



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CRÍTICO SOBRE LA
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CALIDAD DEL AIRE, CON
LOS ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO DE LA I.E SAN
JOSÉ OBRERO**

Daniel Camilo Mora Aristizábal

Hamilton Caro Carmona

David Alexander Tabares Ruíz

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019



Aprendizaje significativo crítico sobre la composición química y calidad del aire, con los
estudiantes de grado décimo de la I.E San José Obrero

Daniel Camilo Mora Aristizábal

Hamilton Caro Carmona

David Alexander Tabares Ruiz

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Licenciado en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación
ambiental**

Asesores (a):

Darlin Arledy Pulgarín Vásquez

Magister en investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales

Diana Estella Gallego Madrid

Magister en cultura científica y de la innovación

Línea de Investigación:

Aprendizaje Significativo Crítico en la Enseñanza de la Química

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019

(Dedicatoria o lema)

Queremos agradecer de manera individual, ya que, aunque el presente trabajo es grupal;

“todos somos diferentes y en la diversidad está la riqueza, y en la unión la fuerza...”

DANIEL CAMILO MORA ARISTIZABAL

A Dios por darme la guía en todo momento, a mi madre hermosa por siempre apoyarme y ser mi principal motivación en la vida, a toda mi familia por siempre estar ahí, a la memoria de mi padre Eduardo Mora por dejar una huella gigante en mí y por último al grupo de trabajo compuesto por: las asesoras Darlin Pulgarin y Diana Gallego por guiar el proyecto de la mejor manera y hacerme disfrutar siempre el proceso de práctica pedagógica, a la maestra cooperadora Marisol Lopera y a mis compañeros David y Hamilton.

HAMILTON CARO CARMONA

A mi tío Lubin Ángel (de noche y de día), a la memoria de mi madre y padre; cuyos actos (amor y pasión), hicieron posible mi existencia. A la Universidad de Antioquia y con ello me refiero a todos mis compañeros y profesores, en general a todas las personas que impulsaron e hicieron posible el desarrollo de este trabajo, en especial al bloque tetra D:

(Daniel, David, Darlin y Diana) y “a mí mismo por persistir...”

DAVID ALEXANDER TABARES RUIZ

Primero que todo a Dios por darme la fortaleza y paciencia para soportar los días de adversidad, a mi familia por apoyarme en mis sueños y metas, a mis asesoras, Darlin Pulgarín y Diana Gallego por ayudarnos a darle vida a este gran proyecto, a Marisol y los estudiantes de la I.E. San José Obrero por tenderme las manos cuando más lo necesitaba.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del Problema	15
1.2. Objetivos	21
2. ANTECEDENTES	23
3. MARCO TEÓRICO	29
3.1 Aprendizaje significativo crítico	30
3.2 Asuntos sociocientíficos enseñanza de las ciencias	41
3.3 Unidades didácticas como herramienta para la TASC	43
4. MARCO LEGAL	48
5. METODOLOGÍA	51
6. RESULTADOS	70
6.1 Fase de exploración	70
6.2 Fase introducción de nuevos conocimientos	84
6.3 Fase estructuración y síntesis	94
6.4 Fase de aplicación	103
6.5 Entrevista	115
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
8. REFERENCIAS	125
ANEXOS	134

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recolección de información fase de exploración	60
Tabla 2. Recolección información fase introducción de nuevos conocimientos	61
Tabla 3. Recolección información fase de estructuración y síntesis	63
Tabla 4. Recolección de información fase de aplicación	65
Tabla 5. Recolección de información entrevista	66
Tabla 6. Categorías y subcategorías de análisis.	67
Tabla 7. número de participantes para la pregunta: ¿has estudiado el tema?	72
Tabla 8. Número de participantes para grado de comprensión	73
Tabla 9. Pregunta 1 cuestionario aire en diferentes ambientes	83
Tabla 10. Pregunta 4 cuestionario introducción nuevos conocimientos	87
Tabla 11. Planes de acción para el mejoramiento de la problemática	108
Tabla 12. Número participantes ¿que tanto has estudiado el tema?	110
Tabla 13. Número participantes para grado de comprensión	111
Tabla 14. Avances de los participantes con respecto a los conceptos	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 . Diagrama general marco teórico	30
Figura 2. Diagrama general unidad didáctica	58
Figura 3. Montaje en clase, experimento oxígeno, combustión y presión	77
Figura 4. Red sistémica pregunta 1 cuestionario oxígeno, combustión y presión	79
Figura 5. Momento del desarrollo de la actividad aire en diferentes ambientes	82
Figura 6. Red sistémica pregunta 3, cuestionario introducción de nuevos conocimientos	85
Figura 7. Red sistémica pregunta 6, cuestionario introduccion nuevos conocimientos	89
Figura 8. Red sistémica calidad del aire en diferentes lugares	91
Figura 9. Grupo a favor y en contra en el desarrollo del debate	99
Figura 10. Construcción mapa conceptual grupal	103
Figura 11. Sensor calidad del aire casero C1.	104
Figura 12. Sensor calidad del aire casero C2	104
Figura 13. Sensor calidad del aire casero C3	104
Figura 14. Sensor calidad del aire casero C4	104
Figura 15. Red sistémica, propuestas cambios	106
Figura 16. Respuestas participantes pregunta 1 y 3 entrevista	117

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cuestionario KPSI para: ¿has estudiado el tema?	72
Gráfica 2. Cuestionario KPSI para grado de comprensión de los temas.	74
Gráfica 3. KPSI final, ¿qué tanto hasta estudiado del tema?	111
Gráfica 4. KPSI final para grado de comprensión de los temas	112

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación tiene como propósito evidenciar aprendizaje significativo crítico sobre la composición química y calidad del aire en los estudiantes del grado décimo de la I.E San José Obrero, a partir de la problemática de la contaminación atmosférica del Valle de Aburrá ; esto, fundamentado en algunos principios de la teoría del aprendizaje significativo crítico de Moreira (2005). Nuestra investigación se aborda desde una metodología cualitativa y un enfoque estudio de casos instrumental; para el cual se eligieron 4 participantes. Para lograr los objetivos del proyecto se desarrolló una unidad didáctica con actividades como conversatorio, debate y planes de mejoramiento para la problemática ambiental. Se concluye que los estudiantes presentaron avances significativos en saberes relacionados con la composición química y calidad del aire, con el uso del lenguaje químico y conceptos afines, que son conscientes de la problemática ambiental, reconocen diferentes acciones, dinámicas productivas y políticas, además se identifican como parte del problema, pero también son conscientes de que pueden aportar a la solución.

Palabras clave y abreviaturas

Teoría del aprendizaje significativo crítico (TASC), Teoría del aprendizaje significativo (TAS), Asuntos socio científicos (ASC) e índice de calidad del aire (ICA)

ABSTRACT

The following research project aims to demonstrate significant critical learning about the chemical composition and air quality in students of the tenth grade of the San José Obrero I., based on the problem of air pollution in the Aburrá Valley; this, based on some principles of the theory of significant critical learning of Moreira (2005). Our research is approached from a qualitative methodology and an instrumental case study approach; for which 4 participants were chosen. To achieve the objectives of the project, a didactic unit was developed with activities such as conversation, debate and improvement plans for environmental issues. It is concluded that the students presented significant advances in knowledge related to the chemical composition and air quality, with the use of chemical language and related concepts, which are aware of the environmental problem, recognize different actions, productive dynamics and policies, also identify as part of the problem, but they are also aware that they can contribute to the solution.

Keywords and abbreviations

Teaching, Pedagogy, Science, Chemistry, Composition, Air, Air Quality, Critical Significant Learning Theory (TASC), Significant Learning Theory (TAS), Socio-Scientific Affairs (ASC) and Air Quality Index (ICA)

INTRODUCCIÓN

Cada vez que se emprende un proyecto investigativo, se parte desde la consigna de querer comprender, conocer y aportar sobre algún tema, fenómeno o nuestro accionar. Nosotros como estudiantes de licenciatura en ciencias naturales, buscamos primordialmente realizar una investigación que nos acerque a la enseñanza de las ciencias naturales con fundamentación en pedagogía y didáctica, para aprender a realizar mejor nuestra futura labor y al mismo tiempo, nos permita aportar desde nuestros análisis y hallazgos. Optamos entonces, por intentar comprender cómo se puede enfocar la enseñanza de las ciencias para generar un aprendizaje significativo y con bases que permitan a los estudiantes, asumir posturas críticas, con criterio social y científico, especialmente desde la ciencia química.

Como ciudadanos del municipio de Medellín, estudiantes de la Universidad de Antioquia y futuros profesionales de la Facultad de Educación con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, nos sentimos comprometidos a contribuir en pro de la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, desde nuestra labor. La enseñanza y el aprendizaje de la química en la actualidad, es de interés para muchos investigadores en el campo de la docencia, por lo que buscamos trascender las metodologías que poseen un enfoque tradicional positivista, que conducen a la transmisión de datos abstractos desvinculados de los contextos propios, difíciles de enlazar con la cotidianidad, la realidad y que resultan a veces para los estudiantes saberes inútiles que desmotivan el estudio de las disciplinas científicas. Los modelos didácticos más actuales vinculan las temáticas disciplinares con la actualidad, las problemáticas y “el conocimiento

cotidiano”, buscando fomentar un desarrollo actitudinal por parte del estudiante hacia la ciencia (Pozo y Gómez, 1998).

