrollando sus propias visiones, interpretaciones y conocimientos sobre la realidad.

Resulta imperativo entonces, examinar las dinámicas que se establecen en la enseñanza de las ciencias, lo cual muestra que la imagen de conocimiento científico que se promueva está ligada a las prácticas que se desarrollan en el aula de clase. Por ello, pensar sobre cómo el privilegio a ciertas maneras de entender los contenidos, las secuencias que se proponen, los recursos metodológicos, el uso de las experiencias primarias, el desarrollo de conceptos, entre otros, va a significar un camino para el desarrollo del conocimiento científico y la visión que sobre este se construya.

De acuerdo con ello se establece que la organización del aire como un fenómeno de estudio es una posibilidad para hacer explícitas estas preocupaciones, por lo que se desarrolla un acercamiento desde lo histórico, conceptual y experimental, a la construcción del aire como una mezcla de gases. Este es un interés que, desde la enseñanza de la química se plantea luego de examinar cómo los gases son abordados desde el plan de estudios y qué preguntas se hace el maestro sobre cómo desarrollarlo en el aula desde una mirada alternativa a la tradicional.

Ahora bien, a lo largo de la práctica como maestra de ciencias naturales, ha sido imperativo reconocer algunos aspectos relevantes que subyacen al papel del experimento como actividad significativa para la enseñanza de las ciencias; esta

preocupación emerge de las experiencias personales y las reflexiones que se han desarrollado desde los diferentes espacios académicos en la especialización.

Desde estos puntos de partida, se configura una propuesta de aula denominada “Del aire a los aires”, que se desarrolla con los estudiantes de grado décimo del Colegio Evangélico Luterano CELCO San Lucas, en la modalidad de alternancia. Esta secuencia de actividades se realiza luego de establecer criterios de caracterización y diferenciación de tres gases presentes en el aire (Oxígeno, Dióxido de carbono e Hidrógeno). Para ello, un momento importante que llevó al establecimiento de estos criterios fue el análisis desarrollado a diversos textos de científicos, que genera que se cuestione cómo el aire puede ser constituido como un fenómeno de estudio, cuando se inicia a interrogar cuáles son las cualidades que este posee.

A partir de la lectura de los textos de Black, Cavendish, Priestley, Lavoisier y Dalton, se establecen tres criterios para diferenciar los aires: *El comportamiento de una llama, la Reactividad Química y la Solubilidad*, que serán abordados en la construcción de una serie de experiencias prácticas como parte del diseño metodológico.

La sistematización de la experiencia abre el camino a una reflexión sobre la práctica, en la que resaltan varios aspectos en torno a como construir un fenómeno con los estudiantes requiere que el maestro haga explícitas sus propias concepciones, además se resalta la relación teoría-práctica donde el desarrollo experimental cobra relevancia.

1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enseñanza de las ciencias está atravesada por un sinnúmero de desafíos que permean las actividades realizadas en el aula, la problematización de las experiencias que como maestros desarrollamos en estos contextos, da cuenta de reflexiones que pueden ayudar a transformar las maneras en las que el maestro y los estudiantes organizan fenómenos científicos.

En este sentido, este trabajo nace de tres escenarios en la clase de ciencias naturales, particularmente de química: La problematización de la enseñanza de las ciencias desde las dificultades u obstáculos que como maestros se tienen, la construcción del aire como un fenómeno de estudio y las prácticas experimentales para la formalización del conocimiento científico. En la relación de estos escenarios se configura el problema.

En primer lugar, se cuestiona sobre las prácticas que se llevan al aula y con ellas el conocimiento que se ha cimentado por parte del maestro, puesto que esto implica reconocer el tipo de relación que se tiene con el conocimiento científico y por ende la manera en la que se presenta a los estudiantes. Por ello, se encuentran relevantes las preguntas realizadas por Acevedo (2004) en relación con la educación en ciencias: ¿Qué conceptos enseñar y de qué manera hacerlo? ¿Para qué enseñarlos? y ¿A quiénes y para quienes enseñarlos? con la intención de cuestionar sobre las finalidades de la educación puesto que estas determinan unas formas de interacción de los maestros y estudiantes con el conocimiento.

De igual forma, es necesario reflexionar sobre las decisiones que toma el maestro en la planeación de las actividades de aula, puesto que son una manera de presentar la ciencia, ya sea como una acumulación de conocimientos ya acabados y estáticos o como la construcción de conocimiento que se continúa discutiendo y

al cuál es posible acercarse desde la formulación de preguntas que lleven a establecer fenómenos de estudio.

Este primer escenario da cuenta de la preocupación que se tiene frente a las prácticas que se llevan a cabo en el aula, sin embargo, se pretende abordar desde el estudio de un fenómeno en particular el cual configura el segundo escenario de reflexión y es la preocupación por entender las propiedades químicas de los gases, específicamente del aire.

Este segundo escenario surge de la formulación de preguntas sobre los estados de la materia, puesto que son familiares desde los primeros años de vida y por medio de la experiencia se forman ideas sobre estos; una vez se ingresa a la escuela estos conceptos sufren rectificaciones, ampliaciones y profundizaciones. Los estados sólido y líquido, dadas sus características organolépticas, son más manipulables por lo que se tiene algunas referencias de sus propiedades y transformaciones, sin embargo, las sustancias en estado gaseoso, aunque hacen parte de procesos fundamentales como la respiración, se han visto como algo etéreo¹ (Herrera & Herrera, 2013), incluso ligado a lo espiritual, paranormal o sobrenatural. De acuerdo con ello, el aire es un referente que está presente en el lenguaje de los estudiantes, por lo que se constituye en una oportunidad para organizar los fenómenos alrededor del comportamiento químico de los gases, haciendo del aire una mezcla.

Han existido diferentes formas de abordar el aire como un fenómeno de estudio, ya sea desde las variables de estado, las cuales no permiten una diferenciación evidente de los componentes del aire, puesto que estos en condiciones similares se comportan de manera parecida, o desde las propiedades particulares de cada uno de los gases que responden a propiedades químicas de las sustancias.

Sin embargo, la construcción de ideas acerca del comportamiento químico que tiene el aire, no es un tema que se trabaje desde el plan de estudios propuesto para la institución donde se proyecta el trabajo y por ende tampoco el recorrido histórico y experimental que se dio para la constitución de la idea del aire como una mezcla.

¹ Intangible, poco definido y sublime. Relacionado con el éter griego

Normalmente se aborda el estudio de los gases desde los comportamientos en relación con las variables de estado, que, aunque son fundamentales para la constitución de muchas de las teorías científicas actuales, terminan por instrumentalizarse con la resolución de ejercicios matemáticos descontextualizados (Herrera & Herrera, 2013) y se dejan de lado los fenómenos que estos permitieron entender.

Los dos escenarios expuestos dan cuenta de la necesaria reflexión que el maestro debe hacer sobre las prácticas que se llevan al aula. Ya en el tercer escenario se propone abordar el papel que juega la experimentación en la construcción de conocimiento científico.

En este sentido, se cuestiona cuál es la visión de ciencia que se muestra a los estudiantes cuando se desarrollan experimentos y cuál es la intención de llevarlos al aula de clase. Estas preguntas ponen de presente que la manera en la que se aborda el experimento juega un rol relevante en la enseñanza de las ciencias.

A pesar de que las prácticas experimentales son una constante en los desarrollos de aula, los maestros pocas veces reconocen la importancia de comprender la naturaleza misma de una experiencia, puesto que el experimento se ha visto como una forma en la cual se constata un conocimiento ya dado sobre un fenómeno en particular (Malagón, et al, 2013). En esa misma línea, la actividad experimental se convierte en una serie de prácticas que son usadas para mostrar un resultado de antemano dado, con poca o nula relevancia para la apropiación del conocimiento, puesto que se presenta como una serie de pasos y recetas copiadas generalmente de los libros de texto, que implantan imaginarios del conocimiento científico como infalibles, absolutos y ahistóricos (Carrascosa, et. al. 2006). Esto no genera que se entienda la ciencia como una construcción social donde la teoría y la práctica han sido parte de una dualidad que se apoya mutuamente, sino el experimento se da como un resultado ya dado.

Por consiguiente, el objetivo del ejercicio experimental queda relegado a la validación de los resultados obtenidos, es decir, cuando el estudiante logra replicar el resultado esperado de la práctica experimental (ya previamente explicado por el

maestro) se asume que “comprende” el concepto asociado al fenómeno; sin embargo, esa presunción está muy alejada de la realidad.

El nexo entre los tres escenarios propuestos pone de presente dificultades que están ligadas al aula de clase y que permean la relación maestro-conocimiento científico y dada la planeación de las actividades propuestas por el maestro también la relación entre el estudiante-conocimiento científico. Esto lleva a que se inicie un recorrido por la construcción de la concepción de los aires a través del estudio de textos de algunos científicos, que lleven a reconocer estos como fenómenos de estudio que permiten la configuración de diversas teorías que establecen los pilares para la constitución de la química como ciencia (Asimov, 1999), entre ellas la combustión o la teoría atómica. Además, se interroga por el papel que cumplen las experiencias prácticas llevadas a cabo para el reconocimiento de las sustancias que hacen parte del aire.

De esta manera, se configuran las preguntas que orientan el siguiente trabajo:

¿Cómo la identificación de elementos teóricos y experimentales da cuenta de los criterios para la construcción de una secuencia de actividades con estudiantes de grado décimo en relación con la caracterización del comportamiento químico del aire?

¿Qué reflexiones se pueden establecer sobre el papel de la experimentación en la caracterización del comportamiento químico del aire con la sistematización de una experiencia en aula con estudiantes de grado décimo?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

Identificar criterios teóricos y experimentales, para la construcción de una secuencia de actividades con estudiantes de grado décimo en relación con la caracterización de las propiedades químicas de los gases presentes en el aire.

1.2.2. Específicos

- Realizar el análisis de algunos de los textos elaborados por Black, Priestley, Cavendish, Lavoisier y Dalton para identificar criterios desde los cuales establecer comportamientos químicos de diferentes compuestos presentes en el aire.
- Caracterizar el comportamiento químico del aire al diferenciar experimentalmente el dióxido de carbono, el oxígeno e hidrógeno, para diseñar e implementar una secuencia de actividades con estudiantes de grado décimo.
- Sistematizar la implementación de la secuencia de actividades de aula con estudiantes de grado décimo, a la luz de reflexiones construidas sobre el papel de la experimentación a propósito de la caracterización del comportamiento químico del aire.

2. CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS

2.1. DEL AIRE A LOS AIRES

Reconocer que la atmósfera está compuesta por más de un tipo de aire²: atmosférico³, fijado⁴, flogístico⁵, desflogístico⁶, inflamable⁷, etc., implicó que se examinaran las características y comportamientos químicos de las sustancias gaseosas obtenidas en diferentes procesos y que están relacionadas con el aire común. A partir de las preguntas que surgen acerca de fenómenos relacionados con la naturaleza química del aire, se comienza a organizar una serie de observaciones que además de diferenciar los compuestos que lo forman, dan cuenta de la relación e interacción de estas sustancias con procesos como la combustión, la oxidación, la fotosíntesis, la respiración, entre otros.

Las preguntas sobre el aire, no se formulan pensando en entender su naturaleza, sino más bien cuando se intenta dar explicaciones a fenómenos donde este aparece como un criterio importante para su comprensión. Por ejemplo, desde los tiempos de Aristóteles y Platón, se le da un papel relevante al aire en la ventilación⁸ de los organismos para dar cuenta de su respiración:

[...] la respiración permite, según Platón, satisfacer las necesidades nutritivas del cuerpo; el aire parece aportar partículas que permiten nutrir el cuerpo o -para ser menos categórico- que, sin duda, son el soporte de un proceso fisiológico gracias al cual el cuerpo puede sobrevivir (Giordan, et al. 1988 Pág. 91).

Sin embargo, estas preguntas sobre el aire y las explicaciones que se asocian a ellas permanecen casi invariables durante los primeros siglos después de cristo.

² Los nombres usados en este apartado dan cuenta de los usados entre el siglo XVII y XVIII para nombrar algunos de los gases obtenidos en reacciones químicas y que hacen parte de la mezcla del aire.

³ La mezcla del aire usual que se presenta en la atmósfera.

⁴ Dióxido de carbono.

⁵ Nitrógeno molecular.

⁶ Oxígeno molecular.

⁷ Hidrógeno molecular.

⁸ Se entiende en este momento como la entrada y salida del aire en los cuerpos de los animales.

Ya hacia la edad media, los trabajos de la alquimia referencian en varios escritos la obtención de “aires” o “vapores” que se desprendían de líquidos volátiles (Asimov, 1999), sin embargo, las preguntas que se hacían sobre la transmutación de las sustancias no requerían explicaciones sobre estos, por lo que no se generaron preguntas sobre la naturaleza de estos vapores.

Es finalizando el siglo XVI y entrado en siglo XVII que Jean Baptiste Van Helmont (1577 – 1644) en sus estudios sobre la nutrición de las plantas realiza experimentos alrededor del crecimiento y la relación con los nutrientes que estas pueden obtener del suelo y el aire. Es de los primeros en estudiar los vapores que obtenía de diferentes reacciones, particularmente aquel que se desprendía de la quema de la madera, al cual denominó Gas Silvestre⁹, sin embargo, no llegó a interesarse ampliamente por este, pero aun así esto fue relevante para otros estudios tal y como lo plantea Baker y Allen:

¿Qué sucedía con los gases que rodeaban a la planta en la atmósfera? Van Helmont no los consideró capaces de formar parte del material vegetal. A pesar de que Van Helmont, no tomó en cuenta esta variable tan importante, debe dársele crédito por haber iniciado una investigación que estimuló a otros a extenderse mucho más allá (Baker & Allen, 1970, pág. 15).

Por su parte, retomando los trabajos realizados sobre la interacción del aire tanto en plantas como en animales, Stephen Hales pone en juego preguntas sobre cómo las plantas podían modificar el aire (Baker & Allen, 1970) o si existía una relación entre la ventilación, la circulación y la respiración (Giordan, et al. 1988). Esto llevó a que, como parte de los montajes experimentales en 1727, desarrolle la cuba hidroneumática¹⁰, con la cual, se da un importante paso para la recolección de estas sustancias gaseosas y aunque no realiza un estudio detallado sobre estas, si abre la posibilidad para que otros estudios puedan ser desarrollados luego de él.

⁹ Otra manera en la que se nombró el Dióxido de Carbono.

¹⁰ Es un instrumento de laboratorio que se utiliza para la recolección de gases. Hales encontró la manera de recolectar diferentes “aires” que eran obtenidos por reacciones químicas, aislándolo del aire común (Asimov, 1999), estos entraban en un recipiente lleno de agua, que, al burbujear, se ubican en la parte superior desplazando el agua fuera del recipiente. Esta es una técnica que aún se usa y que es muy valiosa para el estudio y caracterización de dichos compuestos.

De allí que la organización de las experiencias alrededor de los fenómenos de respiración y fotosíntesis, fuesen tan importantes para empezar a distinguir características sobre las sustancias que luego van a ser notables para la diferenciación de los aires. En tal sentido, la cuba hidroneumática va a ser relevante para la recolección, pero aún más, abrirá un camino para que se estudien las propiedades de estos compuestos.

En el texto *“Experimentos con Magnesia Alba, Cal Viva y algunas otras sustancias alcalinas”* (1756) Joseph Black relata sus experiencias con la magnesia alba¹¹, esta al ser expuesta a ácidos, liberaba lo que denominaría Aire Fijado. Black logra ya no solo aislar sino además estudiar un tipo de aire diferente al común, es la primera vez que este gas se aislaba enteramente y con esto se abre la posibilidad de elaborar preguntas ya no solo sobre la interacción del aire en los procesos, sino de la naturaleza de una sustancia gaseosa en particular. Realiza diferentes experimentos que le permiten hacer una diferenciación, puesto que esta sustancia reaccionaba con el agua de cal y aunque tenía algunas características físicas parecidas al aire atmosférico, no sostenía una llama¹², los animales expuestos a él morían en poco tiempo y se recombinaba para formar nuevamente calizas¹³. Estas observaciones serán importantes para la caracterización de los aires y aparecerán como criterios para la diferenciación de los mismos en muchos de los trabajos realizados por varios científicos, por lo que se hacen muy relevantes y se retoman en apartados posteriores.