Volviendo a nuestro contexto, es evidente que atravesamos momentos realmente preocupantes en materia de contaminación atmosférica que están ligados a nuestra geografía, al crecimiento industrial y automotor, esto hace prioritario empezar a trabajar desde la educación de la comunidad, generando conciencia sobre el impacto ambiental de nuestros hábitos de consumo y productivos. Para lograr alcanzar los objetivos planteados en este trabajo vemos necesario implementar estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y educación ambiental que promuevan la criticidad, civilidad y conciencia en nuestras acciones. Considerando lo anterior, apostamos por un trabajo investigativo que tenga como base firme propiciar una educación en torno a la composición, cuidado y calidad del aire, pues son muchos los fenómenos negativos que se desprenden de la contaminación de este y se hace necesario trabajar cada vez con más compromiso sobre el tema, en busca de soluciones y sobre todo en las aulas escolares, para promover cambios positivos con respecto a cómo vemos y usamos la ciencia, la tecnología y nuestros conocimientos dentro de la sociedad. No se trata entonces, sólo de saber por saber, sino de utilizar ese conocimiento como una poderosa herramienta para tomar decisiones y cambiar la realidad y “la clave para ello es traducir el conocimiento en acciones a través de la propiedad y el empoderamiento” (Hodson, 2003, p. 15)

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, se hace evidente que los modelos clásicos de enseñanza, se han debatido y cuestionado, pero no se visualiza una postura política fuerte que nos permita la transformación y contextualización. Dichos modelos están estructurados básicamente desde la idea que el maestro, es el poseedor de los conocimientos y que los estudiantes deben incorporar estos saberes a sus mentes casi de manera textual. Ya sea que el profesor utilice un libro de texto, el tablero o su voz, los estudiantes “deben copiar en sus cuadernos, estudiar (memorizar) y después reproducir en las evaluaciones” según Moreira (2010, pág.44). Este modelo es el que Finkel (2008) denominó como “dar clases narrando”.

Siguiendo con Moreira (2005) como referente, este hace alusión al aprendizaje mecánico como subproducto de las líneas tradicionales de enseñanza; en el cual “la nueva información es interiorizada de manera literal; es simple memorización, sin comprensión” (p.3). Este mismo autor, menciona que en materias como la física, la cual es comparable en muchos aspectos con la química; (fórmulas, cálculos matemáticos, conceptos abstractos y situaciones teóricas, muchas sin posibilidad aún de demostraciones prácticas) los alumnos muestran hasta cierta satisfacción al mencionar que no saben nada del tema. Por otra parte, Ausubel (2000) citado por Moreira (2013), hace mención sobre el aprendizaje mecánico; el cual favorece la adquisición de nuevos conocimientos de manera memorística, donde la información puede no tener ningún significado para el estudiante, donde esos aprendizajes interactúan pobremente con los saberes previos, además son muy susceptibles al olvido. Lo verdaderamente preocupante es que el aprendizaje no alcanza a ser significativo, ya que no

se logra generar “un aprendizaje que implica significado, comprensión, capacidad de transferencia, de aplicación a situaciones nuevas” (Moreira, 2010, p.2).

En áreas como la química muchas veces los estudiantes piensan que al ser una ciencia exacta esta no se puede modificar y que su carácter abstracto no facilita la vinculación con la vida real, Caldin (2002) plantea que los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química deben estar asociados a la interpretación de modelos apartados de la realidad buscando convertir esta ciencia en algo interesante donde el estudiante comprenda que el conocimiento científico no es una verdad absoluta e inmutable, sino que a través del tiempo se dan avances de los modelos interpretativos los cuales se utilizan según las necesidades de los investigadores para facilitar a los estudiantes que la apropiación del conocimiento sea de manera asociativa entre lo abstracto, la realidad y las experiencias propias. Por otra parte (Gil, 1991) menciona que una manera de facilitar el aprendizaje de la química, es colocar a los estudiantes ante una situación en la que puedan familiarizarse con el trabajo científico y sus resultados, abordando problemas conocidos, en un proceso creativo, realizando el programa de actividades con ayuda del profesor, apropiándose de situaciones problemáticas actuales que nos afectan y que son notorias en su vida cotidiana, como lo es el caso de la contaminación del aire en la ciudad, el cual permite su abordaje de forma didáctica enlazando las principales teorías científicas que se abordan en la química con respecto al tema.

También, la enseñanza de las ciencias debe atender a los llamados urgentes del mundo contemporáneo, en el cual el desarrollo científico y el uso de la tecnología son parte esencial en nuestra sociedad para el desarrollo y la productividad, pero estos deben ir acompañados de un aprovechamiento responsable de los recursos, de la búsqueda

constante de alternativas para disminuir los impactos negativos en el ambiente y de una alfabetización científica en pro de generar pensamiento crítico, reflexión y conciencia al respecto. En el escrito “Formación científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la educación en ciencias” Henao y Palacio (2013), hacen énfasis en resaltar el carácter sociopolítico en la enseñanza de las ciencias como medio para promover posturas críticas y actuaciones que frenen diversas problemáticas de la actualidad como la destrucción de la naturaleza entre otras. La contaminación atmosférica, es un problema que hoy en día nos afecta de manera global con múltiples implicaciones, ambientales, ecológicas, económicas, políticas, sanitarias y de salud pública entre muchas más.

Hace falta entonces, implementar urgentemente alfabetización científica con carácter ambiental para poder afrontar los retos actuales y por venir. Así mismo lo plantea XII Coloquio internacional de geocrítica (2012)

El interés para desarrollar la presente investigación surge a partir de la falta de educación ambiental en el contexto social colombiano. Hoy en día la educación ambiental es un proceso que pretende formar y crear conciencia a todos los seres humanos con su entorno, siendo responsables de su uso y mantenimiento. La educación ambiental debe impartirse hacia la infinidad de sectores y utilizando gran variedad de recursos didácticos. Si bien la educación básica sirve de fundamento para la educación en materia de medio ambiente y desarrollo, ésta última debe incorporarse como parte fundamental del aprendizaje. La educación ambiental es un eje dinamizador para modificar las actitudes de las personas de manera que éstas sean capaces de evaluar los problemas de desarrollo sostenible o sustentable y abordarlos. Alfabetizar desde la ciencia y en pro del medio, posibilita a “humanos y

las sociedades desarrollen plenamente la capacidad de conocimiento del mundo y la realidad de interpretarlos, explicarlos y vivir sus circunstancias. La educación ambiental promueve el desarrollo y aumenta las posibilidades de la población para emprender su desenvolvimiento. (p.2-3)

De acuerdo con Dimopoulos y Kouladis (2003), se necesita cierto nivel de conocimiento científico y también pensamiento crítico, así como habilidades para desenvolverse en forma positiva en una sociedad que crece rápidamente y que depende cada vez más de la ciencia y la tecnología.

Acompañado al crecimiento social y urbano, está la paradoja del deterioro del medio, ligado al incremento productivo industrial y en la movilización de los ciudadanos; acciones que generan contaminación en el aire en índices cada vez mayores. Las ciudades en vía de desarrollo como muchas de las metrópolis latinoamericanas enfrentan serios problemas de contaminación atmosférica, de acuerdo con Van Liere y Dunlap (1981), Buttel (1996) y Mainieri, (1997) citados en Simioni (2003) “La conciencia ambiental no se refleja automáticamente en la acción. Varios estudios, demuestran inconsistencia entre una actitud proambiental y el comportamiento o bien la inexistencia de esa relación” (pág 47). Es por esto que es primordial educar a la sociedad Medellínense, la cual ha venido enfrentando el dilema del crecimiento y desarrollo ligado a la baja calidad del del aire y más teniendo en cuenta otro fenómeno importante que acentúa la problemática.

Estudios como el de Bedoya y Martínez (2009), muestran que las condiciones geográficas de la ciudad y su área metropolitana se constituyen en factores críticos para el

problema de la contaminación, ya que al encontrarse ésta asentada sobre un estrecho valle, las cadenas montañosas actúan bloqueando las corrientes de aire que pudieran ventilarla, permitiendo tan solo el recorrido de vientos de baja y moderada velocidad que son procedentes del norte y cuya eficiencia en la remoción de contaminantes resulta insuficiente. Por esto la ciudad sufre vigorosos accidentes y episodios que afectan la composición del aire, su calidad y por lo tanto la salud humana, de animales y de plantas.