Dotar de propiedades a este nuevo tipo de aire, abre el camino para el estudio de otros aires, preguntas como: ¿puede el aire fijo recogerse sobre agua?, ¿por qué no es respirable?, ¿por qué no mantiene la llama? o ¿qué tipo de compuestos puede formar?, llevó a reconocer el aire como una mezcla (al menos dos aires: atmosférico y fijado) y ya no como un elemento, por lo que se puede asegurar la importancia

¹¹ Óxido de magnesio

¹² La combustión y calcinación serán otros de los fenómenos que jugarán un papel importante en la comprensión sobre el aire.

¹³ Carbonatos

que tiene el estudio del dióxido de carbono en la constitución de un camino para establecer el comportamiento químico de otros gases aislados con posterioridad.

Se inicia un proceso por el cual se van a describir y diferenciar varios tipos de aires. Otro químico que se interesó por desarrollar descripciones sobre el comportamiento de las sustancias que forman el aire fue Henry Cavendish. Él escribe una memoria denominada "*Experiments on Factitious Air*" (1766), donde describe las propiedades de un nuevo tipo de aire, a partir de los experimentos realizados con algunos metales y sustancias corrosivas como el espíritu del vitroleo¹⁴ o de sal marina¹⁵; esta sustancia tenía la particularidad de reaccionar violentamente a la llama, por lo que lo bautizó aire inflamable¹⁶.

Por su parte el químico inglés Joseph Priestley también interesado por los procesos en relación con estas sustancias y su interacción con otros compuestos, en "*Instrucciones para impregnar agua con aire fijo*" (1772) desarrolla el estudio de este aire en términos de su solubilidad y las propiedades medicinales que la reacción entre él y agua puede tener, que, aunque hoy son tratamientos insuficientes, establecen una aproximación a la importancia de estos estudios en la ciencia.

El interés de Priestley por el comportamiento químico del aire fijo orientó su interés por otros aires, en el texto, "*Experimentos y observaciones en diferentes tipos de aires*" (1775) describe las propiedades de un nuevo tipo de aire en el cual una vela arde con mayor vigor que en el aire común y donde los animales parecen tener una mayor vitalidad, lo bautizó aire desflogisticado¹⁷, ya que era un convencido de la teoría del flogisto. Priestley nota que, al calentar una muestra de mercurio en presencia de aire común, se genera un calcinado rojizo (mercurius calcinatus¹⁸), que luego es expuesto a calentamiento de nuevo con un lente, lo que deja en el vidrio de reloj el mercurio intacto nuevamente, pero se desprende este aire que posee características diferentes al aire común o al fijado.

¹⁴ Ácido sulfúrico.

¹⁵ Ácido clorhídrico.

¹⁶ Hidrógeno molecular.

¹⁷ Oxígeno molecular.

¹⁸ Óxido de mercurio

Los trabajos mencionados anteriormente, aunque no son simultáneos si dejan ver como las preguntas sobre el comportamiento de los gases empieza a jugar un papel relevante en las discusiones que se están generando entre los científicos de la época y reconocen que las sustancias que denominan aire son compuestos químicos diferentes entre sí.

Además de los problemas sobre la respiración, la fotosíntesis y las propiedades de estos aires aislados que se han abordado anteriormente, la combustión y calcinación de los metales, ocupaba una gran parte de las cavilaciones hechas por los químicos de este momento y aportan importantes reflexiones sobre los aires.

Antonie Lavoisier quien estaba interesado por dar cuenta de estos fenómenos alude al aire desflogisticado, que él denomina Aire Puro o Vital, como uno de los responsables de los procesos de combustión, por lo que en el texto *“Memoria sobre la naturaleza del principio que se combina con los metales durante su calcinación y aumento de su peso”* (1778), relata una serie de experiencias que refieren a las propiedades del aire desflogisticado y fijado y expresa como estos al parecer producen efectos contrarios: *“Finalmente, que no tenía ninguna de las propiedades del aire fijo. A diferencia de este último, los animales no perecieron en él y parecía más adecuado para su respiración”* (Lavoisier, 1778, pág. 3).

Lavoisier reconoce entonces la importancia del aire en estos procesos, desarrollando su teoría desde el “principio oxígeno” quien junto con la materia del fuego¹⁹, están presentes en todo proceso de combustión. *“En toda combustión hay destrucción o descomposición del aire puro en el que se hace la combustión, y el cuerpo quemado aumenta de peso exactamente en la proporción que la cantidad de aire destruido o descompuesto”* (Lavoisier A. , 1777, pág. 2); por lo que una vez más, a la luz de la organización de fenómenos, la pregunta por la naturaleza del aire cobra sentido.

Los aportes de los trabajos de Lavoisier sobre la naturaleza de la combustión, la calcinación y la respiración, su especial interés sobre la transformación de las

¹⁹ Para Lavoisier el fuego y el calor eran considerados como un fluido.

sustancias y el aporte del *“Tratado elemental de química”* (1789) ayudan a consolidar no sólo las bases para una nueva forma de entender la naturaleza desde su composición en elementos y compuestos, sino a transformar el lenguaje químico, entre ellos el paso de nombrar a los aires en términos de gases.

Ya en el siglo XIX continuando con algunos de los comportamientos para diferenciar las características químicas y particulares para cada gas, John Dalton, en su texto *“Sobre la absorción de gases por el agua y otros líquidos”* (1805) hace una revisión de las propiedades de solubilidad de algunos gases que se habían aislado hasta ese momento, dando lugar a revisar de manera más detallada el comportamiento de diferentes gases en solución:

Si una cantidad de agua así liberada del aire se agita en cualquier tipo de gas, que no se une químicamente con el agua, absorberá la mayor parte del gas, o de lo contrario una parte de este igual a alguna de las siguientes fracciones (Dalton, 1805, pág. 1)

La comprensión del aire como una mezcla, no es una tarea sencilla puesto que está íntimamente ligada a muchos procesos complejos, como se evidenció en este apartado. Aunque se considera este como un fenómeno cotidiano, cuando se piensa sobre cómo este se configura como un objeto de estudio, comienzan a aparecer variables para la caracterización de algunas propiedades y este ejercicio enriquece la mirada para desarrollar preguntas, explicaciones y conceptualizaciones.

Este recorrido intenta indagar por la construcción de criterios que permitiesen pensar en cómo diferenciar los compuestos del aire, puesto que reconocer las preguntas y problemas que llevaron a la comprensión del aire como una mezcla de gases, da elementos de análisis que van a ser importantes para tal fin.

2.2. ANÁLISIS DE TEXTOS

2.2.1. De los textos seleccionados

El estudio de estos textos tiene como punto de partida la pregunta por el cómo construir el aire como un fenómeno de estudio, por lo que a la base del ejercicio de lectura se encuentran las preguntas hechas por la autora a los textos, puesto que el acercamiento a estos sin una intención definida no daría cuenta de un análisis que permitiese ubicar para este caso las características, criterios y propiedades sobre los aires que se pretende abordar en este trabajo.

La construcción de los criterios teóricos está atravesado por las preguntas tales como ¿Qué características se usaron para diferenciar los gases que se recolectaban? ¿Qué comportamientos similares o diferentes presentaban los gases en interacción con las mismas sustancias? ¿Qué le ocurre al gas y a las sustancias cuando interactúan? ¿Cómo caracterizar sus propiedades?, entre otras, que se elaboran a la base de los cuestionamientos que suscitan la lectura de los textos de los científicos escogidos, principalmente por la intención de reconocer cómo estos aportan a la reconfiguración del conocimiento del maestro, puesto que este ejercicio da cuenta de unas elaboraciones teóricas que ha venido desarrollando la autora y que se consolidan en una propuesta de aula.

Se define un primer criterio desde las experiencias propuestas por Cavendish, Priestley y Lavoisier, donde resaltan la interacción de los aires estudiados, con la llama de una vela, y se reconoce cómo esta es una de las pruebas que pueden ser mejor observadas y además producen cambios muy notables en la interacción con diferentes gases.

Un segundo criterio, se establece desde los trabajos de Black, Priestley y Lavoisier en los cuales, la interacción con sustancias como la cal, juegan un papel en la diferenciación sobre todo del dióxido de carbono y el oxígeno. Esta experiencia se hace importante en la medida en la que una de las preguntas que se abordan en

estos trabajos se ligan a las transformaciones que pueden ocurrir en el aire o en los medios debido a la interacción entre sustancias y a la transformación de estas.

Por último, el criterio en relación con la solubilidad tomado desde los trabajos realizados por Dalton, atañen además de los procesos de interacción entre sustancias, criterios para la diferenciación, pero usando como variable algunas condiciones de estado como la temperatura, la presión o incluso el trabajo mecánico realizado sobre estos.

Se pretende a partir de las fuentes citadas establecer los criterios teóricos y experimentales para la diferenciación del dióxido de carbono, hidrógeno y oxígeno, además de algunas reflexiones que pueden suscitar las lecturas propuestas. Al mismo tiempo, dar cuenta del porqué de los tres criterios para la diferenciación de los “aires”²⁰: El comportamiento de una llama, la reactividad a algunas sustancias y la solubilidad en agua; a partir del análisis de la lectura de diferentes textos escritos por Black, Priestley, Lavoisier, Cavendish y Dalton.

2.2.2. Comportamiento de una llama

Se encuentra que el efecto que se observa al colocar una vela en interacción con varios gases puede describirse de diferentes maneras, por lo que se configura como una de las pruebas más significativas para diferenciar compuestos, es importante resaltar que esta es una prueba de reactividad que se aborda como un criterio particular debido a la importancia que tuvo en la diferenciación de los aires. Esto se hace evidente en las observaciones realizadas por Priestley, Lavoisier y Cavendish, cuando como parte del reconocimiento de los gases que logran aislar, los exponen ante una vela encendida evidenciándose como el aire fijo la apaga casi de inmediato, el aire desflogisticado aviva la llama y el aire inflamable genera una pequeña explosión.

²⁰ fijo, desflogisticado e inflamable.

El siguiente es un fragmento de los trabajos de Priestley²¹ sobre el aire desflogisticado:

Con este aparato, después de una variedad de otros experimentos, un relato del cual se encontrará en su lugar apropiado, el 1 de agosto de 1774, traté de extraer aire del mercurius calcinatus per se; y descubrí que, por medio de esta lente, el aire se expulsaba muy fácilmente. [...] pero lo que me sorprendió más de lo que puedo expresar fue que una vela ardía en este aire con una llama notablemente vigorosa, muy parecida a esa llama agrandada con la que arde una vela en aire nitroso, expuesta al hierro o al hígado de azufre. (Priestley, 1775, pág. 34)

La experiencia que relata Priestley en este apartado es significativa, pues reconoce que estos aires pueden ser producidos a partir de sustancias sólidas; Se puede evidenciar que al exponer el aire que se aisló desde el óxido de mercurio a la llama de una vela, se produce un efecto que da cuenta de una característica diferenciadora, que posteriormente dará paso a establecer este como un nuevo tipo de aire.

De igual manera, en el texto de Lavoisier²² sobre la calcinación de los metales, se hace referencia al aire fijo y al aire puro o desflogisticado, donde reconoce que estas dos sustancias pueden tener diferentes comportamientos químicos cuando se les expone a la llama, con lo que se muestra como una prueba que da cuenta de tal diferencia:

Finalmente, que no tenía ninguna de las propiedades del aire fijo²³. A diferencia de este último, los animales no perecieron en él y parecía más adecuado para su respiración. Las velas y los materiales inflamados no solo no se apagaron, sino que la llama se ensanchó de una manera muy notable y arrojó mucha más luz y brillo que en el aire común. [...] Todas estas circunstancias me han convencido plenamente de que este aire, lejos de ser aire fijo, está en un estado más respirable,

²¹ La traducción de este fragmento de inglés al español esta tomado de:
<https://web.lemoyne.edu/~giunta/PRIESTLEY.HTML>

²² Traducción del texto del inglés al español tomada de <https://web.lemoyne.edu/~giunta/lavoisier.html>

²³ Refiriéndose al aire puro o desflogisticado.

más combustible y, en consecuencia, es más puro incluso que el aire que nos sostiene. (Lavoisier, 1778. Pág. 3)

El reconocimiento de este y otros efectos que se expondrán más adelante, va a llevar a Priestley a elaborar teorías acerca de la relación de estas sustancias con las plantas y a Lavoisier a proponer que la respiración puede tratarse de un proceso de combustión puesto que los aires obtenidos en ambos procesos eran muy parecidos entre sí.

Por otro lado, en relación con el aire inflamable los trabajos de Cavendish²⁴ van a ser relevantes para determinar la caracterización por medio de la llama, en su memoria sobre lo que denominó “aires ficticios” se encuentra en el primer apartado las experiencias sobre el aire inflamable, el cual es obtenido a partir de la reacción entre ácidos fuertes y metales como el zinc, estaño y hierro, para las experiencias que se describen en el texto.

Otros han observado que, cuando una pieza de papel encendido se aplica a la boca de una botella, que contiene una mezcla de aire inflamable y común, el aire se incendia y estalla con una explosión. Para observar de qué manera varía el efecto según las distintas proporciones en las que se mezclan, se realizó el siguiente experimento. Se mezcló, parte del aire inflamable producido al disolver zinc en aceite de vitriolo diluido con aire común en varias proporciones diferentes, y de esta manera se probó la inflamabilidad de las mezclas una tras otra. (Cavendish, 1766. Pág. 147)

Este fragmento del trabajo de Cavendish juega un papel relevante en las interpretaciones hechas sobre esta prueba, en primera medida porque se establece un tercer tipo de aire, pero además reconoce que no es necesario aislar completamente el gas, sino que mezclado con aire común se pueden percibir unos efectos. Esto va a ser relevante en el momento de pensar en llevar estas observaciones a las propuestas experimentales realizadas por la autora.

De acuerdo con los trabajos propuestos por estos tres autores, para la diferenciación del dióxido de carbono, el oxígeno y el hidrógeno, se tiene una fuerte

²⁴ Traducción del fragmento del inglés al español realizado por la autora.

influencia de la prueba a la llama, de hecho, este comportamiento tiene incidencia en el nombre que se le dio al oxígeno, como aire desflogisticado y al hidrógeno como aire inflamable.

2.2.3. Reactividad

El estudio de los gases, particularmente en referencia al aire, generalmente se aborda desde la caracterización que se hace de las sustancias en relación con las variables de estado, temperatura, presión, volumen o cantidad de sustancia, sin embargo, esto resulta insuficiente para determinar la diferencia entre los compuestos que allí están presentes, puesto que bajo las mismas condiciones todos tienen una tendencia a comportarse de manera similar. Por esto la pregunta sobre cómo los compuestos presentes en aire pueden ser caracterizados, lleva a pensar en cuáles son las reacciones que ocurren con cada uno, cuando se les expone a otras sustancias y que nos pueda dar cuenta de dicha diferencia.

Por ello, para este segundo criterio se parte de las experiencias propuestas por Black y Priestley, en diferentes textos, sobre el aire fijo y el aire desflogisticado, para la identificación del comportamiento químico²⁵, generando reacciones que se pueden reproducir y observar, por ejemplo, el cambio de coloración de las sustancias en interacción.

Se establecen tres pruebas que privilegian la manera en la que estos aires interactúan con diferentes sustancias produciendo transformaciones en sus características y en las de las sustancias en interacción. Se hace la comparación de todas las pruebas para el aire fijo, desflogisticado y común.