Teniendo en cuenta lo anterior, es urgente trabajar en torno a la importancia del cuidado atmosférico, algo que se evidenció en la Institución Educativa San José Obrero ubicada en el corregimiento de San Antonio de Prado de la ciudad de Medellín, ya que los estudiantes del grado noveno, mostraron poco acercamiento a conceptos importantes sobre la composición del aire y la variabilidad en dicha composición derivada de la acción humana. Esto se pudo evidenciar por medio de un cuestionario abierto con preguntas como, ¿qué es el aire?, ¿de qué está compuesto?, ¿qué es la contaminación del aire?, entre otras. Sondeo realizado con el fin de identificar sus conocimientos previos. Adicionalmente manifestaron no conocer significativamente las problemáticas presentes en su contexto.

En primer lugar, en el sector cercano al colegio existen gran número de empresas que tienen como actividad económica la cría de animales (trucheras, marraneras, galpones y potreros), dichas actividades implican una serie de procesos que si no se realizan de forma adecuada representan un riesgo potencial para el ambiente. La generación de malos olores o nocivos es un factor importante a tener en cuenta, la contaminación del aire también se da por la presencia de sustancias químicas volátiles en este, que son percibidas por medio del olfato y resultan molestas para las personas que las respiran, afectan la salud y el ambiente.

Esto es importante mencionarlo por el contexto en el que se trabaja y teniendo en cuenta lo que expresa el Informe del estado de la calidad del aire en Col (2007-2010), “las actividades más relevantes en Colombia en materia de olores ofensivos, por su recurrencia en quejas, son en su orden: cría y explotación industrial de animales, recubrimiento de superficies, industria de fabricación de alimentos, industria química y aguas residuales” (p.21).

En el Valle de Aburrá las industrias y el parque automotor producen gases contaminantes y material particulado derivados de la combustión, procesos físicos y químicos y del uso de combustibles fósiles como gasolina y Diesel. Estos procesos a gran escala, son la principal causa del deterioro atmosférico, sin embargo, hay actividades de la vida diaria que también contribuyen a esta problemática, como el uso de estufas que mediante la combustión generan gases contaminantes como el monóxido de carbono y el dióxido de nitrógeno, los incendios provocados la problemática ambiental al expedir material particulado y gases de efecto invernadero a la atmósfera. Igualmente, el uso de desodorantes, antitranspirantes, pinturas entre otras sustancias que vienen en aerosol, tienen compuestos orgánicos volátiles que en contacto con la luz pueden producir gas de ozono (Jaimes, González y Ramírez, 2015) y posteriormente formar smog, deteriorando así aún más la calidad del aire.

Dicho todo esto, es de carácter prioritario emprender, fomentar investigaciones e introducir en los planes de estudios académicos, componentes relacionados con el cuidado del aire; y para empezar es indispensable construir cimientos sólidos desde la básica primaria que permitan al estudiante construir conceptos afianzados sobre la atmósfera y la

responsabilidad que poseemos desde la incidencia de nuestras costumbres en la calidad y composición de esta.

A partir de la problemática descrita, surge la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo generar un aprendizaje significativo crítico sobre la composición química y calidad del aire, en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San José Obrero?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Evidenciar el aprendizaje significativo crítico sobre la composición química y calidad del aire partiendo de la problemática de contaminación atmosférica en el Valle de Aburrá , en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa San José Obrero.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Emplear principios del aprendizaje significativo crítico a través del desarrollo de una unidad didáctica, para generar reflexión y prácticas que respondan a los problemas ambientales del contexto.
- Promover el estudio de la composición química y calidad del aire para la formación crítica, responsable y la participación activa de los estudiantes.

- Valorar el discurso de cuatro estudiantes de la Institución Educativa San José Obrero con relación a los conceptos abordados durante el ciclo didáctico.

2. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta los objetivos planteados en esta investigación y la búsqueda bibliográfica realizada se considera necesario indagar sobre:

- Enseñanza de la composición química del aire y su calidad en el currículo
- Aprendizaje significativo en la enseñanza de la química

2.1 Enseñanza de la composición del aire y su calidad en el currículo

Se llevó a cabo la revisión de este eje temático, con la intención de indagar qué tanto se está llevando al aula la temática a investigar, no solo desde el punto de vista curricular, sino también desde el punto de vista social, por las constantes problemáticas que ocurren en diferentes lugares del planeta en torno a la contaminación atmosférica.

Tras la revisión, se evidenció que hay diversos trabajos desarrollados sobre la ley de los gases ideales para la enseñanza en el área de la química en los cuales se puede apreciar el intento por usar diferentes metodologías que ayuden al estudiante a comprender dicho tema, así mismo, se encontraron investigaciones encaminadas hacia una educación ambiental sostenible; sin embargo, en cuanto al tema de la composición y calidad del aire y su enseñanza, se encontró relativamente poco contenido.

No obstante, del material encontrado se resalta las diferentes estrategias usadas para acercar al estudiante al conocimiento en química. En este sentido, Triana (2012) dice que para consolidar un aprendizaje significativo en torno al tema de gases es importante la implementación de metodologías que le permita al estudiante construir su propio

conocimiento a partir del contacto con el mundo real y no a través de aburridas sesiones de matemáticas, algo similar a lo que plantea Gómez (2012), quien a través de trabajos en grupos colaborativos entre compañeros y docentes y trabajos experimentales de laboratorio, también pretende lograr un aprendizaje significativo sobre este mismo tema. Esto va muy de la mano con los planteamientos de Piaget quien destaca la importancia de la interacción con el medio para la construcción de conocimiento, además dice que para que al sujeto adquiera de un estado intelectual superior es necesario que experimente situaciones diferentes que le hagan pensar y utilizar sus representaciones previas para darle solución a las dificultades.

Se encontró por otra parte propuestas de enseñanza del aire y su calidad que implementan como estrategia principal unidades didácticas, las cuales son muy útiles para la consecución de unos objetivos didácticos, que dan respuesta a las cuestiones curriculares como: qué enseñar (objetivos y contenidos), cómo enseñar (actividades, herramientas, organización del espacio y del tiempo, materiales y recursos) y la evaluación (criterios e instrumentos para la evaluación) (MEC, 1992, 87 o 91) citado por Pulgarín y Gallego (s.f). En este aspecto, podemos destacar dos propuestas de enseñanza planteadas por: (libro ciencia y ambiente 2 s.f) y (Lobos, Díaz y Arrué, 2017), en las cuales se incluyen secuencias didácticas; ambas utilizan esta estrategia para acercar a los estudiantes al tema del aire, su composición y calidad, además de hacerlos reflexionar sobre su responsabilidad en las problemáticas asociadas con la contaminación atmosférica.

Ortiz y Agrinzoni (2015) plantean la necesidad de implementar un modelo de enseñanza en cambio climático y calidad de aire, en escuelas que le permita a los estudiantes desarrollar destrezas de comunicación y análisis que se integren y faciliten la comunicación de los temas científico-ambientales, además de favorecer la concientización sobre las problemáticas ambientales, para buscar estrategias y soluciones que promuevan un mejor contenido curricular y atiendan a las necesidades de la sociedad.

Por su parte Martínez, Peñal y Villamil (2007) señalan que una metodología de casos simulados, potencializa la responsabilidad de los estudiantes para la comprensión de su papel en asuntos socio científicos como la contaminación atmosférica. De igual manera, esta metodología dinamiza y mejora los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química en estudiantes de educación media. De esta forma, se pueden propiciar espacios donde se favorezcan posibles acciones en las que intervengan el conocimiento de la química con la responsabilidad social.

Este proyecto toma más fuerza, principalmente por la magnitud de la problemática en la que estamos sumidos como comunidad, lo que nos da pie para implementar en la escuela (colegio) esta temática tan importante que es poco abordada en el currículo.

2.2 Aprendizaje significativo crítico - ASC en la enseñanza de la química

La química es una ciencia que en el último tiempo ha tenido grandes desarrollos, posicionándose como una ciencia fundamental que nos ayuda a comprender los fenómenos

de la vida cotidiana y que a su vez contribuye al desarrollo de otras disciplinas. En el ámbito escolar esta ciencia se ha convertido en un pilar y se viene avanzando en múltiples investigaciones de la enseñanza de la química en la educación media, no obstante, con respecto a la TASC son pocas las investigaciones encontradas, sin embargo, podemos destacar dos que se relacionan directamente con la nuestra, ya que tratan la contaminación atmosférica, a la luz de la TASC y corrientes pedagógicas que influyeron en su construcción como la pedagogía de la autonomía de Freire.

La primera es una investigación realizada por estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación ambiental, en este trabajo Barrero, Ochoa, Zapata, (2018) llevan a cabo una investigación cualitativa con enfoque estudio de caso tipo instrumental, el estudio analiza el aporte de los sistemas de Adquisición de Datos (SAD) en la construcción de una visión crítica de ambiente en alumnos de octavo grado, todo esto fundamentado en la TASC de Moreira haciendo énfasis en los principios del abandono de la pizarra y el conocimiento como lenguaje, para esto se desarrolló una unidad de enseñanza potencialmente significativa.

Al final del estudio se llega a la conclusión que la utilización de los SAD junto con los principios del ASC ayudaron a la construcción de una visión crítica respecto a la problemática de contaminación atmosférica en Medellín, ya que estas herramientas ayudaron a los estudiantes a emitir juicios de valor, construir hipótesis y plantear alternativas de solución.

Investigaciones como esta, nos muestran que sin duda es importante comenzar a realizar más proyectos que enlazan conceptos y temas de la química con la TASC de Moreira, ya que es una alternativa para ayudar a los estudiantes a relacionar problemáticas propias del

contexto con temas y conceptos de la química, que ayudarán a fomentar en los educandos la toma de posturas críticas argumentadas, además de dar bases para proponer acciones de cambio reales para mejorar problemáticas que atañen a la comunidad.

La segunda investigación se publica en junio de 2003, esta trata sobre la contaminación atmosférica en tres grandes metrópolis: México D.F, Sao Paulo y Santiago de Chile y propone como posible solución la conciencia ciudadana, es un estudio realizado con el apoyo de la embajada japonesa y la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) desde Santiago de Chile con Daniela Simioni como compiladora. Dicho estudio se enfoca en la “participación ciudadana como complemento de la formulación tradicional de políticas de protección del medio ambiente”. En el primer capítulo del estudio se indaga sobre la importancia de la conciencia ciudadana para promover la descontaminación atmosférica en las ciudades de América Latina y en el segundo se analiza la participación de la sociedad civil en pro de la generación de políticas públicas referentes a la calidad del aire, ante esto Simioni (2003) dice:

El supuesto sobre el que descansa este estudio considera que la conciencia de la ciudadanía es un factor clave en la gestión para descontaminar el aire. Más aún, estima que el avance sistemático alcanzado hasta hoy en materia ambiental sólo se podrá mantener con el compromiso de todos los ciudadanos. Esto implica, por una parte, que el Estado deberá incorporar la participación ciudadana como una variable central de su gestión y, por otra, que la ciudadanía deberá hacer suyo y encargarse de un problema cuya responsabilidad es compartida. (p.18)

Es así, como el estudio toma gran relación con el nuestro, puesto que propone corrientes pedagógicas como la pedagogía de la autonomía de Paulo Freire y modelos didácticos

como los Asuntos Sociocientíficos como factores claves para la formación de una conciencia ciudadana que ayude verdaderamente a la toma de decisiones a favor de la descontaminación del aire, estos modelos mencionados anteriormente serán base para este trabajo y también se proponen como parte de la solución de la problemática ambiental.

El estudio de Simione (2003), concluye fundamentalmente que en ninguna de las capitales mencionadas anteriormente “existen grados de concientización ciudadana que superen los niveles primarios de sensibilización, quedando muy lejos aún de alcanzar estadios de comportamiento ambiental proactivo” (p.259.), abriendo la oportunidad de trabajar la sensibilización ambiental desde distintas perspectivas que permitan la puesta en escena de soluciones reales, para lo cual como investigadores consideramos la TASC pertinente para la consecución de este objetivo.

3. MARCO TEÓRICO

Este trabajo se estructura fundamentalmente a partir de la teoría del aprendizaje significativo crítico (TASC), planteada por Moreira (2005), la cual a su vez está constituida desde los aportes de varios autores a nivel pedagógico, entre los cuales se destacan David Ausubel, Paulo Freire, Donald Finkel, Neil Postman y Charles Weingartner.

Además, teniendo en cuenta que la investigación también está enfocada a la contaminación atmosférica, como una problemática actual y del contexto, incorporamos los asuntos socio-científicos como otro eje articulador, ya que este atiende a fenómenos que mezclan conceptos en ciencias con la reflexión crítica para la generación de acciones. También destacamos las ventajas de las unidades didácticas como material potencialmente significativo para la enseñanza de las ciencias y la investigación escolar.

A partir de lo anteriormente descrito se desprenden los siguientes ejes temáticos a desarrollar:

- Teoría Aprendizaje Significativo Crítico
- Asuntos socio científicos en la enseñanza de las ciencias
- Unidades didácticas como estrategia para promover el aprendizaje significativo crítico

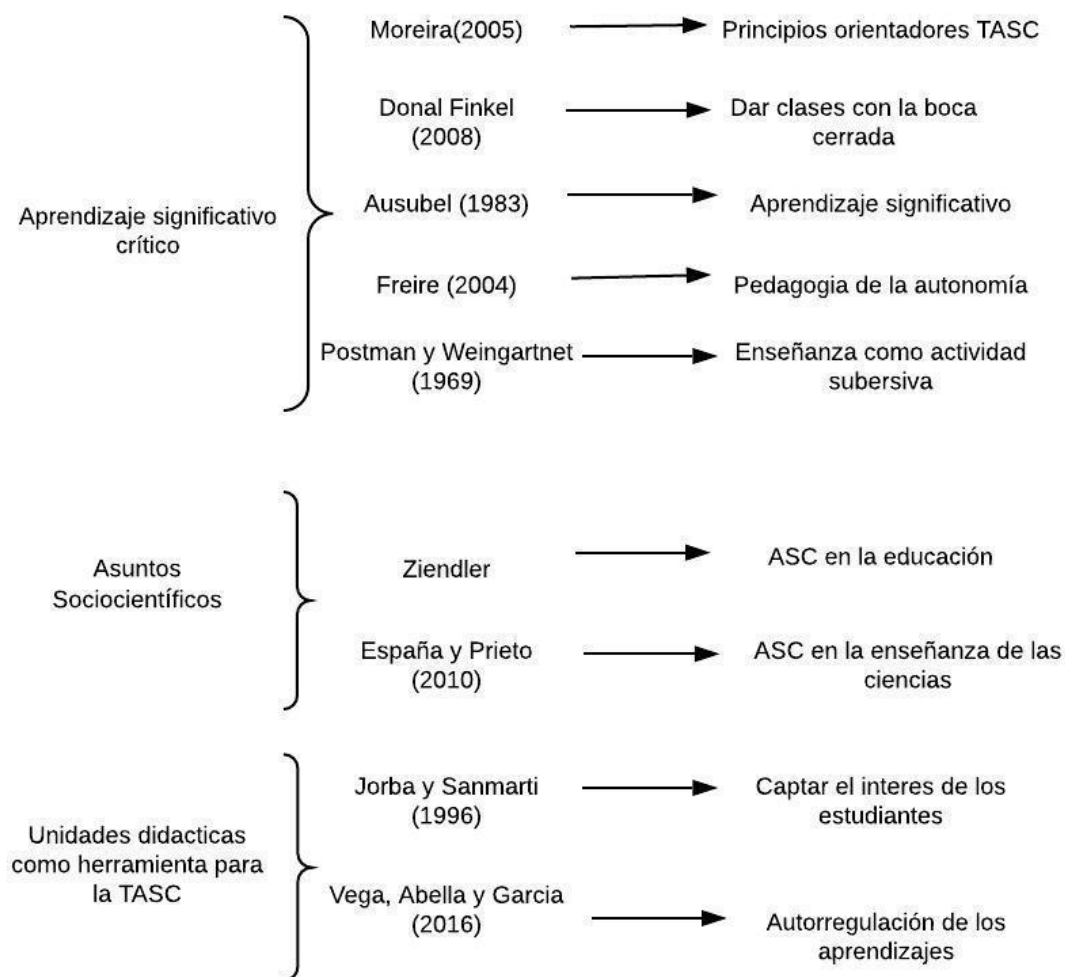


Figura 1. Diagrama general marco teórico. Fuente: Elaboración propia

3.1 Aprendizaje significativo crítico

Uno de los grandes retos en la actualidad para la educación, es ayudar a los estudiantes a estar mejor preparados ante los constantes cambios que surgen en la sociedad, ya que estos, cada vez son más drásticos y se necesitan seres capaces de adaptarse rápidamente a estas transformaciones, pero, más importante aún que sean capaces de generar cambios ante las

situaciones que no le favorecen a él, a su comunidad ni a la sociedad en general. Una manera de lograr esto puede ser a través del aprendizaje significativo crítico planteado por Moreira (2005), el cual el autor define:

es como el alumno podrá formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. A través de ese aprendizaje es como el estudiante podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. Por medio de este aprendizaje podrá trabajar con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción (o invención) nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente. (p.88)

Mediante el aprendizaje significativo crítico, el estudiante se puede empoderar y tomar parte en una sociedad desenfrenada, reflexionar y generar alternativas de cambio, es decir, no sentirse impotente ante los sucesos que lo circundan, además de permitirle reconocerse a él mismo como parte activa de las problemáticas que se desarrollan y que lo afectan, pero también como parte de la solución, Moreira plantea su teoría basado principalmente en su experiencia como docente de física durante 50 años y en diferentes corrientes pedagógicas, entre las que se destaca el aprendizaje significativo de Ausubel, la enseñanza subversiva de Postman y Weingartner, la pedagogía de la autonomía de Freire, las clases con la boca cerrada Donald Finkel y el conductismo de Skinner, a continuación veremos de qué tratan estas teorías que influenciaron en la construcción del aprendizaje significativo crítico.