La primera hace referencia la formación de tierras calcáreas²⁶, a partir de la interacción del aire fijo con una solución de cal que enturbia el agua, situación que

²⁵ Se entiende como la reacción que se presenta cuando interactúan en este caso el oxígeno y dióxido de carbono con diferentes sustancias.

²⁶ Hace referencia a la obtención de carbonatos, en este caso en particular carbonato de calcio.

no ocurre con los otros dos aires. Para la segunda, la reacción del aire fijo con el agua, que propicia la acidificación de esta, mientras que con aire común o aire desflogisticado esto no ocurre. Y por último la exposición de estos aires a las plantas, que tendrían diversos efectos sobre el proceso de fotosíntesis.

Reacción formación de tierra calcáreas

Las observaciones sobre cómo un mismo aire podía ser desprendido desde diferentes compuestos, pero que además podía volver a ser fijado²⁷ para obtenerlos nuevamente, es una de las primeras maneras de reconocer la interacción que tienen los gases con otras sustancias. Este ensayo en el que, a partir del burbujeo del dióxido de carbono (aire fijo) en una solución de hidróxido de calcio, que da como producto el carbonato de calcio (un sólido blanco que precipita), se establece como una prueba importante para la diferenciación del dióxido de carbono.

Las múltiples referencias a esta reacción que se desarrollan en diversos textos establecen la importancia de esta como un criterio de diferenciación basados en el comportamiento químico de la sustancia, configurándose entonces como relevante para su caracterización. Por ejemplo, se tomó como referencia el texto de Black²⁸, quien describe como la interacción del aire fijo con una solución de cal reacciona para formar nuevamente la tierra calcárea:

Ya hemos demostrado mediante un experimento que la magnesia alba es un compuesto de una tierra peculiar y un aire fijo. Cuando esta sustancia se mezcla con agua de cal, la cal muestra una atracción más fuerte por el aire fijo que la de la tierra de magnesia; el aire deja este polvo para unirse a la cal. [...] Pero si la magnesia es privada de aire por calcinación antes de mezclarse con el agua de cal, este fluido no sufre alteración. (Black, 1756, pág. 26)

Por su parte, Lavoisier (1766), también justifica como criterio para la diferenciación del aire fijo y el desflogisticado el enturbiamiento del agua de cal “*Sometí este aire*

²⁷ De allí que inicialmente se le nombrara al dióxido de carbono como aire fijo.

²⁸ Traducción del fragmento del inglés al español tomado de <https://web.lemoyne.edu/~giunta/black.html>

a una gran cantidad de pruebas²⁹, cuyos detalles omito, y encontré que [...] precipita agua de cal; 5) se combina con gran facilidad con álcalis fijos o volátiles” (Lavoisier, 1766, Pág. 2).

Es así como esta prueba de caracterización fue retomada para la realización de prácticas experimentales para dar cuenta de la interacción de los gases.

Reacción de formación de ácido

Las aguas carbonatadas son uno de los ejemplos más notables de la interacción de los gases con el agua, por lo que sin duda son un punto de referencia que es cercano a todos, y por ello el entender cómo se da la fabricación de este producto, es relevante para establecer relaciones que puedan ser familiares para el docente y los estudiantes.

La lectura de la memoria de Priestley en la que expone la relación del aire fijo con algunos productos de aguas con gas, por ejemplo, la Pymont³⁰, en el que relata como esta era usada para el control de algunos síntomas producidos por viajes en barco, fue relevante en la búsqueda por establecer relaciones cercanas. Por ello se hace relevante este texto donde se cita a Black, explicando como cuando se pasa el aire fijo por agua esta toma un sabor ácido:

El Dr. Black descubrió que la piedra caliza, y todas las sustancias calcáreas, contienen aire fijo, que su presencia las vuelve lo que se llama suaves y que la privación las vuelve cáusticas; El Dr. Brownrigg descubrió además que Pymont y otras aguas minerales, que tienen el mismo sabor ácido, contienen una proporción considerable de este tipo de aire. (Priestley, 1772. Pág. 5).

Por su parte Lavoisier (1766) también lo enuncia en su memoria, pero refiriéndose a un criterio de caracterización del aire fijo y que reitera la importancia de esta prueba: *“Sometí este aire a una gran cantidad de pruebas, cuyos detalles omito, y*

²⁹ Refiriéndose al aire fijo.

³⁰ Un tipo de agua carbonatada que era muy reconocida en su época por los efectos curativos que se le atribuían.

encontré que 1) puedo, agitando, combinar con el agua y darle al agua todas las propiedades de las aguas aciduladas, gaseosas o aireadas” (Lavoisier, 1766, pág. 2).

La lectura de estas memorias se establece como una posibilidad para la diferenciación de los gases, y se hará uso de una prueba actual a partir de indicadores de pH, experiencia que será relatada en el siguiente apartado.

Interacción con las plantas

En la escuela una de las reacciones químicas más trabajadas desde diferentes temas e incluso que liga a la biología con la química, es aquella relacionada con la interacción del dióxido de carbono con agua en el que por procesos muy complejos se obtiene oxígeno y glucosa, producto del proceso de fotosíntesis que realizan las plantas. Sin embargo, esto normalmente se da por hecho, sin ningún tipo de pregunta alrededor de cómo ocurre este proceso o cuáles son las condiciones en las que se da.

Aun así, la constitución de esta relación entre las plantas y el aire no fue fácil de establecer y generó preguntas sobre la naturaleza misma del aire (Backer & Allen, 1970). Por ello la comprensión de este fenómeno se enriquece en la medida en la que experimentalmente se pueda dar cuenta de ello, y en ese sentido las experiencias diseñadas por Hales y Priestley toman un papel importante, no sólo en la constitución de una explicación para este proceso, sino también como un criterio de observación que permita dar cuenta de dicha interacción.

[...] puse un tallo de menta, en cierta cantidad de aire, en el cual se había consumido una vela de cera observé que el 27 del mismo mes, otra vela podía arder perfectamente bien dentro de él. [...] Muchas veces dividí en dos partes la cantidad de aire en el cual había quemado la vela, y colocando la planta en una parte, dejé la otra como control bajo la misma exposición, contenida, también, en un recipiente de vidrio sumergido en agua, pero sin la planta; nunca dejé de obtener el mismo resultado: una vela podía arder en la primera, pero no en la segunda. (Priestley citado en Backer & Allen, 1970. Pág 20)

Con estas experiencias puede verse como el aire fijo y desflogisticado tienen una relación con las plantas, las cuales alteran las condiciones y la composición del aire común absorbiendo uno y liberando el otro. A partir de esta experiencia en particular se diseñó un montaje en el que altera la composición inicial del aire común, enriqueciéndola con aire fijo y desflogisticado (seleccionados por ser lo involucrados en los procesos de intercambio gaseoso en las reacciones metabólicas) en unos recipientes cerrados en los que se colocan las plantas.

2.2.4. Solubilidad

Hasta este punto los criterios descritos, se relacionan con propiedades químicas de la materia que brindan elementos para diferenciar gases, sin embargo, surge la pregunta sobre el cómo a partir de las propiedades físicas, se pudiese lograr establecer un criterio que fuese relevante en la caracterización de los gases presentes en la atmósfera, por ello en la búsqueda de referencias sobre este tema, se hace relevante la solubilidad como una posibilidad para elaborar pruebas que permitiesen hacer comparaciones entre las sustancias y dar cuenta de diferencia entre ellos.

Este último criterio se diseñó tomando como referencia los textos de Priestley sobre la solubilidad del aire fijo y Dalton sobre aires³¹ presentes en el atmosférico. Además de tomar en cuenta otras variables que son fundamentales para este fenómeno, como: la cantidad de sustancia, las condiciones de presión y temperatura y el tipo de sistema.

Como en el caso anterior donde se alude a este mismo texto, nuevamente se resalta las aguas carbonatadas por el acercamiento que estas poseen a la realidad de los sujetos, por ello la memoria de Priestley³² sobre la impregnación³³ del aire fijo en el

³¹ Para el tiempo de Dalton ya se denominan gases.

³² Traducción de la cita del texto realizado por la autora.

³³ Combinación

agua, intenta dar cuenta de sus experimentos sobre cómo este es soluble en agua y cuáles son las condiciones para que esto se dé:

Si el agua sólo está en contacto con el aire, comenzará a absorberlo, pero la mezcla se acelera en gran medida por la agitación, que continuamente pone en contacto partículas libres de aire y agua. Todo que es necesario, por lo tanto, para hacer este proceso sea rápido y eficaz, es primero una cantidad suficiente de este aire fijo, y luego idear un método por el cual el aire y el agua puedan ser fuertemente agitarse en la misma botella, sin ningún peligro de admitir el aire común. (Priestley, 1772. Pag 5)

Sin embargo, es necesario reconocer que sobre esto se destacan las aproximaciones generadas por Dalton³⁴, quien habla de forma particular de la solubilidad con respecto a los gases atmosféricos. Determina que diferentes gases pueden ser solubilizado en varias proporciones en agua (una característica diferenciadora) y que estas siempre serán las mismas independientemente de la cantidad disponible en el aire:

Si se agita una cantidad de agua libre de aire con una mezcla de dos o más gases (como el aire atmosférico), el agua absorberá porciones de cada gas de la misma forma que si se le presentaran por separado en su densidad adecuada. (Dalton, 1805, pág. 4)

Por otra parte, Dalton también reconoce los métodos para la combinación o separación de estos gases por procesos mecánicos, como el aumento de temperatura o la agitación. En estos dos apartados da cuenta de ello:

1. Si se hierve rápidamente una cantidad de agua pura durante un corto tiempo en un recipiente con una abertura estrecha, o si se somete a la bomba de aire, el aire se expulsa del recipiente que contiene el agua y luego se agita enérgicamente durante en algún momento, casi todo el gas que pueda contener el agua será extraído de ella (ibidem. Pág. 1).

³⁴ Traducción de la cita del texto tomado de <https://web.lemoyne.edu/~giunta/dalton52.html>

12. Si un recipiente de vidrio alto que contiene una pequeña porción de gas se invierte en una cubeta profunda de agua y el gas queda así confinado por el vidrio, y el agua se agita enérgicamente, desaparecerá gradualmente. (ibidem pág. 6)

Estas experiencias propuestas por los científicos nombrados cobran relevancia para este trabajo dado que se establecen relaciones ya no solo con otras sustancias, sino con las condiciones a las que se someten los gases, como en el caso de la temperatura o la agitación mecánica como algunas de las variables a tomar en cuenta en la solubilidad de las sustancias.

2.3. DE LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS

En el anterior apartado se pretendía, a partir de las características descritas en los textos de los científicos abordados, establecer una serie de criterios que permitieron diferenciar los tipos de aire; en este se reconocen preguntas que se suscitaron en la autora en relación a cómo llevarlas a cabo: ¿Cómo llevar estas experiencias al aula?, ¿Qué preguntas pueden hacerse a la luz de estas prácticas?, ¿Cuáles son las variables técnicas para llevar a cabo estos montajes? y pensar en cómo estas aportan a la construcción de explicaciones propias sobre los fenómenos que allí acontecen.

En este sentido, se inicia el proceso con el desarrollo de experiencias prácticas por parte de la autora, en relación con los criterios ya descritos y que permiten las reflexiones sobre la actividad experimental como una posibilidad de poner en diálogo las observaciones realizadas, las preguntas que se desarrollan, las explicaciones que se construyen y el conocimiento científico. En este sentido, establecer relaciones entre la teoría y la práctica, entendiendo que la experimentación no se trata de validar los conocimientos ya dados, sino que, en palabras de Malagón, et. al (2013) *“se asume que la actividad conceptual y teórica está influenciada por la actividad experimental y así mismo la actividad experimental está muy relacionada a la actividad teórica”*.

Esta sección estará dedicada a dar cuenta de cómo se llevaron a cabo estas experiencias, además de exponer algunas de las dificultades que se presentan para el diseño y realización de estos.

En primer lugar, es importante destacar que los experimentos que llevaron a cabo Black, Priestley, Dalton y demás científicos, se desarrollaron en un contexto particular, bajo preguntas que estaban ligadas a entender cómo los gases interactúan con otras sustancias, reconocer sus comportamientos y establecer relaciones entre ellos. Sin embargo, las preguntas que se construyen en este trabajo a la luz de estas experiencias están más ligadas a cómo estas pueden desarrollar en el maestro una mejor comprensión de su propia construcción sobre el concepto de gas y sus interacciones químicas. Por otra parte, es necesario pensar cómo se puede reconfigurar estas experiencias a la luz de las condiciones que son relevantes para la realización de actividades en el ámbito escolar.

En segundo lugar, es importante anotar que existieron condiciones que fue necesario tener en cuenta para el diseño de las prácticas experimentales, tanto las realizadas por la autora como las propuestas para los estudiantes, como la infraestructura de la institución en la cual se planea la intervención en aula, los instrumentos y materiales que son necesarios para su realización y las condiciones sociales y de salud alrededor de la pandemia por COVID-19 que implican la modalidad de alternancia, donde simultáneamente la mitad de los estudiantes toman clases presenciales y los demás remotas. Calixto y García (1999) dan cuenta de cómo estas son algunas de las dificultades que representa para los docentes al diseñar, encontrar y aplicar actividades experimentales en sus clases de ciencias naturales, ya sea por la falta de conocimiento de las actividades experimentales, o por no contar con los materiales, el espacio y mobiliario adecuados.



2.3.1. Experiencias Prácticas Desarrolladas

Como parte de los desarrollos teóricos/experimentales, fue fundamental la realización, por parte de la autora, de una serie de experiencias prácticas que le permitieron formularse las siguientes preguntas: ¿qué características o cualidades se pueden observar?, ¿qué materiales o técnicas son necesarios para la realización de las experiencias? ¿Cómo organizar lo observado?

En la tabla 1 se sintetizan las actividades experimentales propuestas y realizadas en un primer momento, con el fin de desarrollar comprensiones sobre como los criterios descritos anteriormente que pueden dar cuenta de la diferenciación de los aires, además el determinar las condiciones, materiales y técnicas necesarias para la elaboración de las experiencias en un contexto diferentes al laboratorio de ciencias como espacio físico. La mayoría de ellas fueron elaboradas con materiales que pueden ser de fácil acceso, esto trae consigo implicaciones en la precisión de algunas mediciones, sin embargo, dados los conceptos de estudio la caracterización se dio en términos cualitativos para hacer comparaciones.

Además, de los criterios seleccionados se suma una serie de experiencias ligadas a la obtención y recolección de los tres tipos de aires (fijo, inflamable y desflogisticado), paso necesario para la posterior caracterización.

Es así, que se diseñaron cuatro tipos de experiencias, en la tabla 1 se encuentran cada una de ellas con su respectiva intencionalidad, la descripción de la realización e imágenes de los montajes. Para efectos del diseño de la tabla los nombres usados para cada tipo de gas serán los usados actualmente.

Propuestas experimentales diseñadas desde los criterios de diferenciación de los aires				
	<i>Intención</i>	<i>Experiencias</i>		
Obtención y Recolección	Recolectar CO ₂ , H ₂ y O ₂ para realizarles pruebas propuestas para los criterios.	<i>Reacción Vinagre</i>	Se hace reaccionar aproximadamente 5 g de bicarbonato de sodio con 20 mL de ácido acético diluido (vinagre blanco), se recolecta el gas obtenido de CO ₂ en globos.	
		<i>Electrolisis del agua</i>	Se realiza el montaje en la cual, por medio de un circuito corriente continua, se realiza la descomposición del agua en gas H ₂ y O ₂ , recolectándolo por el desplazamiento en una columna de agua (cuba hidroneumática).	
Combustión	Comparar el comportamiento de la llama de una vela con los tres tipos de gases.	<i>Prueba a la llama</i>	Se hace interactuar en un sistema cerrado, la llama de una vela con las diferentes muestras de aire que han sido enriquecidas con dióxido de carbono y oxígeno. El punto de comparación cualitativo está dado por la relación entre la concentración del gas en la atmósfera y el tiempo en que se lleve la vela en apagarse.	
Reactividad	Comparar cómo reacciona	<i>Prueba de Carbonato</i>	Prueba para CO ₂ al reaccionar con hidróxido de calcio en solución. Se hace burbujear CO ₂ en una solución preparada con 5 g de óxido de calcio y 50 mL de agua esperando la precipitación carbonato.	



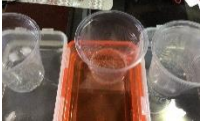

	químicamente el aire común, el CO ₂ y O ₂ con sustancias como el óxido de calcio o el hidróxido de sodio.	Prueba de pH (ácido carbónico)	Reconocimiento del CO ₂ por medio de una prueba de pH (indicador de fenolftaleína), en una solución de hidróxido de sodio con unas gotas de fenolftaleína se hace burbujear CO ₂ para formar carbonato de sodio que hará virar el color de rosa a traslucido.	
		Interacción con plantas	En una atmósfera enriquecida con CO ₂ y O ₂ , se pone una planta durante 4 a 6 días, en condiciones lo más herméticamente posible que se pueda y luego se expone una llama a este aire.	
Solubilidad	Comparar la solubilidad del CO ₂ y el O ₂ en diferentes situaciones, donde se pone en evidencia factores antrópicos.	Efecto Temperatura	Se colocan en tres vasos translucidos muestras de agua carbonatada (agua con gas o bretaña) y se colocan a baño maría en tres condiciones diferentes agua caliente, fría y temperatura ambiente, registrando la cantidad de burbujas producidas por la salida del CO ₂ .	
		Oxígeno Disuelto	Para ello se adquirió un kit de oxígeno disuelto el cual permite reconocer de manera cualitativa la cantidad de oxígeno que tienen diferentes muestras de agua: Agua del grifo, agua carbonatada, agua hervida, agua reposada tapada y abierta.	

Tabla 1. Organización de las experiencias prácticas desarrolladas. Fuente Autora

Las experiencias prácticas que se realizaron describen una aproximación a la construcción del fenómeno, es decir, cómo se establecen criterios de observación, para la descripción y organización del comportamiento de las sustancias, que den cuenta de características comunes y diferentes entre los gases, tal y como se plantea en Sandoval, Malagón et. al (2018) en relación con la construcción de fenomenologías.

La organización de las observaciones es uno de los factores que permiten describir que el aire es un fenómeno de estudio, por lo que cuando se realizan las experiencias, se pone en juego los conocimientos y se reconfiguran nuevas maneras de ver los resultados de estas experiencias. Un ejemplo, es la reacción para la obtención del dióxido de carbono y su respectiva prueba de solubilidad, puesto que en oportunidades anteriores esta se había desarrollado en el marco de las clases de química, sin embargo, no se había fijado la mirada sobre el efecto que este gas tenía sobre el agua y esto hace que a pesar de ser la misma experiencia las preguntas con las que se realicen son las que dan interpretaciones.

Por ello, las experiencias descritas permitieron la reflexión sobre como los criterios seleccionados efectivamente dan cuenta de los procesos para entender el aire como una mezcla, además dieron elementos para el desarrollo de la secuencia de actividades que se describirá en el capítulo 3.

Por último, es necesario entonces pensar en algunos problemas de orden práctico para tener en cuenta. Un primer problema relevante a abordar fue la recolección de los tres gases para poder desarrollar su caracterización, puesto que cuando se pensaron los criterios para la caracterización, solo se tuvo en cuenta que la cuba hidroneumática podía ser una posibilidad para este fin, sin embargo, las reacciones por las cuales obtener estos gases que se describían en los textos, eran muy complejas llevarlas a cabo sin los instrumentos adecuados, por lo que fueron necesarias búsquedas adicionales sobre todo en métodos para obtención del hidrógeno y el oxígeno.

2.3.2. El Experimento en la Clase de Ciencias

Los maestros de ciencias naturales están enfrentados al duro reto de diseñar actividades para el desarrollo de habilidades alrededor del conocimiento científico, y en este sentido, es necesario pensar cómo el experimento es una manera de construir los fenómenos, para trascender de unas ideas iniciales formadas por la experiencia hacia la construcción de un lenguaje que dé cuenta de las explicaciones desarrolladas. La transferencia de calor, la coloración de la llama de una vela o la respiración de los insectos, entre muchos otros ejemplos, no se constituyen como objetos de conocimiento por si solos, es la organización de estos fenómenos los que permiten construir las explicaciones a estos. De acuerdo con lo afirmado por Malagón, et. al *“El experimento genera la ampliación de la experiencia y dinamiza la teorización de esa experiencia; es decir, poner en juego algunas actividades experimentales permite a la vez transformar la experiencia y elaborar, hacer, explicaciones teóricas”*. (2013, pág. 128)

Es así como, reconocer la importancia de la experimentación en la clase de ciencias es clave para el desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes, el problema es que, de esta actividad muchas veces se espera es que el estudiante responda lo que está escrito en el texto, y no se da espacio para la formulación de hipótesis que puedan ser guía para el estudiante. Al respecto Carrascosa y otros plantean que:

[...] ni se procede a la formulación tentativa de hipótesis susceptibles de ser sometidas a prueba mediante diseños concebidos al efecto, sino que se pide a los estudiantes que sigan una guía detallada, lo que contribuye a una visión rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia, faltando incluso el análisis crítico de los resultados obtenidos, el planteamiento de nuevos problemas, etc. (Carrascos, Gil, et. al, 2006. Pág. 162)

De igual manera, esto lleva a que se desconozca por completo el contexto histórico en el que se han desarrollado los cuestionamientos, que se asuma que los experimentos que se consideran cruciales pueden ser entendidos de la misma manera en cualquier contexto; no se da espacio para la reflexión sobre las

preguntas que los sujetos puedan hacer sobre estos, ni se invita a cuestionar a lo que se pretende dar respuesta (lo que contribuye a una visión a problemática de la ciencia), mucho menos se discute su posible interés y relevancia social (visión descontextualizada, socialmente neutra), ya que, el objetivo del ejercicio es la validación de los resultados obtenidos, cuando el estudiante logra replicar el resultado esperado de la practica experimental, se asume que comprende el fenómeno o concepto, sin embargo, esto está muy alejado de la realidad.

La clase de ciencias se centra principalmente en ilustrarse de la *información científica*, depositada en los libros textos, en las enciclopedias, etc.; contenidos sobre los que no es posible admitir una reflexión. No hay lugar para reflexionar por la categoría experimentación, o por la de ciencia. El *experimento*: montaje, es una caja negra externa, ajena tanto al profesor como al estudiante, ellos son pasivos, contemplan, prima el efecto de asombro. (Sosa y Rodríguez, 2014. Pág. 433).

Por ellos, es hasta cuando se comienza con la organización del fenómeno en tanto se organizan las cualidades sobre las que se quiere indagar, por ejemplo con la elaboración de instrumentos o escalas para su medida y/o la delimitación de variables de estudio, que se da un importante paso hacia la construcción de maneras de hablar sobre este y por ende hacia la formalización del conocimiento, entendiendo esta como la determinación de unas relaciones entre lo observado y la formación de teorías puesto que existe una relación de mutua construcción entre la actividad experimental y la actividad teórica (Malagón, et al. 2013), pero además también se da en términos de constitución de palabras, signos, imágenes entre otras que nos permitan hablar sobre el fenómeno.

3. TRABAJO DE AULA

Las elecciones que se realizan cuando se desarrollan actividades de clases, pueden ser desde una mirada determinista (la ciencia como única verdad) o de comprensión sobre fenómenos que logran que se interrogue el mismo conocimiento. Acevedo en 2004 describe como las formas en las que se presenta el conocimiento científico dan cuenta de las finalidades que se tienen para enseñarlo, en ese sentido, intentar definir las concepciones que los maestros llevan al aula se establece como una necesidad, sin embargo, esta no es una tarea fácil de realizar, puesto que esta comprensión está atravesada por la dificultad misma de definir que es ciencia. Por ejemplo, cuando se les solicita a los estudiantes que sigan una serie de instrucciones sin meditar sobre las mismas se contribuye a una visión rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia, faltando incluso el análisis crítico de los resultados obtenidos, el planteamiento de nuevos problemas, etc. (Carrascosa, et al. 2006).

Es importante que en la práctica esto sea tomado en cuenta, puesto que, a pesar de reflexionar sobre el proceso de clase, este único ejercicio no basta para entender la complejidad de las ideas que se ponen en juego y mucho menos como estas se desarrollan en los otros, sin embargo, si coloca al maestro en la tarea de abrir espacios para el debate de ideas en colectivo y se piense sobre la construcción de conocimiento tanto del maestro como de los estudiantes.

Para este propósito, en este capítulo se describe el proceso de construcción de un material que permitió abordar las nociones del aire que tienen los estudiantes, pero sobre todo cómo estas pueden ser una fuente de análisis sobre el trabajo del docente en el aula, puesto que se entiende como lo plantea Rodríguez (1998) citado en Sosa y Rodríguez (2014):

[...] el conocimiento no existe en la naturaleza en forma de enunciados, de leyes, sino que en cambio es una construcción del sujeto, es una actividad humana que implica que el sujeto organiza sus experiencias tanto nuevas como anteriores

mediante estrategias que surgen como una necesidad del pensamiento y no de los hechos mismos. (Pág. 438)

3.1. PRESENTACIÓN DISEÑO: DEL AIRE A LOS AIRES

Se plantea la propuesta de intervención en el aula, para la cual, a partir de los criterios teóricos y experimentales antes descritos, se diseñó una secuencia de actividades para estudiantes de grado décimo de una institución de carácter privado en la localidad de Kennedy, con el objetivo de caracterizar las propiedades químicas del aire al diferenciar el hidrógeno, dióxido de carbono y oxígeno.

Este material tiene como objetivo describir una serie de actividades encaminadas a abordar el aire como un fenómeno de estudio. Se pretende que, desde la caracterización de las propiedades químicas del aire y los diálogos con los estudiantes, se desarrollen reflexiones que permitan al maestro, particularmente de química, cuestionar su conocimiento científico y sus prácticas pedagógicas.

Para el diseño de la secuencia de actividades “*Del aire a los aires*” ([Ver anexo 1](#)) se establecieron tres fases las cuales se denominaron: *¿Qué es el aire?*, *¿Cómo estudiar el aire?* y *¿Aire o Aires?*, de donde se desprenden cinco actividades que serán descritas más adelante.

Se diseñó un material para los profesores en el cual se establece como las actividades se relacionan entre sí, en la tabla 2 se explica la intencionalidad de cada una de las etapas y los objetivos de cada actividad para luego realizar una descripción de cada una.

OBJETIVOS DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL AIRE A LOS AIRES			
Etapa	Intencionalidad	Nombre de la Actividad	Objetivos
¿Qué es el aire?	Observar nociones sobre el aire que tienen los estudiantes y que pueden circular en su contexto.	Preguntemos ¿qué es el aire?	Identificar qué características en relación con el aire privilegian los estudiantes, a través de las preguntas construidas desde los grupos de trabajo.
		Socialicemos ¿Qué características reconocí?	Establecer relaciones entre las preguntas diseñadas por los estudiantes, donde se reflexione sobre la importancia de establecer características para identificar las propiedades químicas del aire.
¿Cómo estudiar el aire?	Cuestionar los fenómenos observados en los experimentos y desarrollar criterios para reconocer características para diferenciar un gas.	Construyendo un camino	Reconocer características del aire que permitan el desarrollo de criterios de observación para la diferenciación de los aires.
		Experimentemos	Desarrollar prácticas experimentales de acuerdo con los criterios seleccionados para diferenciar el dióxido de carbono, hidrógeno y oxígeno.
¿Aire o Aires?	Establecer una comparación de las observaciones realizadas y contrastar montajes y reflexiones, para construir una explicación de los fenómenos.	Socialicemos nuestros hallazgos	Socializar los resultados de las experiencias propuestas por medio de ayudas audiovisuales.

Tabla 2. Intencionalidades de la secuencia de actividades. Fuente Autor

3.2. SECUENCIA DE ACTIVIDADES

En la tabla 3, se describirán cada una de las actividades propuestas para la secuencia:

DISEÑO DE ACTIVIDADES DE LA SECUENCIA		
Etapa	Nombre de la Actividad	Desarrollo de la actividad
¿Qué es el aire?	Preguntemos ¿qué es el aire?	En primer lugar, se solicita la creación de un formulario de Google en el que realicen una encuesta para personas de sus familias o amigos, con el fin de indagar sobre las nociones de aire. Estas preguntas son diseñadas por cada grupo, y se solicita que se explique qué tipo de información se pretende recoger con cada pregunta y la importancia que esta información tiene para el estudio del aire.
	Socialicemos ¿Qué características reconocí?	De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas realizadas por los estudiantes, solicitar se generen unas categorías donde se relacionen las preguntas con características que se desean estudiar sobre el aire. Se espera dirigir la mirada hacia la importancia de reconocer la naturaleza de este.
¿Cómo estudiar el aire?	Construyendo un camino	Se comparte la lectura " INTERROGUEMOS EL AIRE: De la caracterización química del aire"(anexo 3), donde se realiza un pequeño recorrido por los conceptos de aire y gases. Los estudiantes, luego de la lectura deben realizar un mapa mental o conceptual, donde reflejen las siguientes preguntas: ¿Qué relaciones pueden establecerse entre las nociones de aire y el concepto de gas? ¿Qué dificultades se presentaban en el estudio del aire y los gases presentes en él? ¿Es posible caracterizar las propiedades del aire y establecer diferencias entre los compuestos presentes en él? ¿Cómo?

	Experimentemos	Desarrollar prácticas experimentales de acuerdo con los criterios seleccionados para diferenciar el dióxido de carbono, hidrógeno y oxígeno. Se establecieron dos tipos de experiencias las relacionadas a la obtención y captura de los gases y las relacionadas a la identificación. Para ello se construye una presentación en la plataforma Canva para los estudiantes.
¿Aire o Aires?	Socialicemos nuestros hallazgos	Los estudiantes por grupos de trabajo elaboran una pieza gráfica (poster, infografía, presentación, etc), que dan cuenta de las experiencias diseñadas en la actividad anterior. En esta socialización se espera que los estudiantes presenten las características que tuvieron en cuenta para el desarrollo de sus experimentos y la construcción de una afirmación donde se exprese lo que se entiende por aire.

Tabla 3. Diseño de Actividades. Fuente Autora

3.3. CONTEXTO DE IMPLEMENTACIÓN

La propuesta de intervención en el aula se desarrolló en el Colegio Evangélico Luterano de CELCO San Lucas, ubicado en la localidad de Kennedy, que tiene una vinculación con la Iglesia Luterana de Colombia; hace parte de un conjunto de cuatro colegios ubicados en diferentes ciudades, siendo la sede de Bogotá el más grande.

La implementación se llevó a cabo con 25 estudiantes de grado décimo A; si bien se desarrolla la propuesta con los dos cursos de este grado, solo se toma en cuenta los registros de este curso. Se realiza en el marco de la asignatura de química que cuenta con una intensidad horaria de tres horas semanales dentro del plan de estudios del área de ciencias naturales y educación ambiental.

En este sentido, durante el tercer periodo académico se desarrollan las temáticas alrededor de los gases, donde se ha abordado en oportunidades pasadas únicamente desde la relación con las variables de estado, por lo que se considera una oportunidad para pensarlos desde el comportamiento químico.

4. SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La sistematización de una experiencia educativa es ante todo una manera de recuperar y organizar los saberes que se construyen en las aulas de clase (Navarro & Roche, 2013. Pág. 2), desde donde los maestros realizan praxis de sus procesos, con la intención de comprender y reestructurar su práctica.

En este mismo sentido y siguiendo a Torres (1996, pág. 20) las características de la sistematización de experiencias introducen cambios en la mirada sobre la práctica pues se logra poner en perspectiva cómo reconstruir los saberes para generar reflexiones permanentes, que inviten al maestro y los estudiantes, a un cambio en las relaciones que allí acontecen.