3.1.1 Dar clases con la boca cerrada

Finkel (2008), en su libro denominado Dar clase con la boca cerrada, resalta la narrativa como la principal forma de acercarse a los estudiantes para contarles algo que no conocen, es el método más natural porque estamos permeados por esa transmisión oral a lo largo de nuestras vidas, en la escuela, con los padres y en nuestras propias relaciones para comunicarnos con el otro.

En el ámbito educativo, la narrativa se ha convertido en un factor indispensable para la transmisión de los conocimientos, en el cual el papel y el examen son la herramienta que nos ayuda a comprobar dicha transmisión, por lo que sólo tendrá validez si tiempo después aún se conserva ese conocimiento, pero este proceso resulta siendo realmente mecanicista donde el estudiante estudia conceptos para obtener información a corto plazo, pero que pasa si se indaga sobre estos conceptos ¿un mes después? o ¿un año después?, lo más seguro es que no se recuerde sobre la información ya que no fue un aprendizaje significativo..

Es así, como Finkel (2008) señala que “narrar es sencillamente ineficaz para enseñar las cosas que nos parecen más importantes” (p.34). Por lo tanto, es necesario generar circunstancias que generen aprendizaje, pues este debería ser primordial, mucho más que la enseñanza.

De esta manera, es como Finkel (2008) propone la expresión de “dar clase con la boca cerrada” la cual hace alusión a las diferentes formas de enseñanza, aquellas que van más allá de la tradicional, pues el docente podría ofrecer distintas estrategias para cada una de las formas de enseñanza, puesto que este tiene a la mano no solo los libros, sino también la

posibilidad de utilizar enigmas, paradojas y parábolas para mejorar esas estrategias, logrando así la motivación en los estudiantes, y la capacidad de dar respuesta a los problemas presentes en los libros, lo anteriormente descrito Moreira (2012) lo define como factor clave para la construcción de un aprendizaje significativo crítico.

3.1.2 Pedagogía de la autonomía:

Freire (2004) en su obra pedagogía de la autonomía, nos muestra principios sobre el que hacer docente que son fundamentales para las metodologías de enseñanza donde se pretende que el alumno tome un rol participativo importante como la TASC, los principios generales de la pedagogía de la autonomía se dividen en los siguientes tres segmentos:

En el primer principio Freire (2004) nos habla que no hay docencia sin discencia ya que “quien enseña aprende al enseñar y quien aprende enseña al aprender. Enseñar no existe sin aprender y viceversa” (p.12), esto nos ayuda a estar en una experiencia completa en la cual estaremos brindando lo mejor al otro, además conlleva a otros términos fundamentales descritos en el libro como el enseñar exige rigurosidad metódica, enseñar exige investigación, enseñar exige respeto a los saberes de los educandos y enseñar exige crítica. El segundo principio general de la pedagogía de la autonomía de Freire (2004) nos dice esencialmente que “enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o su construcción” (p.22) cuando se entra al aula de clase se debe entrar con una disposición atenta a las preguntas, a descubrir lo nuevo a generar curiosidad en los alumnos, se debe buscar alternativas para enseñar de la mejor forma a los alumnos

mas no a transferir conocimientos, esto lleva a su vez principios abordados por Freire (2004) cómo: enseñar exige respeto a la autonomía del ser del educando y enseñar exige curiosidad.

El tercer principio de la pedagogía de la autonomía de Freire (2004) nos dice que “el enseñar es una especificidad humana” (p.42) y lo aborda a través de los siguientes apartados:

1. Enseñar exige seguridad, competencia profesional y generosidad. 2. Enseñar exige compromiso. 3 Enseñar exige comprender que la educación es una forma de intervención en el mundo. 4. Enseñar exige libertad y autoridad. 5. Enseñar exige una toma consciente de decisiones. 6. Enseñar exige saber escuchar. 7. Enseñar exige reconocer que la educación es ideológica. 8. Enseñar exige disponibilidad para el diálogo. 9. Enseñar exige querer bien a los educandos. (Freire, 2004, p.4)

3.1.3 Aprendizaje significativo

En la teoría del Aprendizaje Significativo, Ausubel (1983) plantea; “el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización” (p.2).

Para Ausubel el aprendizaje significativo, es contrario y/o complementario al aprendizaje mecánico, en el cual no existen subsunsores adecuados, de tal forma que la

nueva información es almacenada arbitrariamente, sin interactuar con conocimientos pre-existentes; un ejemplo de ello sería el simple aprendizaje de fórmulas en física, esta nueva información es incorporada a la estructura cognitiva de manera literal y arbitraria puesto que consta de puras asociaciones arbitrarias. Pero no se puede prescindir de este ni malinterpretar la TASC, ya que no intenta prescindir del aprendizaje mecánico, sino enfocarlo y vincularlo de manera adecuada a los constructos cognitivos de los estudiantes.

Ausubel (1983) plantea, que un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por tal motivo, es importante buscar lo que el alumno ya ha aprendido para establecer una relación con aquello que se va a aprender. De este modo:

aprendizaje significativo es aprendizaje con comprensión, con significado y con capacidad de transferencia, es el opuesto del aprendizaje mecánico. Si imaginamos que el aprendizaje se produce a lo largo de un continuo, aprendizaje mecánico estaría en un extremo y aprendizaje significativo en el otro. En situaciones de enseñanza-aprendizaje muchos episodios ocurren en regiones intermedias de ese continuo. (Moreira, 2012, p3)

Básicamente son tres los requerimientos para implementar o incentivar un aprendizaje significativo, según Ausubel (1983), estos son; los denominados subsunsores, que no son otra cosa que los conceptos, saberes y aprendizajes que posee el estudiante a la hora de profundizar en esos conocimientos, es decir los saberes previos. Los otros dos factores se constituyen en el uso de materiales potencialmente significativos, que no se pueden definir,

pero que sí implican el cambio en la rutina y la búsqueda de despertar interés y captar la atención del estudiante, el segundo es de carácter motivacional y depende de la actitud o predisposición de los alumnos para adquirir y querer incorporar esos nuevos conocimientos.

En general Ausubel (1983) plantea que el conocimiento previo del aprendiz es lo más importante, pero que si no existe solo bastan las dos condiciones anteriormente mencionadas. El aprendizaje significativo no necesariamente se retiene, el ser humano no precisa descubrir para aprender, los conceptos son fundamentales, los mapas conceptuales favorecen la significación, el aprendizaje mecánico puede ser complementario si es enfocado, los aprendizajes deben mostrar progresividad.

3.1.4 Enseñanza subversiva

Postman y weingartner (1969) en su libro “Enseñanza como actividad subversiva” identifican unos conceptos fuera de foco, utilizados constantemente en la época que truncan el aprendizaje basado en el conocimiento previo de los estudiantes, esta lista no es muy extensa pero sí representativa, los conceptos fuera de foco identificados por los autores son los siguientes:

1. “Verdad” absoluta, fija e inmutable, concretamente desde la perspectiva tipo buena o mala.
2. Certeza. Siempre hay un solo derecho de respuesta y esta debe ser absolutamente “correcta”.
3. Identidad aislada, A es A, y así será de una vez para todos.

4. Estados y “cosas” fijas, con la concepción expresa que cuando se sabe el nombre, se entiende la “cosa”
5. Causalidad simple, única, mecánica; la idea de que cada efecto es el resultado de una única causa, fácilmente identificable.
6. Que las diferencias existen solamente en formas paralelas y opuestas: bueno o malo, correcto o incorrecto, o, corto-largo, para arriba-para abajo, etc.
7. Que el conocimiento es “dado”, que emana de un nivel superior, una autoridad, por lo tanto, esto debe ser aceptado sin duda.

Los autores sostienen, que estos conceptos fuera de foco que son utilizados constantemente en la educación, no ayudan para nada a los alumnos a adaptarse a un mundo de constantes cambios, y proponen que los conceptos que ahora son la razón de ser en la educación, son aquellos que ayudan a dar forma al cambio tecnológico y sus derivados, esta nueva educación tiene como propósito formar una persona que como resultado de reflexionar una serie de variados conceptos sea un activo flexible, creativo, innovador y tolerante, que le permita enfrentar la incertidumbre lo no conocido, por lo tanto este ser estará mucho más preparado ante los constantes cambios que nos trae un mundo tan acelerado.

Desde esta perspectiva, concordamos con los autores, ya que en la época actual los cambios son aún más drásticos que hace 40 años, el consumismo acelerado del hombre, el afán por seguir produciendo nuevas tecnologías, la obsolescencia programada, el constante crecimiento industrial, entre otros, ocasionan graves consecuencias ambientales que generan problemáticas para la vida, muestra de ello es la preocupación constante por: el

calentamiento global, la contaminación del aire, deforestación, quemas incontrolables en el amazonas y escasez de agua, todo lo mencionado anteriormente muestra la necesidad de buscar un nuevo foco guiado hacia la formación de seres capaces de adaptarse a estos cambios y a su vez apropiarse de los problemas de su contexto para generar acciones de cambio reales que ayuden a mitigar las problemáticas.