[...] tal como lo esboza Torres Carrillo (1996), con ella se pretende explicitar, organizar y hacer comunicables los saberes adquiridos en la experiencia, convirtiéndolos en conocimientos consistentes y sustentados producto de una reflexión crítica sobre la práctica, generados a su vez por ella” (Navarro & Roche, 2013. Pág. 5),

Este capítulo está construido a partir de las reflexiones realizadas por la autora a la luz de la organización de las experiencias vivenciadas con los estudiantes en el recorrido por la secuencia de actividades diseñadas. Las actividades tuvieron un carácter flexible, admitiendo la posibilidad de cambio para recoger aspectos relevantes durante el transcurso de la intervención y se tomaron en cuenta la emergencia durante el proceso de situaciones nuevas e inesperadas vinculadas con el tema de estudio, puesto que la construcción misma de las actividades estaba cruzada por las experiencias propias de la autora en la construcción de sus significados alrededor de los conceptos sobre el aire.

Para el análisis de la secuencia “Del aire a los aires” se propone la organización de la información de las actividades realizadas, por fases de la propuesta, de acuerdo con una matriz de análisis retomada y ajustada a partir de un ejercicio realizado en

el espacio académico: La Ciencia como Actividad Cultural – 2021-I³⁵, en el cual se hace énfasis en la comprensión del maestro sobre su práctica educativa desde las preguntas que él construye.

Para este análisis se parte de tres preguntas que orientan las discusiones y reflexiones de las actividades propuestas:

- *¿Es posible a través de las actividades propuestas movilizar ideas acerca de las propiedades químicas del aire?*
- *¿De qué manera las actividades aportan para constituir el aire como un fenómeno de estudio?*
- *¿El desarrollo de experiencias prácticas en relación con el comportamiento químico del aire aportan a la construcción de preguntas o problemáticas en torno al aire?*

Antes de iniciar, es relevante abordar la discusión acerca de estas preguntas, destacando algunas características que permiten pensar el aire como un fenómeno de estudio.

Siguiendo a Sandoval et al. (2014) se hacen al menos tres precisiones que son importantes en la construcción de los fenómenos, en primer lugar, exige el establecimiento de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, por lo que el fenómeno no existe en sí mismo, si no es la estructuración de preguntas, criterios y análisis sobre un hecho en particular. En segundo lugar, no esconde verdades profundas que sean necesarias develar, sino que es la organización de las cualidades y efectos que se perciben. Por último, este no es estático, sino que en la medida en la que se va construyendo se reconfigura la mirada sobre este y por ende cambia los procesos de comprensión sobre el mismo.

³⁵ Espacio académico que hace parte de los programas de especialización y maestría del Departamento de Física del Universidad Pedagógica Nacional y que fue dirigido por los profesores Sandra Sandoval y Juan Aldana para el primer semestre del año 2021.

En este sentido, la pregunta por cómo construir el aire como un fenómeno de estudio requiere que los estudiantes, inicien por organizar sus experiencias sensibles desde la construcción de características que les permitan desarrollar criterios para su estudio, además de reconocer que estos pueden ser organizados para el diseño de experiencias prácticas que den cuenta de estas.

Por su parte, la segunda pregunta que está ligada a la movilización de ideas, hace referencia a como la organización del fenómeno, comienza a generar reflexiones sobre la organización del fenómeno, no solo para la organización de las observaciones, sino para la construcción de posibles explicaciones entorno a estas. Establecer que una secuencia de actividades corta puede generar la estructuración de bases teóricas que fundamenten el proceso, es muy pretencioso por lo que se espera, se puedan generar unas primeras aproximaciones a la construcción de un concepto sobre el aire.

Y, por último, la formulación de preguntas es una de las características que hace que un fenómeno trascienda de la observación despreocupada y que las experiencias pasen de ser entretenimiento para configurar una oportunidad para la construcción de significados y explicaciones sobre el mismo.

Es así, como se plantean criterios de observación de los registros obtenidos de las actividades realizadas con los estudiantes para cada una de las fases, con ello se pretende dar cuenta de la discusión alrededor de las preguntas señaladas y que dan pie para algunas reflexiones en torno a la manera en la que estas aportan en la práctica docente. Estos registros se agrupan de acuerdo con los criterios propuestos para el análisis en relación con la similitud y pertinencia de estos (cada criterio se subraya con un color diferente para poder ser diferenciado).

4.1. Fase 1. ¿Qué es el aire?

Las actividades propuestas para la primera fase estaban encaminadas a incentivar las preguntas acerca del aire por parte de los estudiantes, por ello cada grupo diseña una encuesta por la plataforma de Google Formularios (imagen 1) y posteriormente realizan el análisis de sus encuestas (imagen 2) a la luz de características que privilegiaron para hacer cada pregunta.

El Aire

Por medio de este formulario buscamos que los encuestados conozcan y resuelvan diferentes tipos de preguntas para tener un conocimiento más acercado al tema, para de esta forma tener un mayor acercamiento con el elemento.

kgutierrez@celcosanlucas.edu.co [Cambiar de cuenta](#)

*Obligatorio

Correo *

¿De que tipos de gases esta compuesto el aire? *

¿Por qué mientras más subimos geográficamente menos aire recibimos? *

Imagen 1. Encuesta realizada por los estudiantes

GRUPO X			
Pregunta	Categoría	Aspecto a Resaltar	Análisis de la pregunta
¿Qué es el aire? Describe en tus propias palabras	Categoría química	El aspecto de esta categoría es indagar químicamente su estructura, sabemos que es una pregunta abierta y cualquier tipo de explicación es correcta, por parte de nosotros esta sería nuestra respuesta: es un gas que se encuentra en el ambiente, el cual nos sirve para vivir dando a esto a que se relacione con la atmósfera.	Concluimos con 25 respuestas diferentes, que el aire es un gas transparente que está constituido por Oxígeno, dióxido de carbono, helio, neón, el cual es el predominante de la atmósfera.
¿Qué diferencia hay entre aire y atmósfera?	Categoría ambiental	El aspecto de esta categoría es encontrar las diferencias entre el aire y la atmósfera para que así mismo tengamos más claro este tema y esperamos que la respuesta fuera :Se denomina aire a la mezcla de gases que conforman la atmósfera terrestre dando a esto que el aire esté por todo el globo, pero la atmósfera solo se encuentra por capas.	Para tener más claro el concepto de aire y sus características que lo diferencian se hace esta pregunta, donde llegamos a una retroalimentación de respuestas definiendo que el aire es la mezcla de gases que conforman la atmósfera terrestre dado a esto que el aire este apartado del globo, sólo se encuentra por capas.
¿Cuáles son las causas de la contaminación del aire?	Categoría ambiental	A lo que queremos llegar con esta pregunta es poder analizar lo que las diferentes personas encuestadas piensan sobre la contaminación del aire y como el	La contaminación en todos los aspectos uno de estos son ambientales por eso queremos saber qué piensa la gente que contamina el aire y

Imagen 2. Análisis de la encuesta propuesta

Se estructuran cuatro criterios de análisis a partir de las respuestas generadas por los estudiantes, que permiten identificar elementos para las reflexiones de aula.

Estos criterios fueron contruidos desde la organización de los registros que son similares entre sí y que aportan a las tres preguntas que se abordan en este análisis³⁶:

- Nociones iniciales: A partir de las nociones iniciales sobre el aire que plantean los estudiantes se indaga sobre si se construye la idea del aire como un fenómeno de estudio. Se pone en juego el reconocimiento de criterios que

³⁶ Este sistema se mantiene para todas las demás matrices de análisis de las fases.

puedan ser útiles para la organización del fenómeno y preguntas que puedan ser encaminadas a este objetivo.

- Relación con otros conceptos: La relación que pueden establecer con otros conceptos permite que los estudiantes puedan pensar en características que pueden definir al aire, por lo que dan cuenta de posibles organizaciones que los estudiantes puedan desarrollar y se configuren como una oportunidad para diferenciar el concepto.
- Composición: Poner la mirada sobre las características del aire, lleva que se piense en la composición de este, lo que puede ser importante para reconocer características de diferenciación de los compuestos presentes en él.
- Eje Ambiental: La configuración del aire como un fenómeno de estudio esta atravesado por una preocupación por los problemas medio ambientales, por ello se establece como una categoría que los estudiantes resaltan y que brindan elementos para reconocer la interacción que el aire puede tener con otras sustancias y particularmente con los seres vivos.

De acuerdo con estos criterios se establece la siguiente rúbrica donde se intenta dar cuenta de las reflexiones que suscitan las experiencias y registros obtenidos en las dos primeras actividades propuestas en la secuencia a la luz de las preguntas que se plantean para el análisis.

Para ello se resaltan en colores las afirmaciones relevantes en la interpretación y análisis de los registros: azul para la primera, verde para la segunda y morada para la última pregunta³⁷. Se finaliza con un análisis sobre las preguntas propuestas.

³⁷ Hace referencia a las preguntas de análisis propuestas para el análisis de la secuencia de actividades, y se mantendrán en todas las matrices de análisis de las fases.

4.1.1. Nociones iniciales

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Qué es el aire?	Análisis de la Encuesta	Nociones iniciales.	<p>¿Qué es el aire? Pág. 2 Gru. A Pág. 10 Gru. C Pág. 14 Gru. D Pág. 24 Gru. E Pág. 28 Gru F -----</p> <p>¿Por qué el aire no se ve? ¿Por qué no se puede oler el aire? ¿El aire tiene sabor? Pág. 6 y 7 Gru. B</p>	<p>Al hacer una revisión sobre las preguntas que los estudiantes realizan en las encuestas se muestra claramente como los grupos inician con la generalidad sobre lo que es el aire, y en las respuestas que aportan en los análisis a esta pregunta se muestra una variedad de respuestas que son muy vagas y terminan por mencionar solo que este está compuesto por múltiples gases y que es esencial para la vida.</p> <p>Es importante resaltar que los estudiantes en los argumentos sobre el por qué resaltar este aspecto del aire, comienzan a preguntarse si ellos mismos conocen sobre este, aunque son muy vagas sus conclusiones es posible reconocer que se inicia a pensar sobre el aire más allá de la función biológica que este posee.</p> <p>En el segundo registro se puede evidenciar como los estudiantes inician a interrogar por propiedades del aire, más allá de su composición química.</p>
Análisis				
<p>El reconocimiento de las ideas iniciales de los estudiantes genera que estos comiencen a abordar el aire como un objeto de estudio que les permita, organizar sus experiencias sensibles, puesto que, aunque el aire se toma como un aspecto de la cotidianidad de los estudiantes, no es sino hasta que estos se preguntan por él, que se puede pensar en la construcción de este como fenómeno. En este sentido, la elaboración de preguntas que puedan suscitar formas de organización dichas experiencias e iniciar discusiones en relación con características que puedan ser de utilidad para tal fin, esto da cuenta de un primer paso a este complejo proceso tanto de reconocerlo como un fenómeno de estudio como de movilizar ideas sobre este.</p>				

Tabla 4. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Nociones iniciales.

4.1.2. Relación con otros conceptos

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Qué es el aire?	Análisis de la Encuesta	Relación con otros conceptos	<p>¿Cuál es la diferencia entre el aire y la atmósfera? Pág. 3 Gru. A Pág. 24 Gru. E Pág. 32 Gru. G -----</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre el humo y el aire? Pág. 7 Gru. B -----</p> <p>¿Crees que viento y aire son lo mismo? Pág. 17 Gru. D</p>	<p>La mayoría de los grupos se realizan cuestionamientos sobre la relación que existe entre el aire y otros conceptos asociados a los gases, como la atmosfera, el humo o el viento, esto puede deberse a que desde su experiencia estas son algunas de las aproximaciones más cercanas al estado gaseoso, por lo que se asume que pueden existir relación entre ellos.</p> <p>Las experiencias primarias se ven reflejadas en estas preguntas, dado que el viento y el humo son más cercanas a los sentidos dado que pueden verse o sentirse, aun así, no es hasta que se comienzan a interrogar por el aire que asumen estos como fenómenos ligados a los gases, dando particularidades a estos. También invitan a pensar sobre interacciones que pueden darse en la materia en este estado.</p> <p>En cuanto al aire, puede establecer categorías que empiecen a dar cuenta de la diferenciación de algunos componentes que están presentes en el aire, dado que no se comporta siempre de la misma manera.</p>
Análisis				
<p>El considerar que el aire es una concepción cotidiana, puede ser discutido en la medida en la que los estudiantes hacen explícitas otros conceptos que son más cercanos a sus sentidos como el viento y el humo y se cuestionan sobre sus similitudes, reconociendo que el aire termina siendo un concepto más grande y abstracto dado que lo relacionan a gases, pero no dan cuenta más allá de ello. Sin embargo, esta es una oportunidad para interrogar que características pueden ser usadas para la diferenciación de estos conceptos, dando lugar a generar categorías o criterios y con ello la posibilidad de pensar en formas de organización de estas experiencias.</p>				

Tabla 5. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Relación con otros Conceptos

4.1.3. Composición

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Qué es el aire?	Análisis de la Encuesta	Composición	<p>¿Cuál es la composición del aire? Pág. 3 Gru. A Pág. 7 Gru. B Pág. 11 Gru. C Pág. 26 Gru. E Pág. 29 Gru. F Pág. 33 Gru. G ----- ¿Cuál es la diferencia entre oxígeno y aire? Pág. 6 Gru. B ----- ¿Crees que puede haber aire sin oxígeno? Pág. 20 Gru. D</p>	<p>Cuando se realiza una búsqueda muy general en internet u otros medios, la definición del aire como una mezcla de gases es la primera afirmación que aparece, por ello el concepto de aire de los estudiantes se liga a esto y genera que la pregunta que surja en común en todos los grupos sea sobre la composición de este, entonces puede que esta pregunta termine siendo replicada desde internet, sin embargo, no se evidencia cómo están preguntándose sobre él o cómo diferenciar este tipo de compuestos en dicha mezcla y dan por hecho que esta es una verdad y no se cuestionan sobre el por qué. De hecho, en las afirmaciones que realizan cuando se les pide el análisis de la pregunta sobresale el hecho que asumen que la respuesta es que está compuesto por varios gases, aun cuando la naturaleza de estos no es realmente importante.</p> <p>Por otro lado, es importante anotar como en las reflexiones que establecen para estas preguntas y más evidentemente en las preguntas formuladas por los grupos B y D, los estudiantes privilegian el oxígeno, dando respuestas que se enmarcan en la importancia del aire por contener este gas, y esto será una constante a lo largo de toda la secuencia.</p>
Análisis				
<p>Una dificultad que subyace en la construcción del aire como un fenómeno, es la tendencia a replicar conceptos preestablecidos y que son de circulación masiva, lo que no permite que se encuentren caminos para preguntarse sobre esto, como se muestra en este caso, pues si bien los estudiantes aluden a una estructura del aire, no se cuestionan por esto, ya que lo dan por hecho, limitando un poco el ejercicio de desarrollar interrogantes como primer paso hacia la construcción del fenómeno. Por otra parte, es interesante el reconocimiento del oxígeno como uno de los gases que conforman la mezcla, dado que el privilegio a este se asocia a la concepción en términos de la utilidad del aire, por ejemplo, en la respiración, concepción que fue muy importante en varios desarrollos como se mostró en el capítulo dos.</p>				

Tabla 6. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Composición

4.1.4. Eje Ambiental

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Qué es el aire?	Análisis de la Encuesta	Eje Ambiental	<p>¿Cuáles son las principales consecuencias de la contaminación en el aire? Pág. 25 Gru. E / Pág. 32 Gru. G</p> <p>-----</p> <p>¿Qué es la contaminación del aire? Pág. 11 Gru. C</p>	<p>El pensar el aire lleva a los estudiantes comenzar a preguntarse sobre como ellos están relacionados con él y de qué manera se ven afectados por sus características, por ello la pregunta por la contaminación y los efectos que esto pueda tener sobre su salud esta puesta en la mayoría de los grupos.</p> <p>Estas pueden ayudar a pensar sobre las interacciones que puede tener el aire con otros fenómenos y puede permitir establecer relaciones que sean de utilidad para pensar en los diferentes componentes del aire, y como cada uno puede tener comportamientos diferentes frente a unas mismas condiciones.</p>
Análisis				
<p>Hasta el momento se establecían preguntas en relación con las características del aire, sin embargo, estas pueden ser una oportunidad para pensar en la interacción que los gases presentes en el aire tienen con otros compuestos e incluso con los seres vivos, abriendo una posibilidad para establecer otro tipo de criterios para su caracterización. En este sentido, el abordaje de estos interrogantes establece una posible ruta para la movilización de ideas ya que la comprensión sobre estos fenómenos que son de interés para los estudiantes podría dar elementos para establecer cómo se dan estas interacciones.</p>				

Tabla 7. Matriz de análisis fase 1. Criterio. Eje Ambiental.

Se hace relevante pensar sobre las diferentes preguntas que los estudiantes plantean, ya que estas dan un punto de partida para la comprensión de las ideas que se construyen sobre el aire.

En un primer lugar, la observación en relación a ¿qué es el aire?, es interesante de analizar puesto que es una de las preguntas más extendidas en los diversos formularios y además es la que da nombre a la fase de las actividades³⁸, esto permite cuestionar sobre la manera en la que se presenta la actividad, ya que influye en las nociones de los estudiantes, sin embargo, esta pregunta también es la primera que surge en la autora al iniciar el proceso de entender el aire como un fenómeno de estudio.

Es preciso señalar, en segundo lugar, que para que se inicie el proceso de entender el aire como un fenómeno de estudio es indispensable que se generen interrogantes que lleven al desarrollo de criterios de observación y el cuestionario puede entenderse como una actividad desencadenante, es decir, que suscita que se inicie a proponer categorías que los estudiantes privilegian sobre el aire, permitiendo que este se vaya construyendo como algo sobre lo que reflexionar y esto se evidencia en las preguntas por su comportamiento o composición.

Por otro lado, llama la atención aquellas que se plantean entorno a otros conceptos que pueden estar en relación, puesto que desde el planteamiento de la actividad, estas relaciones no estaban contempladas, por lo que emergen en la autora cuestionamientos en torno a cómo esto puede configurarse como una posibilidad para abordar los gases desde otra mirada y permiten la reflexión sobre como se pensaba en un inicio que el aire era un concepto cercano a los estudiantes, pero se evidencia que realmente es una construcción puesto que son los fenómenos atmosféricos como el viento los que se reconocen en las experiencias primarias, siendo estas relevantes para dar cuenta en las primeras aproximaciones a los fenómenos de estudio, y aportan elementos para determinar criterios en este caso de diferenciación.

³⁸ Importante resaltar que esto no era de dominio de los estudiantes.

La noción del aire como una mezcla de gases está ligada a la búsqueda del concepto en fuentes de información, puede verse cuando los estudiantes no están familiarizados con los compuestos que allí se mencionan, más allá del oxígeno y el dióxido de carbono, que son gases que comúnmente se nombran y sobre los cuales los estudiantes hacen mayor énfasis. Sin embargo, es necesario que se piense sobre cómo poder establecer que efectivamente existe más de un tipo de gas, por ello esta es una de las preguntas que inician el proceso por la diferenciación de los gases y cómo las propiedades de estas pueden jugar un papel relevante en este proceso.

Es importante resaltar que, existe en los estudiantes una tendencia a privilegiar el oxígeno en las formas en las que abordan las respuestas entorno a muchos de los cuestionamientos que realizan. Esto puede estar ligado a las formas de abordar las temáticas por parte de los docentes, puesto que muchas veces la autora ha hecho énfasis sobre la importancia de estos gases en muchos procesos, por lo que puede ser este un motivo por el cual los estudiantes los privilegian.

Por último, las preguntas alrededor de los contaminantes del aire y las implicaciones que esto tiene en la salud de los seres humanos, es una noción que está muy ligada al pensamiento ambiental que se ha venido desarrollando en la escuela, puesto que la enseñanza de la ciencia esta atravesada por lo que tiene que ver con lo ambiental. Estas preguntas por la contaminación del aire permiten entender la noción del aire como una mezcla, dado que los estudiantes reconocen que existen sustancias (aluden a las sustancias de generación antrópica) dentro del aire que pueden modificarlo y por ende generar daños en los seres vivos.

4.2.1. Propiedades del aire

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Cómo estudiar el aire?	Mapas Conceptuales	Propiedades del aire	<p>“Con base el tiempo iba avanzando, se fueron presentando y también se descartó de que existe un solo tipo de aire” Pág. 4 Gru. B -----</p> <p>“Se investigaron las diferencias y propiedades de los aires que recolectaban a partir de propiedades específicas” Pág. 8 Gru. D -----</p> <p>“Aunque las propiedades físicas del aire no son suficientes para poder determinar diferencias entre los compuestos presentes en él, se le atribuye la condición de materia” Pág.11 Gru. F</p>	<p>Los registros evidencian como los diferentes grupos enuncian parte de la lectura realizada en el marco de la actividad, sin embargo, no aparece ningún tipo de interpretación por parte de ellos, lo que puede significar que, si bien hacen la lectura, se limitan a buscar la forma de transcribirla a manera de mapa conceptual.</p> <p>Es importante señalar que los grupos resalta la importancia de las propiedades específicas para la diferenciación de los compuestos en el aire, de la tal manera que hablan sobre los aires. Sin embargo, esto también puede estar mediado por las observaciones que se hacen durante la lectura.</p>
Análisis				
<p>Esto lleva a preguntarse por el papel de la historia en la construcción de los fenómenos en la escuela, puesto que, si bien para la autora fueron relevantes en el recorrido que realiza, la manera en la que se aborda con los estudiantes aparentemente pasa desapercibido y puede deberse a que lo que es de interés para el maestro no necesariamente lo es para el estudiante. Sin embargo, el ejercicio permite resaltar algunas propiedades que pueden ser usadas para abordar la caracterización y con ello la diferenciación de los gases y que pueden ser referentes para que en el desarrollo de experiencias prácticas puedan organizar las observaciones que realizan.</p>				

Tabla 8. Matriz de análisis fase 2. Criterio. Propiedades del Aire

4.2.2. Diseño de Experiencias prácticas

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Cómo estudiar el aire?	Mapas Conceptuales	Diseño de experiencias prácticas	<p>“(…) La cuba hidroneumática tiene forma de una caja cromada con salida lateral. Se utiliza para la obtención de gases por desplazamiento de agua” Pág. 6 Gru. C -----</p> <p>“(…) permitiendo que estos entraran en un recipiente lleno de agua, que, al burbujear, se ubican en la parte superior sacando el agua del recipiente” Pág. 12 Gru F</p>	<p>Se hace evidente que los estudiantes replican lo propuesto en la lectura en relación con montajes experimentales, particularmente a lo que se refiere a la cuba hidroneumática; ningún grupo propone montajes adicionales que puedan ser establecidos para la última fase.</p> <p>La actividad se encamino a establecer relaciones entre las preguntas diseñadas por los estudiantes y algunas reflexiones sobre los problemas que llevaron a la construcción del concepto, sin embargo, los estudiantes no relacionan estas con la organización de prácticas experimentales, se limitan a describir lo propuesto, pero no se desarrollan preguntas o problemas alrededor de estas.</p>
Análisis				
<p>Para el diseño de esta actividad, era importante movilizar las ideas de los estudiantes para que estos pensaran criterios que les permitiesen elaborar propuestas experimentales para ponerlo en juego, sin embargo, la manera en la que se abordó, dejo de lado este propósito, generando que se replicará lo propuesto por la maestra, pero sin reflexión. En este sentido, esta actividad no propicia la construcción de preguntas, sin embargo, no se descarta que sea una posibilidad para ello, sino que se recomienda reconfigurar la manera en la que se presenta puesto que, a pesar de lo dicho, presenta características que pueden ser usadas como referentes en la construcción de criterios para la organización del fenómeno.</p>				

Tabla 9. Matriz de análisis fase 2. Criterio. Diseño de Experiencias Prácticas

La falta de cuestionamientos sobre la lectura puede deberse a la manera en la que se les presenta a los estudiantes, puesto que la importancia sobre la historia de cómo se realizaron los desarrollos de estas investigaciones, las preguntas y cuestionamientos que se hacían sobre los fenómenos se hizo muy rápidamente por lo que no se dio la relevancia necesaria y por ende paso a un segundo plano. Por otra parte, nace del interés del maestro por incluir parte de la historia de este recorrido, pero esto no se hace evidente para los estudiantes, generando que se quede como una información o una historia contada, pero no suscite reflexiones en ellos.

Se esperaba que se desarrollaran algunas propuestas sobre montajes experimentales que dieran cuenta de propiedades sobre los gases que los estudiantes reconocieran, sin embargo, de acuerdo con cómo estaba diseñada la actividad y como se dieron las indicaciones para su desarrollo no se logra, puesto que estos no se cuestionan la lectura y no profundizan sobre como esta información aporta para la diferenciación del aire. De acuerdo con ello, este ejercicio genera preguntas que puedan encaminar a desarrollos experimentales, dado que los estudiantes no aportan información adicional a la que se les presenta en la lectura, aun cuando se les solicita que piensen sobre esto.

Si bien dan cuenta de algunos desarrollos, en todos los casos son réplicas de lo propuesto en la lectura, lo que permite proponer que no hubo una movilización de ideas sobre el aire, sino que se generaron algunos conceptos que son muy amplios y vagos sobre los desarrollos históricos que dan cuenta de la construcción de este fenómeno.

4.3. Fase 3. ¿Aire o Aires?

Para esta última fase se proponen dos actividades: una serie de experiencias prácticas que se formulan a partir de los criterios de diferenciación que se establecieron en el capítulo 2 y una socialización (imagen 4 y 5) por parte de los estudiantes de las observaciones realizadas y una reflexión en torno a sus aprendizajes sobre el aire a lo largo de la secuencia de actividades.



Imagen 5. Infografía sobre las experiencias

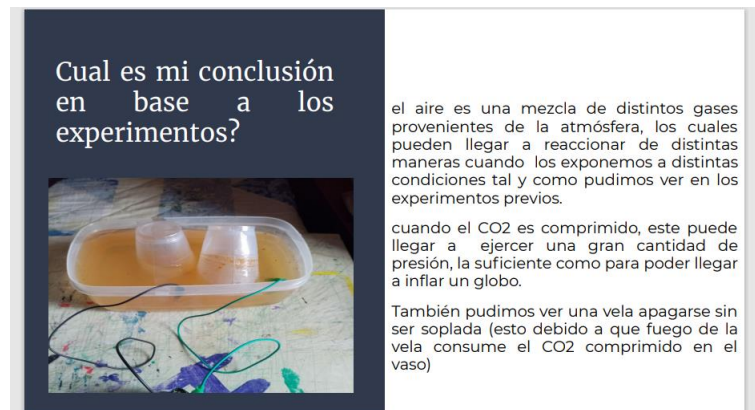


Imagen 4. Presentación de las experiencias.

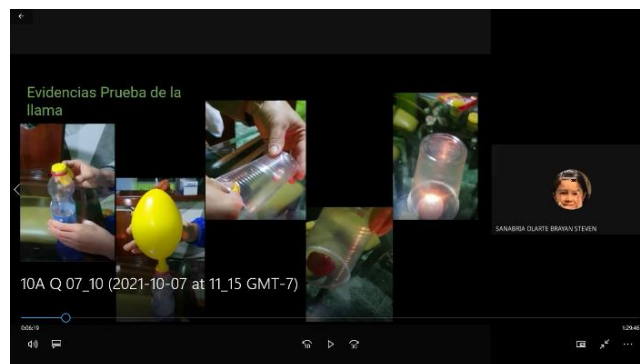


Imagen 6. Socialización de las actividades.

En esta fase para el análisis de las preguntas que se proponen, se establecen cuatro criterios los cuales guardan estrecha relación con lo propuesto en las actividades experimentales:

- Comportamiento a la llama: La caracterización del comportamiento de la llama frente a los tres gases propuestos como criterio para la diferenciación, a partir de la organización de las observaciones que los estudiantes realizan.
- Reactividad: El comportamiento del dióxido de carbono, hidrógeno y oxígeno frente a otras sustancias permitan dar cuenta de las transformaciones que ocurren en el aire o en los medios en los que circula y que se hacen evidentes debido al cambio de coloración, siendo este un recurso para su organización.
- Solubilidad: Las relaciones con variables de estado como la temperatura, la presión o el volumen para dar cuenta del comportamiento de los gases en general.
- De los aires: De las conclusiones a la que los estudiantes llegan luego de las experiencias prácticas trabajadas para establecer las observaciones, organización y movilización de ideas sobre el aire.

4.3.1. Comportamiento a la llama

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Aire o Aires?	Piezas Gráficas y Sustentaciones	Comportamiento a la llama	<p>“(…) entonces claro al hacer el experimento del vaso con las velas nos dimos cuenta de que por más que no se vea, o sea, se vea igual el vaso, no podemos llamar aire a mismo porque no reacciona de la misma manera.” - pág. 2 Est. A2</p> <p>-----</p> <p>“(…) Por ello el aire puede ser utilizado en diferentes estancias, cuando nosotros ponemos la vela, en el vaso con oxígeno y en el vaso con el dióxido de carbono, tiene diferencia en comportarse.” - pág. 5 Est. B2</p> <p>-----</p> <p>“También pudimos ver una vela apagarse sin ser soplada, esto debido a que el fuego de la vela consume el dióxido de carbono del experimento anterior, eh, comprimido en el vaso. El comportamiento del aire depende del entorno o el contexto, por ejemplo, en cada experimento vimos actuar al aire de diferente manera.” - pág. 9 Est. G1</p>	<p>La experiencia práctica alrededor de la interacción de los gases con la llama de una vela permite que se establezca una diferenciación entre ellos, evidenciándose en que los estudiantes reconocen que a pesar de la similitud física que presentan, el comportamiento de cada uno de estos es diferente y por ende no puede tratarse de un mismo gas.</p> <p>Es importante resaltar el hecho que los estudiantes inician a dar explicaciones del comportamiento químico de los gases que están presentes, sin embargo, la mayor parte asume que la presencia o ausencia del oxígeno es el responsable de los efectos vistos, sin tomar en cuenta que, a pesar de enriquecer con dióxido de carbono, no se ha modificado la cantidad de oxígeno presente. Se evidencia que se sigue privilegiando el oxígeno.</p> <p>Las experiencias prácticas se desarrollan sin una búsqueda previa de los resultados esperados y lo que se evidencia es que los estudiantes acuden a sus esquemas (como el privilegio de oxígeno) para intentar dar respuesta a los fenómenos observados y aun cuando se les solicito explícitamente que se pensara en preguntas, se alude únicamente a algún tipo de respuesta.</p>
Análisis				
Debido a que los instrumentos que se usaron para la recolección del hidrógeno y oxígeno no eran los adecuados para este proceso, muchos estudiantes (sobre todo aquellos que estaban en casa) no logran desarrollar las experiencias, y aunque se presenciaron en cámara no fueron tomados en cuenta por los estudiantes, dado que no se mencionan en las presentaciones sobre sus experiencias. En relación con la movilización de ideas, es importante resaltar que se sigue privilegiando al oxígeno en las explicaciones que se hacen sobre el comportamiento del aire, sin embargo, esta prueba da cuenta de cómo este es un criterio de diferenciación pertinente, ya que los estudiantes reconocen que existen comportamientos diferentes e incluso arriesgan algunas explicaciones.				