Moreira (2012) también trae a colación, los conceptos fuera de foco mencionados anteriormente y además realiza un análisis de la educación actual para introducir unos nuevos conceptos fuera de foco:

1. Información como algo bueno y necesario. Entre más información se tenga será mucho mejor ya que estamos en la era informática.
2. Idolatría tecnológica. La tecnología es solo vista desde lo bueno, puesto que esta está asociada al progreso y mejor calidad de vida.
3. Consumidor consciente de sus derechos. Entre más se gasta, compra y se consume mucho mejor y se deben hacer valer los derechos del consumidor.
4. Globalización de la economía como algo necesario e inevitable. El libre comercio sin restricciones es bueno para todos.
5. El mercado da cuenta. la educación es mercancía que puede ser vendida por cualquier instituto y el mercado se encarga de oferta, demanda y control de calidad.
6. Las mejores escuelas. Son las que preparan a sus alumnos para las pruebas estandarizadas, del estado e internacionales como las PISA.

Para dar una salida viable a estos focos, Moreira (2005) apoyado en Postman y Weingartner (1969) propone el aprendizaje significativo como actividad subversiva, pero por términos ideológicos y políticos al tipo de subversión al que se quiere referir, es ante

todo una postura crítica que sirva de estrategia para una mejor adaptación y supervivencia en la sociedad contemporánea, es así como se propone la teoría fundamental de este trabajo el aprendizaje significativo crítico. Para llevarlo al aula de clase, Moreira (2005) propone unos principios facilitadores que veremos a continuación.

3.1.5 Principios orientadores de la TASC planteados por Moreira (2005)

1) Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender

preguntas en lugar de respuestas: En este principio se da una interacción social entre el alumno y el maestro. Para que esta ocurra es necesario un intercambio de preguntas en vez de respuestas, con esto se pretende obstaculizar el aprendizaje memorístico y comenzar a fomentar el aprendizaje crítico.

2) Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos: El libro de texto ha sido visto por mucho tiempo como la principal fuente y autoridad de conocimiento, tanto es así, que cuando se recurre a él, no se cuestiona lo que contiene.

La utilización de diversos materiales cuidadosamente seleccionados como artículos científicos, cuentos, poesías, obras de arte, entre otros materiales representan mejor el conocimiento. No se trata de excluir el libro de la escuela, sino de considerarlo meramente como otro material educativo; sacar al profesor de su zona de confort, dejar de estimular un aprendizaje mecánico que es lo que tanto hace el libro de texto.

3) Principio del aprendiz como perceptor/representador: Se busca que el alumno no sea solo un receptor de nuevo conocimiento, sino un perceptor/representador que sea capaz de percibir y representar el mundo.

4) Principio del conocimiento como lenguaje: Todo lenguaje representa una manera única de percibir la realidad, todo tipo de conocimiento siempre va ligado al lenguaje, por lo tanto, la llave de comprensión de un “conocimiento” es conocer su lenguaje. No se puede perder de vista que el principio anterior conlleva a este, ya que aprender un nuevo lenguaje tendrá inmerso nuevas percepciones. Aprender un contenido de una manera significativa implica conocer su lenguaje, yendo mucho más allá del habla.

5) Principio de la conciencia semántica: Este principio conlleva a varias concientizaciones semánticas de las cuales se destaca principalmente: “el significado está en las personas, no en las palabras” las palabras tienen significados que fueron dados en algún momento por personas, por este motivo es de suprema importancia el aprendizaje previo de los estudiantes.

6) Principio del aprendizaje por el error: El error es una característica innata del ser humano por lo cual no debe ser visto como algo malo o condenable, por el contrario, debe considerarse como una herramienta para construir conocimiento.

7) Principio del desaprendizaje: En este principio es importante la interacción del conocimiento nuevo con el previo, sin embargo, en un mundo de constantes transformaciones, el estudiante debe detectar cuando el conocimiento previo puede impedir el avance de los nuevos conocimientos, cuando esto sucede es necesario el desaprendizaje.

8) Principio de incertidumbre del conocimiento: En este principio es vital que el estudiante reconozca que la visión del mundo actual se construye a partir de las definiciones, preguntas y metáforas utilizadas en algún momento por el hombre.

9) Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza: En este principio Moreira nos habla que la utilización de la pizarra conlleva a una enseñanza transmisiva y mecanicista, por lo cual, esto debe ser abandonado y abrir paso a nuevos materiales educativos donde el estudiante tome un mayor protagonismo de modo que se facilite un aprendizaje significativo crítico. Este numeral es complementario con el segundo y junto con el número 4 serán la guía para este proyecto de investigación.

3.2 Asuntos socio científicos en la enseñanza de las ciencias

De acuerdo con (Zeidler, D.L. & Keefer, M., 2003), los llamados asuntos socio científicos se relacionan directamente con la educación, ya que son modelos didácticos que vinculan en la enseñanza de las ciencias diferentes aspectos sociales, políticos, éticos y morales. Estos asuntos están ligados a problemas inherentes al desarrollo de la ciencia y la tecnología en la actualidad y permiten generar reflexiones desde el contexto local y global.

Hablar de asuntos socio científicos, es hablar de problemas abiertos, que se pueden abordar desde diferentes perspectivas y cuyo abordaje implica inevitablemente el análisis, asumir posturas y plantear alternativas o soluciones.

En la enseñanza de las ciencias los asuntos socio científicos, promueven la alfabetización científica como base para construir habilidades de argumentación, razonamiento moral, sentido de pertenencia, participación activa y reflexiva para contribuir de forma positiva en el mundo real. Como se menciona en el artículo de los autores España y Prieto (2010) titulado los problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias, son diversos los autores que han hablado ya de la importancia de incorporar a la educación contextos de aprendizaje fundamentados en problemas socio-científicos, para la promoción de conocimientos, actitudes y valores que se asocien con el compromiso ante la realidad. Los problemas a tratar deben ser parte del contexto, actuales, cercanos, además deben permitir su análisis desde diversos ángulos, ser polémicos, debatibles, abiertos y que encierren grados de dificultad desde su reflexión.

Los defensores de trabajar en la enseñanza de las ciencias con base a asuntos socio científicos argumentan su funcionalidad y ventajas:

- * Promueven la culturización científica en los estudiantes para posibilitar la aplicación de sus conocimientos a su vida y contexto.
- * Permiten generar conciencia social colectiva desde el razonamiento propio del estudiante para una toma de decisiones coherente y fundamentada en el altruismo.

- * Fomentan habilidades argumentativas, indispensables en procesos de pensamiento, comprensión y comunicación relacionadas con el lenguaje científico.
- * Fortalecen el pensamiento crítico, desde el análisis, conceptualización y para la toma de decisiones relacionados con (CTS).

3.3 Unidades didácticas como estrategia para promover el aprendizaje significativo crítico

Para desarrollar este proyecto de investigación enfocado hacia el aprendizaje significativo crítico, es importante en contextos educativos, hablar de la implementación de material potencialmente significativo en dichos espacios. A continuación, se hace una descripción de lo que son las unidades didácticas y cómo su aplicación en diferentes situaciones la pueden convertir en una herramienta muy eficaz para construir conocimiento de manera más dinámica, menos tradicional.

La unidad didáctica se constituye en una estrategia de enseñanza muy efectiva para la consecución de objetivos educativos específicos, para suplir demandas curriculares y conseguir que los estudiantes construyan su propio conocimiento; pues, este es el objetivo principal en los procesos de enseñanza aprendizaje (Jorba y Sanmartí,1994); en este sentido, estos autores proponen un ciclo didáctico conformado por cuatro fases: exploración de ideas alternativas, introducción de nuevos conocimientos, estructuración y síntesis y aplicación de los cono en el cual se puede diseñar actividades que acerquen a los estudiantes a determinado conocimiento, asimismo ayuda a una evaluación formativa durante el proceso de aplicación de las diferentes actividades en dichas fases. De esta manera, se hace explícita la contribución de este material potencialmente significativo en este proyecto de investigación.

En palabras de García (2004), citado por Vega, Abella y García (2016) la unidad didáctica se puede considerar como:

un sistema que interrelaciona los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con una alta coherencia metodológica interna, empleándose como instrumento de programación y orientación de la práctica docente. Se estructura mediante el conjunto de actividades que se desarrollan en un espacio y tiempo determinado para promover el aprendizaje de los estudiantes. (p.5)

En este sentido, la implementación de unidades didácticas bien planeadas, estructuradas y ejecutadas con los estudiantes, hace que la práctica docente sea mucho más exitosa en cuanto a la construcción y adquisición de conocimiento por parte de los estudiantes, pues, la unidad didáctica acerca a los estudiantes de una manera más amigable, atractiva e interactiva a temas complicados y de poco interés para ellos, logrando así mismo una regulación autónoma del aprendizaje, pues cada estudiante aprende a su ritmo y a su manera (Jorba y Sanmartí,1994); esto se debe tener siempre presente, ya que es necesario atender a las diferencias que puedan presentar los estudiantes con el fin de generar entornos propicios para el aprendizaje.