Tabla 10. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Comportamiento a la Llama

4.3.2. Reactividad

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Aire o Aires?	Piezas Gráficas y Sustentaciones	<p>Reactividad</p> <p>“(…) pues el oxígeno pues se oxido, osea, empezaron a salir las burbujas de oxígeno y el otro gas, la parte que tenía hidrogeno, estaba, se veía completamente diferente, incluso hasta cambiando de color el oxígeno, que se puso como un agua mucho más turbia.” Pág. 4 Est. D1 -----</p> <p>“(…) la mezcla de fenolftaleína con hidróxido de sodio nos daba un indicador de pH y que al soplar va a cambiar el agua de color, porque está reaccionando con el dióxido de carbono (…) en cada experimento detecté comportamientos que no conocía del aire, como el hecho de ser ayudante en la formación de óxidos a partir del cobre. (...)” Pág. 10 Est. G3 -----</p> <p>“(…) el agua con cal y filtrada envuelta en papel vinipel, el agua cambia de ser como transparentosa a tornarse a un blanco y eso es debido a que los restos de cal que aún seguían en el agua aun luego de haberla filtrado (...)” Pág. 12 Est. F1</p>	<p>Los estudiantes reconocen y hacen alusión a cambios de coloración para indicar que existe una transformación sobre los medios en los que se pone en contacto cualquiera de los gases, pero no plantean explicaciones para estos procesos y por ende solo se quedan en la descripción de lo observado.</p> <p>Por otro lado, se hace referencia a que los gases reaccionan de manera distinta en condiciones similares, lo que les permite hacer una diferenciación, particularmente entre el aire común, el oxígeno y el dióxido de carbono, esto indica que inician hacerse preguntas sobre el comportamiento químico, pero en relación con las transformaciones que ocurren con los medios y no en el aire mismo o los gases presentes en él. Sin embargo, estas preguntas ni se hacen explícitas en las presentaciones, ni surgen de un interés genuino por parte de los estudiantes, por lo que no aparecen intentos por dar respuesta a ellos a partir de explicaciones que puedan haber construido con las experiencias prácticas.</p> <p>Una vez más se hace referencia al oxígeno como uno de los gases más relevantes en el aire, esta vez en relación con los procesos de oxidación en los metales, dado lo observado en la electrolisis del agua sobre los electrodos de cobre, en los cuales se formó una capa de óxido.</p>	
Análisis				
<p>La reactividad como criterio para la diferenciación de los compuestos en el aire, es pertinente dado que los estudiantes reconocen que existen diferentes gases que bajo las mismas condiciones presentan comportamientos químicos diferentes y en este sentido también se construyen algunas organizaciones para sus experiencias que sugiere que la actividad es relevante en la construcción del aire como fenómeno de estudio. Por otra parte, dado los gases que se seleccionan el oxígeno nuevamente es resaltado y acentúa el privilegio de este gas en diferentes situaciones en las que se interactúa con el aire.</p>				

Tabla 11. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Reactividad

4.3.3. Solubilidad

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Aire o Aires?	Piezas Gráficas y Sustentaciones	Solubilidad	<p>“(…) entonces como lo dije anteriormente esto se debió a choque de partículas que cuando la temperatura aumenta, el mismo choque que provocara esta hará que se produzcan más burbujas o no.” Pág. 6 Est. B4 -----</p> <p>“(…) este experimento se basa en coger distintos tipos de agua y con un líquido específico, eh agregarlo o echarlo en el agua y el agua va a tomar un color, este color básicamente lo que dice o lo que logra identificar es la cantidad de oxígeno que hay en cada muestra de agua.” Pág. 8 Est. C2 -----</p> <p>“(…) bueno primero que el dióxido de carbono se puede separar del agua, segundo que hay aguas con diferentes niveles de oxígeno, eh, dependiendo de los niveles de oxígeno, eh puede haber vida, en bueno en el mar o en agua (…)” Pág. 10 Est. G3</p>	<p>Los estudiantes reconocen el efecto de la temperatura sobre la solubilidad de los gases en el agua, dado que en la primera experiencia con agua carbonata evidencian la liberación de burbujas y en las muestras de oxígeno la coloración del agua, incluso ponen en juego algunas explicaciones en torno al movimiento de las partículas como factor responsable del fenómeno. Las experiencias no suscitan reflexiones sobre como este puede ser un parámetro para diferenciar los tipos de gases.</p> <p>Se generaron preguntas entorno a la importancia del oxígeno para la vida, sin embargo, no se alude de igual manera al dióxido de carbono, resaltando nuevamente la importancia del oxígeno en los procesos, en este caso físicos que ocurren en interacción de alguna sustancia con el aire.</p>
Análisis				
<p>Como criterio de diferenciación la solubilidad no jugó un papel relevante, puesto que los estudiantes no realizan ningún tipo de organización que sea pertinente para la comparación entre propiedades de los gases, aunque hacen una pequeña alusión a esto cuando establecen la diferencia en los recipientes que contienen oxígeno e hidrógeno, evidenciando que el hidrógeno pareciera que se “desprende” con mayor facilidad. Por otra parte, las experiencias prácticas propuestas no fueron relevantes para este fin, sin embargo, si genera preguntas en torno a cómo se puede generar relaciones entre los gases disueltos y las formas de vida marinas, configurándose como una oportunidad para abordar en mayor profundidad dicho proceso, aun cuando una vez más este ejercicio, centra sus reflexiones en el oxígeno.</p>				

Tabla 12. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Solubilidad

4.3.4. De los Aires

Fase	Análisis		Situaciones para destacar	
	Tipo de registro	Criterio	Registros	Interpretación
¿Aire o Aires?	Piezas Gráficas y Sustentaciones	De los Aires	<p>“(…) nosotros también damos por hecho que sabemos que es el aire, pero nadie puede dar una justificación sensata sin haberlo estudiado. Esta fue la primera parte, que a nuestro parecer genera hacernos dudar sobre lo que es.” Pág. 2 Est. A2 -----</p> <p>“Las experiencias que realizamos con el aire nos ayudó a concluir que el aire interactúa y afecta mucho su entorno, haciendo que su entorno sea afectado por su presencia o ausencia y también afecta algunas reacciones.” Pág. 10 Est. F2 -----</p> <p>“Según las experiencias que nosotros tuvimos estos experimentos nos dejan como explicación que no solo existe un tipo de aire, sino que vamos a encontrar muchos gases como el dióxido de carbono, el hidrogeno y el oxígeno, ya que fueron los que nosotros manejamos.” Pág. 12 Est. E2</p>	<p>A partir de las experiencias prácticas realizadas se reconoce que en el aire existe una mezcla de gases que tienen comportamientos químicos diferentes, por lo que la alteración en este genera que se modifique la interacción con otras sustancias.</p> <p>Es importante resaltar que los estudiantes manifiestan que a pesar de reconocer la importancia del aire y que resulta familiar el concepto, no se tienen claras las características de este y no es hasta que se inicia un proceso por hacer preguntas sobre este que pueden realizar observaciones y reconocer características que sean pertinentes para elaborar explicaciones.</p> <p>El conjunto de actividades permite que los estudiantes cuestionen algunas características del aire y lo reconozcan como una mezcla de gases, pasando de únicamente la recopilación de información procedente de páginas de internet, sino que a partir de las experiencias prácticas logran dar cuenta de los diferentes comportamientos químicos de los gases, presentes en esté.</p>
Análisis				
<p>Una de las reflexiones que permite evidenciar que hubo un proceso que genero la movilización de ideas y la construcción del aire como un fenómeno, es aquella donde los estudiantes nuevamente hacen alusión la composición del aire, pero esta vez lo argumentan desde sus experiencias, además reconocen que antes de iniciar el proceso, el aire aunque se considere cotidiano, no representa en los estudiantes un interés por lo que no construyen conceptos alrededor de este, no es sino hasta que formulan preguntas que pueden organizar las experiencias para poder dar cuenta de algunas explicaciones sobre este.</p>				

Tabla 13. Matriz de análisis fase 3. Criterio. Del aire a los Aires

En primer lugar, a pesar de establecer con los estudiantes que se esperaba además de dar cuenta de las observaciones realizadas en las experiencias prácticas, se intentara generar algún tipo de explicación sobre lo ocurrido, los estudiantes solo expresan un proceso de comparación y atañen lo sucedido únicamente a la presencia o ausencia del oxígeno atmosférico, dejando fuera las experiencias realizadas en tanto al comportamiento de la llama frente al hidrógeno, e incluso solo un grupo hace referencia a lo que sucede con el oxígeno que se logró aislar por medio de la electrolisis.

Una segunda reflexión sobre esta fase se enmarca en reconocer que cuando se diseñaron las experiencias prácticas a partir de los montajes que se realizaron previamente por la autora, no fue evidente el proceso de oxidación del cobre en la electrolisis, puesto que los electrodos usados fueron de carbono, sin embargo, en las experiencias realizadas con los estudiantes se trabajó electrodos de cobre. Esta situación permite pensar en cómo el maestro debe estar preparado para responder frente a situaciones que puedan emerger o a observaciones que los estudiantes realizan que pudieron ser pasadas por alto por el docente, para lograr encaminar estas a los objetivos con los que se proponen las experiencias.

Para el tercer criterio entorno a la solubilidad, se puede establecer que este es difícil cuantificar y por medio de las observaciones cualitativas no se reconoce de manera clara la diferencia entre los gases, por lo que no se logró dar cuenta de lo que se pretendía con estas experiencias, se pasa por alto el objetivo de la diferenciación de los gases.

En la fase tres al ser el cierre de la secuencia de actividades, se hace una reflexión más amplia de las tres preguntas que se formulan para la sistematización de esta experiencia, permitiendo desarrollarlas en cada una de las matrices de esta fase.

4.4. De las preguntas planteadas

Es indispensable volver sobre las preguntas que se plantean para el análisis de la secuencia de actividades:

- *¿Es posible a través de las actividades propuestas movilizar ideas acerca de las propiedades químicas del aire?*
- *¿De qué manera las actividades aportan para constituir el aire como un fenómeno de estudio?*
- *¿El desarrollo de experiencias prácticas en relación con el comportamiento químico del aire aportan a la construcción de preguntas o problemáticas en torno al aire?*

De esta forma a manera de cierre se pueden establecer algunas reflexiones en torno a estas preguntas:

En primer lugar, en cuanto a la movilización de ideas, es importante destacar que la elección de los gases a los cuales se les realizó las pruebas, debido a que eran los que se podían caracterizar con mayor facilidad, termina reforzando la idea de una mayor importancia al oxígeno y al dióxido de carbono, que es una de las concepciones más fuertes desarrolladas a lo largo de la secuencia.

En segundo lugar, a partir de los experimentos, no se evidencia de manera clara que preguntas quedan acerca del aire, sus interacciones o reacciones, aunque inician un proceso por organizar las observaciones para intentar dar cuenta de la concepción del aire como una mezcla de gases. Esto es evidente en la socialización que realizan los estudiantes, aunque otro punto importante a señalar es que cada grupo se queda con sus propias explicaciones pues solo retoman sus propias experiencias y no dan importancia a comentarios o preguntas que otros grupos se hayan formado.

Por último, si bien la idea general de la propuesta experimental se desarrolla de manera satisfactoria puesto que logra dar cuenta de unos criterios que permiten la diferenciación de algunos gases presentes en el aire, frente a la particularidad de

cada experiencia no se logra profundizar sobre una explicación que dé cuenta de la observación realizada y uno de los factores que más influencia tiene en esto es el tiempo de realización puesto que para que se generen explicaciones más cercanas al conocimiento científico es necesario la reflexión permanente, situación que no fue posible realizar.

Además, es importante discutir sobre cómo las condiciones en las que se realizan las experiencias en términos de los recursos para hacerlo (materiales, reactivos y equipos) o de los espacios (no existe laboratorio y se realizó con los estudiantes en alternancia), es importante puesto que esto puede generar dificultades con la realización de las prácticas experimentales. En este mismo sentido, reconocer que existe una dificultad en la realización de experiencias en el modelo de alternancia, puesto que los estudiantes que estaban desde casa no lograron desarrollar algunas de las experiencias por lo que no dan cuenta de ellas.

5. CONSIDERACIONES FINALES

El describir el aire como un fenómeno de estudio implicó que se pensara sobre el cómo construir criterios que fuesen relevantes para organizar las experiencias sensibles y transformarlas en propuestas que generaran significados por medio de la caracterización de propiedades de los gases que lo conforman, en este sentido inicialmente es importante que el maestro coloque sus propias reflexiones en juego, puesto que la manera en la que este se relaciona con el conocimiento científico influye en el aula de clase.

Para ello fue relevante, las aproximaciones teóricas que se desarrollaron desde el análisis de algunos textos de los científicos abordados, las cuales generan preguntas entorno a cómo se fue construyendo las reflexiones sobre la naturaleza del aire, reconociendo que esta naturaleza no era la pregunta que motivo las investigaciones, sino que estuvieron involucrados los procesos de comprensión de la respiración, la fotosíntesis o la calcinación.

De igual manera, cabe resaltar el papel que jugó la actividad experimental en la construcción de las experiencias para la autora, ya que desarrollaron ideas e inquietudes que fueron relevantes para pensar los montajes experimentales que ampliaron las comprensiones sobre el fenómeno en construcción.

En este sentido, el identificar criterios teóricos y experimentales, para la construcción de la secuencia de actividades “Del aire a los Aires” con estudiantes de grado décimo, a partir de la caracterización de las propiedades químicas de los gases presentes en él, requirió una transformación en la manera de entender y hablar sobre el estudio de los gases, por lo que se logra establecer comportamientos químicos que permitieron la diferenciación del oxígeno, dióxido de carbono e hidrógeno, a partir de los criterios diseñados.

Se inicia junto con los estudiantes de grado décimo un proceso de organización de los fenómenos alrededor del aire, que implicó la clasificación, comparación y ordenamiento de las cualidades inherentes al comportamiento de los gases en términos de la interacción de esto con una llama, la reactividad y la solubilidad. Lo

cual muestra que la actividad experimental puede generar preguntas sobre cómo se pueden diferenciar y caracterizar los gases.

Es así como, la sistematización de la implementación de la secuencia de actividades a la luz del papel de la experimentación, generan reflexiones sobre la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias, y esto permite entender el experimento como una actividad íntimamente ligada a las maneras de comprender y explicar fenómenos. Además, se establecen como una oportunidad para elaborar propuestas de trabajo en el aula clases.

En este sentido el recorrido realizado en este trabajo pretende dar cuenta de la profunda relación que existe entre los esquemas conceptuales del maestro y las que pueden ser construidas por los estudiantes mediante algunas experiencias, lo que configura la actividad experimental como una necesidad en la educación en ciencias. Sin embargo, no desde una mirada tradicional de esta actividad donde se repitan fórmulas y se les pida a los estudiantes observar ingenuamente, sino desde la construcción de fenómenos donde los procesos u objetos puedan ser transformados en objetos de estudio para el desarrollo de explicaciones desde la construcción de marcos conceptuales científicos.