Las unidades didácticas se han empleado en diferentes áreas de conocimiento como las matemáticas, la física y en química; en esta última, tenemos como ejemplo unidades didácticas empleadas para la enseñanza del tema de gases, cuyos resultados incentivan su aplicación en nuestro trabajo de investigación, dado que, a través de ellas se alcanzan

objetivos de enseñanza y aprendizaje y potencian habilidades en los sujetos. Algunas de estas unidades didácticas tienen cualidades distintivas como el uso de las TIC para su desarrollo y ejecución, o su uso y aplicación en estudiantes con necesidades educativas especiales; pero que en cualquier caso apuntan a satisfacer los requerimientos curriculares y contribuyen a la formación en Didáctica de las Ciencias (Etxaniz y Santos, 2005).

En el currículo hay diferentes temas, que en ciertas ocasiones pueden resultar poco agradables para los estudiantes, lo que conlleva a que muchas veces se presentan dificultades por parte de los docentes para captar la atención de los estudiantes hacia estos temas que deben ser abordados desde los lineamientos curriculares, pero que para el estudiante se le hacen virtualmente inservibles por su poca relación con su contexto ; por esta razón se hace necesario pensar en el uso de diferentes estrategias que despierten el interés de los estudiantes, su involucración en su proceso de aprendizaje, así como la participación en las actividades propuestas, pues, como lo menciona Vega, Abella y García,(2016) “El aprendizaje ...se llega a favorecer mediante el diseño y aplicación de herramientas didácticas basadas en situaciones problémicas de aula donde se involucre la multisensorialidad y gustos de los participantes por actividades diversas que logren captar su atención e interés”(p.9). Por esta razón, es fundamental indagar acerca de las prácticas de los estudiantes para lograr motivar su aprendizaje a partir de ellas.

Las Unidades Didácticas además de captar el interés de los estudiantes hacia temas que de otra manera no llamarían tanto la atención, se pueden convertir en material

potencialmente significativo al articularlo con los principios del aprendizaje significativo crítico. Principios como el de la no centralización del libro de texto o el abandono de la narrativa, pueden propiciar una construcción de conocimiento más autónoma por parte del estudiante, pues ya no es el docente el dueño del conocimiento, sino que el estudiante puede sacar provecho de diferentes medios para su aprendizaje, además de permitir una autorregulación de dichos aprendizajes, es decir, cómo y para qué está aprendiendo.

Esta estrategia como se denominó anteriormente, fomenta la comunicación y trabajo colaborativo entre pares, pues “posibilita un mejor ambiente de aprendizaje y brinda mejores resultados académicos, al comparar los resultados de las actividades individuales con aquellas realizadas de forma colaborativa...los estudiantes reconocen la ayuda de otro para la solución de las actividades planteadas a lo largo de la unidad didáctica (Gómez, 2012); esto es muy importante, ya que los estudiantes al tener una buena relación con sus compañeros y obtener buenos resultados académicos pueden sentirse incentivados a seguir en su proceso escolar y no desertar. Asimismo, la aplicación de Unidades Didácticas es bien percibida por los estudiantes, ya que estas facilitan la apropiación de nuevo lenguaje y dinamiza el desarrollo de las clases (Gómez, 2012); lo cual posibilita que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea más eficiente y proporcione los resultados esperados y planteados por docentes o investigadores.

Las ventajas que proporcionan las implementaciones de Unidades Didácticas, son tan amplias que incluso sortean muy bien las necesidades educativas especiales, que pueden presentarse en los salones de clase, en este sentido es importante entonces, dentro de la unidad didáctica pensar y diseñar mecanismos para estudiantes con alguna discapacidad,

pues estos “se acercan a una contribución como material de apoyo...para aplicar en un aula inclusiva”, además fortalecen habilidades comunicativas como la argumentación tanto escrita como verbal, y el análisis de la información estudiada en estudiantes que presentan por ejemplo discapacidad visual (Vega, Abella y García, 2016). Aunque la mayoría de estudiantes por lo general no presentan discapacidad físicas o cognitivas, es necesario pensar y diseñar material que incluya a los estudiantes que sí las tengan, de manera que se les garantice su proceso de aprendizaje.

Por otra parte, sabemos que en el aula no solo el estudiante es quien aprende, sino que el docente también, y que en este proceso ambos se apropian del conocimiento pudiéndose llevar a la práctica en la vida cotidiana. De acuerdo con esto, se pueden construir unidades didácticas con enfoque investigativo que favorezcan la práctica docente y el desarrollo de la clase. Las unidades didácticas con dicho enfoque, al igual que se menciona anteriormente, fortalecen las relaciones cooperativas, favorecen la indagación, la reflexión y la comunicación de información que puede ser muy útil para desarrollar proyectos o investigaciones donde no solo se involucren los estudiantes, sino también los maestros, quienes reconocen que los temas de investigación son más productivos cuando se toman decisiones concertadas y se privilegia la predilección del estudiante (Gallego, Quiceno y Pulgarín, 2014).

4. MARCO LEGAL

4.1 Política calidad del aire en Colombia

La contaminación atmosférica es uno de los problemas que genera más impacto a nivel ambiental y para la salud en Colombia, tanto es así que según datos de Minambiente la contaminación del aire es el tercer factor generador de costos sociales solo por detrás de la contaminación del agua y los desastres naturales, debido a esto mejorar la calidad del aire se ha convertido en política nacional y se vienen implementando leyes progresivamente desde el año 1982 con la primera norma de emisiones de aire a nivel nacional (decreto presidencial 02) hasta el 2017 con la nueva norma de calidad del aire (res. 2254), veamos entonces un recuento de los principales avances en cuanto a normativas y leyes en pro del mejoramiento de la calidad del aire en Colombia.

- Primera norma de emisiones de aire en Colombia decreto 02 de 1982: Se presentan las primeras normas de calidad del aire a nivel nacional, en el capítulo II artículo 31 se establece el promedio geométrico, aritmético y máxima concentración de los principales contaminantes que son medidos en el país, estos son: partículas en suspensión, dióxido de azufre, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos como el ozono troposférico y óxido de nitrógeno, además en el capítulo IV se establecen normas especiales para la emisión de partículas a calderas a bases de carbón y de fuentes fijas como: fábricas de cemento, industrias metalúrgicas, plantas productoras de asfalto y otras industrias.

- En el año 2005 el Consejo Nacional de Política Económica y Social, (CONPES 3344) presenta los lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de contaminación del aire para el mejoramiento del bienestar social del país. En los lineamientos se puede destacar el fortalecimiento de las instituciones y organizaciones ambientales que tienen como objetivo el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire, políticas y estrategias para el mejoramiento de los combustibles y el plan de acciones a ser abordadas por CONAIRE dentro de los próximos dos años.

- En el año 2008 el congreso de la república dicta la ley número 1205 que decreta lo siguiente en el Artículo 1º” Con el propósito de mejorar la calidad de vida y garantizar el derecho constitucional al goce de un ambiente sano, declárese de interés público colectivo, social y de conveniencia nacional, la producción, importación, almacenamiento, edición y distribución de combustibles diésel, que minimicen el impacto ambiental negativo y que su calidad se ajuste a los parámetros usuales de calidad internacional.”, esta ley supuso uno de los avances más grandes en cuanto a las políticas de calidad del aire ya que según datos de MinMinas el mejoramiento del combustible contempla inversiones por US\$1.500 millones hasta el año 2010.

- En el año 2010 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, presenta la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire, donde se muestra un estudio riguroso de la situación de contaminación atmosférica actual del país, para luego presentar un plan de acción con el fin de estimular la gestión y

mejoramiento de la calidad del aire en corto, largo y mediano plazo, todo esto con el fin de alcanzar niveles de calidad del aire estándares que protejan la salud y bienestar de los colombianos.

- En el 2017 el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible da a conocer la nueva norma calidad del aire, (resolución 2254) por medio de la cual se pretende proteger el derecho colectivo de gozar de un ambiente sano establecidos en los artículos 79 y 80 de la constitución política y para garantizar estos derechos se adoptan nuevas medidas que regulan los contaminantes dañinos presentes en la atmósfera. Se establecen los topes máximos permitidos para: PM10, PM2.5, SO2, NO2, O3 Y CO que regirán a partir de enero de 2018 y en el artículo 3 se establecen los niveles máximos para: PM10, PM2.5, SO2 Y NO2 que regirán a partir del primero de enero de 2030. Además, en los artículos 9 y 10 se establecen los rangos de concentración para declaratoria de alerta o prevención con el fin de tomar las medidas necesarias para preservar la salud de la población.

5. METODOLOGÍA

Con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados, en este apartado se describe el enfoque y método mediante el cual se desarrolló el proyecto de investigación, así mismo también se detallan las características de los participantes seleccionados, las técnicas de recolección de la información y por último la triangulación de datos y aspectos éticos.