Por último, es relevante resaltar como este no es un trabajo concluido con una respuesta única a la pregunta de investigación, y mucho menos a las preguntas que suscita el estudio del comportamiento de los gases, por lo que con los análisis de los textos y las experiencias desarrolladas, se generan preguntas alrededor de como estos estudios ayudaron a la configuración de nuevos fenómenos particularmente aquellos que tienen que ver con la discretización de la materia y las aproximaciones a la medición de masas que se empiezan a establecer desde entonces.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3-15.
- Asimov, I. (1999). Capítulo 4: Los Gases. En *Breve Historia de la Química* (págs. 32 - 42). Alianza Editorial .
- Avendaño, A., & Gómez, O. (2013). *Construcción de Explicaciones de las Propiedades de los Gases*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Baker, J., & Allen, G. (1970). Fotosíntesis. En J. Backer, & G. Allen, *Biología e Investigación Científica* (págs. 12-50). Bogotá.
- Black, J. (1756). *Experiments upon Magnesia Alba, Quick-Lime, and some other Alkaline Substances*. Recuperado el Abril de 2021, de <http://web.lemoyne.edu/~giunta/Black.html>
- Carrascosa, J., Pérez, D., Vilches, A., & Valdez, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Cavendish, H. (1766). *Experiments of Factitious Air*. Recuperado el Mayo de 2021, de <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1766.0019>
- Dalton, J. (1805). Sobre la absorción de gases por el agua y otros líquidos. *Memorias de la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester*. Recuperado el agosto de 2021, de <https://web.lemoyne.edu/~giunta/dalton52.html>
- García Ruiz, M., & Calixto Flores, R. (1999). *Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica*. Recuperado el Agosto de 2021, de . Perfiles Educativos: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13208408>
- Giordan, A., Raichvarg, D., Drouin, J. -M., Gagliardi, R., & Canay, A. M. (1988). Evolución del Significado de un Conocimiento. *Historia del Campo*

- Conceptual de la Respiración. En A. Giordan, D. Raichvarg, J. -M. Drouin, R. Gagliardi, & A. M. Canay, *Conceptos de Biología. Tomo I* (págs. 87 - 125). Madrid: Labor.
- Herrera, J., & Herrera, W. (2013). *El Papel de la Actividad Experimental en la Caracterización del Comportamiento de los Gases*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Jean, G. (1989). Por una Pedagogía del No. En *La Infancia y la Pedagogía* (págs. 31 - 72).
- Lavoisier, A. (1777). Memorias sobre la combustión en general. *Memoria de la Academia de las Ciencias*. Recuperado el septiembre de 2021, de <https://web.lemoyne.edu/~giunta/lavoisier1.html>
- Lavoisier, A. (1778). *Memoria sobre la naturaleza del principio que se combina con los metales durante su calcinación y que aumenta su peso*. Recuperado el Septiembre de 2021, de <https://web.lemoyne.edu/~giunta/lavoisier.html>
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala. (2013). La actividad experimental: Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica*, 119 - 138.
- Navarro, A., & Roche, A. M. (2013). Investigación en Educación: Los Procesos de Sistematización de Experiencias Educativas. *Oficios Terrestres*, 1(29), 1 - 17. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/27213/CONICET_Digital_Nro.f2faff3c-dcbe-4129-844d-836cafc20cc8_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Priestley, J. (1772). Directions for impregnating water with fixed air, In order to communicate to it the peculiar spirit and virtues of Pyrmont water and other mineral waters of a familiar nature. Londres : Printed by J Jhonson.
- Priestley, J. (1775). *Experiments and Observations on Different Kinds of Air. Vol II*. Recuperado el Abril de 2021, de <http://web.lemoyne.edu/~giunta/Priestley.html>

Sosa, A., & Rodriguez, O. (2014). La experimentación en la clase de ciencias de primaria: aportes de la historia y la epistemología de las ciencias. *Conferencia latinoamericana internacional de history and philosophy of science teaching group*.

Torres, A. (1996). La Sistematización como Investigación Intepretativa Critica: Entre la Teoría y la Práctica. *Seminario Internacional Sobre Sistematización y Producción de Conocimiento para la Acción.* , (págs. 1 - 23). Santiago de Chile.

7. ANEXOS

7.1. Secuencia De Actividades “Del Aire A Los Aires” (Anexo 1)

Ver completa en: canva.com/design/DAEmivl1bB0/5WXhWaZ10fgOXo_n67ShuA/view



ACTIVIDAD 1

PREGUNTEMOS SOBRE EL AIRE

¿El aire?

Desde la antigüedad los seres humanos nos hemos preguntado sobre las impactantes tormentas y los grandes vientos y establecimos relaciones importantes de estos fenómenos con mitos, leyendas. Poco a poco se ha demostrado los vinculados de estos a los movimientos de aire y se van estableciendo teorías acerca de esto.

Sin embargo, lo que es aire como tal aún hoy en la cotidianidad es difícil determinarlo puesto que es una sustancia que escapa a nuestros sentidos.

Actividad

Reúnete junto con otros tres compañeros y diseña un formulario google donde realices preguntas a tus conocidos cercanos acerca del aire. Piensa que características te parecen importantes sobre este.



ACTIVIDAD 2

SOCIALIZACIÓN: ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS ENCONTRE?

Una vez aplicadas las encuestas a diez personas por grupo, vamos a separar estas preguntas con sus respectivas respuestas en categorías que nos permitan organizar la información. A partir de estas dar respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué características nos permite establecer sobre el aire esta pregunta?
- ¿Las respuestas a las preguntas son las que esperabas?
- ¿Cómo establecer qué es el aire? ¿Cómo estudiarlo?



ACTIVIDAD 3

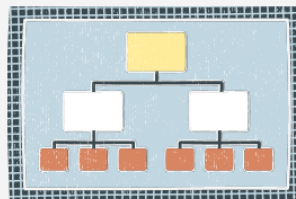
¡CONSTRUYENDO UN CAMINO!

ACTIVIDAD

Realicen la siguiente lectura y socialicen las siguientes preguntas orientadoras:

1. ¿Qué relaciones pueden establecerse entre las nociones de aire y el concepto de gas?
2. ¿Qué dificultades se presentaban en el estudio del aire y los gases presentes en él?
3. ¿Cómo caracterizar las propiedades químicas de diferentes gases que pueden obtenerse en reacciones químicas?

De acuerdo con las respuestas a estas preguntas y otra información adicional que puedan obtener (no olviden la bibliografía de donde la toman) diseñen un mapa conceptual o mental que recoja las discusiones que aborda la lectura.



ACTIVIDAD 4

¡EXPERIMENTEMOS!

A partir de la lectura realizada, entendimos que la caracterización de las propiedades químicas de los aires van a permitir una configuración del concepto de aire como una mezcla de gases.

Por ello junto con tus compañeros de equipo desarrollarán una serie de experiencias prácticas inspiradas en las diseñadas por Joseph Black, Joseph Priestley, Henry Cavendish y John Dalton, para caracterizar las propiedades de los gases.

Para ello como insumo tendrán una serie de videos que les permitirán realizar las experiencias en individual y luego por grupos socializar los hallazgos realizados.

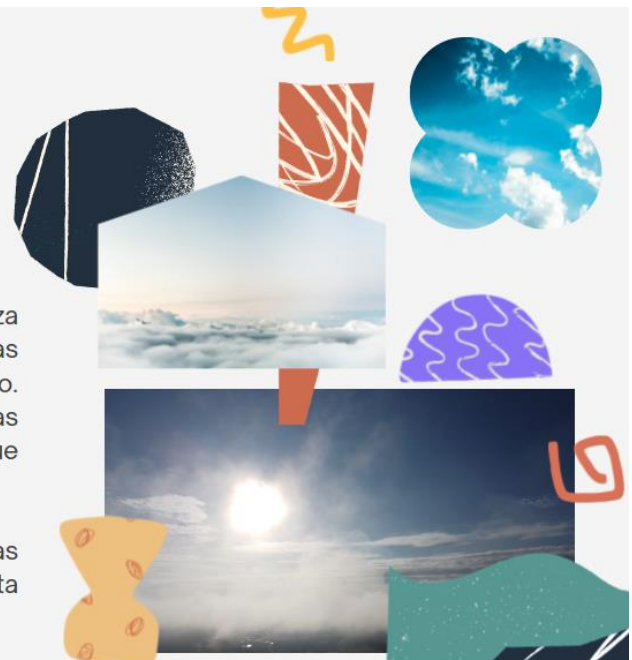


ACTIVIDAD 5

SOCIALICEMOS NUESTROS HALLAZGOS

Con tu grupo de trabajo han de diseñar una pieza gráfica que permita visualizar los hallazgos de las actividades experimentales, socializados por el grupo. Deben incluir las hipótesis pensadas, las observaciones realizadas y conclusiones a las que llegaron.

Luego, diseñar nuevamente las preguntas realizadas en la primera actividad a la luz de lo estudiado en esta serie de actividades.



7.2. Cartilla Intencionalidades (Anexo 2)

Ver completo en: https://www.canva.com/design/DAEkL-RjcCk/E4Ls-WldjN97TO1pgmdcpg/view?utm_content=DAEkL-RjcCk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink



7.3. Escrito Actividad 3. Interrogemos el Aire (Anexo 3)

INTERROGUEMOS EL AIRE. De la caracterización química del aire

Karen Gutiérrez

El reconocimiento de la existencia de los estados de la materia se da desde que somos pequeños, y por medio de la experiencia se van formando ideas alrededor de ellos, por lo que constantemente se generan preguntas sobre su constitución o formación. Estas preguntas han sido una constante en la historia y por ende las formas de investigar y las respuestas que se plantean han variado.

Desde la antigüedad con algunas escuelas de pensamiento griego se ha interrogado a la naturaleza, realizándose preguntas sobre la razón de ser de las cosas y los seres vivos. Esto llevó a ciertos filósofos a desarrollar múltiples teorías sobre la constitución del mundo natural, entre ellas aquella que proponía que todo lo que existe está formado por cuatro elementos, aire, tierra, agua y fuego. Estos interrogantes, se van a configurar como una tradición que se heredan y durante mucho tiempo la mirada estaba puesta sobre determinar cuál de estos elementos era el inicio de todo.

Entonces las preguntas ¿qué es el aire? y ¿cómo este se relaciona con diversos fenómenos?, han sido una constante. Sin embargo, es hasta luego de iniciado el periodo del renacimiento y con él, la primera revolución científica que la preocupación por aire como un elemento fundamental para dar explicaciones a fenómenos observados, toma relevancia con procesos como la calcinación, la combustión, la respiración u otros que fueron documentados por los alquimistas de los siglos XV al XVIII (Backer & Allen, 1970). Los escritos de esta época referencian la obtención de “Aires” o “Vapores” que se desprendían de líquidos volátiles, sin embargo, dado que las preguntas que estos se realizaban no están



Ilustración 1. María la Judía. Fue una mujer alquimista que vivió entre el siglo I y el siglo III d.C. en Alejandría.

encaminadas a entender qué eran, cómo se formaban o que las caracterizaban, no se había desarrollado instrumentos que permitieran su estudio¹.

Es finalizando el siglo XVI y entrado en siglo XVII que Jean Baptiste Van Helmont (1577 – 1644) realiza experimentos alrededor del crecimiento de las plantas y es de los primero en estudiar los vapores que el mismo producía, particularmente aquel que se desprendía de la quema de la madera, al cual denomino Gas Silvestre². Para Van Helmont, esta es una sustancia parecida al aire, sin volumen, ni forma determinada semejante al *Chaos*³ (Asimov, 1999), que dada su pronunciación flamenca, esta termina por dar origen a la palabra gas.

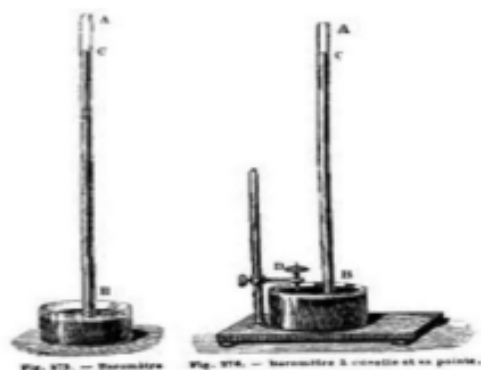


Fig. 373. — Barómetro.
Fig. 374. — Barómetro & conexión al res. p. 1011.
Ilustración 2. Barómetro de Torricelli. Experimentos sobre la presión.

Con la revolución científica, se dio origen a la neumática como ciencia del estudio de los gases, Galileo, Torricelli, Pascal, entre otros, se interesaron por comprender el comportamiento físico del aire, atribuyéndole la condición de materia, y estudiaron propiedades como la masa, el peso y el volumen (Avendaño & Gómez, 2013). Es importante aclarar que las propiedades físicas del aire no son suficientes para poder

determinar diferencias entre los compuestos presentes en él, puesto que el comportamiento bajo condiciones ambientales de muchos de los gases es muy similar entre sí.

Así que la pregunta por la naturaleza independiente de cada gas, este aún no estaba sobre la mesa, y se habría de esperar a encontrar un método para la recolección de otro tipo gases que se obtenían en diferentes reacciones. Una vez iniciado el estudio de sus propiedades químicas se pueden establecer diferencia entre lo que se va a denominar como: aires, debido que hasta este momento se entendía el aire como una única sustancia.

Según el texto de Asimov (1999) “había que vencer el miedo a una sustancia tan difícil de coger, confinar y estudiar”, por lo que en 1727 Stephen Hales, desarrolla la cuba

¹ Al ser difíciles de recolectar, por mucho tiempo estos vapores pasan desapercibidos y aunque se documenta su existencia, se hace más desde los olores que se desprenden.

² Dióxido de Carbono en la actualidad.

³ Traducido a Caos: según la cosmogonía griega es aquello que existe antes que el resto de los dioses y fuerzas elementales, es decir, el estado primigenio del cosmos.

hidroneumática, con la cual, se da un importante paso para la recolección de estas sustancias y aunque no realiza un estudio detallado sobre estos, si abre la posibilidad para que otros estudios puedan ser desarrollados luego de él.

La cuba hidroneumática (ver ilustración 3), es un instrumento de laboratorio que se utiliza para la recolección de gases. Hales encontró la manera de recolectar diferentes “aires” que eran obtenidos por reacciones químicas, aislándolo del aire común, al permitir que estos entraran en un recipiente lleno de agua,



Ilustración 3. Cuba Hidroneumática diseñada por Hales.

que, al burbujear, se ubican en la parte superior desplazando el agua fuera del recipiente. Esta es una técnica que aún se usa y que es muy valiosa para el estudio y caracterización de dichos compuestos.

Sin embargo, la posibilidad de abordar la naturaleza del aire requirió ir más allá de la captura y producción de sustancias; para ello fue importante iniciar a diferenciar las propiedades de los “aires” que se estaban obteniendo, a partir de la reactividad, toxicidad, solubilidad, entre otras propiedades específicas.

Joseph Black en sus obras caracteriza el aire Fijo⁴, un gas cuyas propiedades y comportamientos son opuestos a las del aire respirable⁵ (Herrera & Herrera, 2013). Preguntas como: ¿puede el aire fijo recogerse sobre agua?, ¿por qué no es respirable?, ¿por qué no mantiene la llama? o ¿qué tipo de compuestos puede formar? fueron un punto de referencia, puesto que permitieron interrogar las propiedades de este tipo de aire, y esto abrió el camino para el estudio de otros.

Cavendish y Priestley plantearon nuevas experiencias sobre el comportamiento del aire fijo y otros aires como el desflogisticado o inflamable⁶. Por ejemplo, los montajes diseñados por Priestley (ver ilustración 4) para reconocer la interacción de las plantas con la atmosfera lo

⁴ Otra manera de llamarle al Dióxido de carbono.

⁵ O aire común, recolectado de la atmosfera y principal referencia de comparación.

⁶ Hoy Oxígeno e Hidrógeno.

llevaron a relacionar los gases presentes en la respiración y los producidos por la fotosíntesis (Backer & Allen, 1970) .



Ilustración 4. Montajes realizados por Priestley

Estas son algunas de las experiencias trabajadas por los científicos para comprender como los aires se comportaban químicamente, ahora es nuestro turno para pensar cómo podemos caracterizar las propiedades químicas de diferentes gases presentes en el aire.

¡Construyamos juntos el camino que estos científicos recorrieron para entender estas propiedades y lograr la diferenciación de los aires!

BIBLIOGRAFÍA

- Asimov, I. (1999). Capítulo 4: Los Gases. En *Breve Historia de la Química* (págs. 32 - 42). Alianza Editorial .
- Avendaño, A., & Gómez, O. (2013). *Construcción de Explicaciones de las Propiedades de los Gases*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Backer, J., & Allen, G. (1970). Fotosíntesis. En J. Backer, & G. Allen, *Biología e Investigación Científica* (págs. 12-50). Bogotá.
- Herrera, J., & Herrera, W. (2013). *El Papel de la Actividad Experimental en la Caracterización del Comportamiento de los Gases*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.