5.1 Investigación cualitativa

Moreira (1999) caracteriza el enfoque cualitativo apoyándose en (Jacob,1987), el cual lo clasifica como un método fundamentado en una visión fenomenológica, constructivista, interpretativa, antropológica y cognitiva que se vuelve coherente englobando suposiciones consistentes sobre naturaleza humana, sociedad, objeto de estudio y metodología. En cambio, Erickson, citado por Moreira (1999), prefiere utilizar el término investigación interpretativa

porque es más inclusivo, no da a la investigación la connotación de ser esencialmente no cuantitativa y porque sugiere de forma más directa la idea de que la investigación se centra en los significados que las personas atribuyen a eventos y objetos, en sus acciones e interacciones dentro de un contexto social, y en la elucidación y exposición de esos significados por el investigador. (p.24)

Esta investigación se aborda desde un enfoque cualitativo ya que permite una dinámica circular durante el proceso, es decir, no es lineal, permite el replanteamiento de preguntas e

hipótesis antes, durante y después del análisis de datos. Se elige porque facilita indagar la forma en que se perciben y experimentan los fenómenos que rodean a los individuos dentro de la investigación. Además, permite la improvisación por parte de los investigadores si las condiciones así lo ameritan (Hernández, Fernández y Baptista, 2012).

Este enfoque entiende a los participantes que son estudiados y desarrolla una empatía hacia ellos; no sólo registra hechos “objetivos”, ya que es importante conocer mejor a cada caso en el contexto en que se desenvuelve, crear un vínculo más allá de una labor investigativa lo que posibilita una interacción más cordial entre las partes, favoreciendo así el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Según Taylor y Bogdan (1987), en la investigación cualitativa todas las perspectivas son valiosas. En esta investigación no se pretende buscar la “verdad”, “la normalidad” o las personas más inteligentes; sino que se busca una comprensión holística de los puntos de vista de todos los participantes. La perspectiva del estudiante es tan importante como la del maestro o la del investigador, lo cual otorga a los participantes, iguales oportunidades para expresar sus ideas y de ser escuchados.

5.2 Estudio de casos

El método de estudio de casos como herramienta de investigación cualitativa es muy útil, puesto que nos permite registrar la conducta de los participantes dentro del fenómeno estudiado (Martínez, 2006), comprender su relación e interacción con el entorno de la investigación, a diferencia de los métodos cuantitativos que se enfocan principalmente en obtener datos medibles.

Según Stake (1998)

Estudiamos un caso cuando tiene un interés muy especial en sí mismo. Buscamos el detalle de la interacción con sus contextos. El estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes. (p.11)

De esta manera, buscamos apreciar la singularidad de cada caso, sin hacer generalizaciones, evidenciar cómo a partir de condiciones generales iguales, se llegan a constructos diferentes. Por otro lado, comprender a detalle la interacción de cada caso con el contexto de la investigación y de la vida real en que ocurrió (Yin 1994 y cómo a partir de este, aprende y desaprende, construye y deconstruye su conocimiento.

Yin (1994) plantea el estudio de casos, como una estrategia preferida “cuando el foco está en un fenómeno contemporáneo dentro de un contexto de la vida real” (p.9)

En este sentido, se encamina la ejecución del plan de acción hacia la problemática contextual de la contaminación del aire con el fin de percibir y analizar las perspectivas y concepciones que los estudiantes forman a partir de situaciones de la vida diaria, qué postura toman al respecto y si ejercen un papel activo en problemáticas contextuales; se busca a partir del estudio de caso comprender y describir los constructos de cada uno de ellos, lo que se fundamenta según Stake (1998) como estudio instrumental de casos.

Para esta investigación llevar a cabo este estudio se tuvo en cuenta tres criterios principales planteados por Stake (1998) los cuales son:

- Rentabilidad: hace referencia a lo que aprendemos de la información obtenida de los casos, que sea comprensible, que ayude a la modificación de generalizaciones.
- Tiempo: el tiempo y el trabajo de campo son limitados y cortos.
- Disponibilidad: selección de casos fáciles de abordar donde nuestras intervenciones son bien acogidas.

5.3 Participantes

El presente trabajo se realizó con 15 estudiantes del grado 10- E de la I.E San José Obrero, para el estudio de casos se han seleccionado cuatro participantes de interés (tres hombres y una mujer) cuyas edades comprenden entre los 16 y 17 años de edad. Para tales efectos se nombra a los participantes como C1, C2, C3 y C4.

De acuerdo con Stake (1998) “el equilibrio y la variedad” en los casos es importante, debido a esto se seleccionaron casos completamente diferentes; sin embargo, con el principal objetivo de que el proceso investigativo se desarrolle con total rigurosidad y en aras de cumplir con la intencionalidad planteada por el equipo de investigadores, se establecieron cinco criterios propios de selección de los casos de estudio, los cuales son:

- Tener un buen historial de asistencia a clases en el presente año ya que es fundamental que el estudiante esté presente en todo el despliegue de las actividades a realizar.
- Tener una participación activa dentro de todas las dinámicas vinculadas con el desarrollo de las actividades de la unidad didáctica.

- Tener buena disposición para el trabajo, tanto individual como en equipo en cada una de las sesiones.

5.4 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos es necesario hacer un plan detallado de los procedimientos utilizados para reunir la información que nos ayude a cumplir los objetivos planteados (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), por tal razón, se emplearon técnicas que permiten recoger datos directamente de los participantes investigados asimismo como de la percepción de cada investigador.

5.4.1 Observación participante

Como técnica de recolección inicial de información se recurre a la observación participante, la cual como su nombre lo indica, permite observar al mismo tiempo que se participa en las actividades del grupo investigado, además posibilita la interacción con la comunidad y la interacción con la misma de una manera holística (Puig, Alcaraz y Lafon, 2004). Esta técnica exige al investigador grandes habilidades para captar la mayor cantidad de información posible para lograr hacer un análisis más detallado del grupo investigado (Herrero, 1997).

Esta técnica se utilizó durante todo el tiempo en que se desarrolló el proceso investigativo, facilitando recoger información no solo en formatos físicos y tecnológicos como cuestionarios y grabaciones, sino también obtener información desde sus actitudes, procedimientos, comportamientos y dominio conceptual.

5.4.2 Diarios pedagógicos

El diario pedagógico se convirtió en una herramienta fundamental de registro, éste está compuesto de las experiencias sucedidas en el aula durante la práctica pedagógica I y II, en la primera se describe netamente observaciones de aula y la identificación de problemas en la enseñanza de la química, mientras que en el segundo se enfoca hacia la descripción de las primeras experiencias docentes por parte de los investigadores, las diferentes situaciones que ocurrieron en el aula durante el desarrollo de la unidad didáctica y la construcción de tablas actitudinales para llevar un proceso de cada alumno durante el desarrollo de cada sesión.

5.4.3 Entrevista

Es una técnica que permite recoger información de manera oral, personalizada y además de primera mano sobre acontecimiento relevantes acerca del tema que se está tratando en grupo investigado (Puig, Alcaraz y Lafon, 2004).

Existen diferentes modalidades de entrevistas; nosotros elegimos, según su estructura: las semiestructuradas ya que al ser elaboradas de forma abierta permiten recoger información rica en matices (Puig, et al., 2004). Esta se realiza tres meses después de la implementación de la unidad didáctica, con el fin de analizar si realmente se dio un aprendizaje significativo crítico con respecto al tema de la composición química y calidad del aire y descartar un aprendizaje memorístico que por lo general es de corta duración.

5.4.4 Cuestionarios

Se acude a los cuestionarios como técnica de recogida de información complementaria. En las diferentes fases de la unidad didáctica de forma simultánea a las actividades desarrolladas, se utilizan cuestionarios para ampliar la cantidad de datos obtenidos. Esto, permite contrastar y enriquecer los datos obtenidos en la investigación (Puig, et al., 2004). Se realizan 5 cuestionarios 2 en la fase de exploración y uno en cada una de las tres fases restantes de la unidad didáctica desarrollada con los estudiantes, estos serán de gran apoyo para la recolección de una buena cantidad de datos que serán mostrados a través de redes sistémicas y matrices de doble entrada para su posterior análisis.

5.4.5 Grabaciones audiovisuales (conversatorio, mapa conceptual, debate)

Expresar las ideas frente a un grupo de personas representa una barrera para algunos, pero es necesario hacerlo para conocer los significados que la persona le está dando al conocimiento asimilado; en este sentido, tanto el conversatorio, como el mapa conceptual grupal y el debate como herramientas toman fuerza, ya que como plantea Moreira (2012) “el docente debe hablar menos (narrar menos) y crear más espacios para que los alumnos hablen y externalicen los significados que están captando” (p.11).

Las grabaciones nos permiten visualizar el escenario de la investigación y quienes participan en él cuantas veces queramos pudiendo analizar con más detenimiento cada acontecimiento (Puig, Alcaraz y Lafon, 2004). Aludiendo a las razones anteriormente descritas, esta herramienta será fundamental para analizar minuciosamente las actividades de conversatorio, debate y mapa conceptual, estos a su vez serán transcritos y analizados por los investigadores a la luz de las teorías abordadas.

5.5 Recolección de la información:

La mayor parte de la recolección de la información se da durante la implementación de una unidad didáctica ([ver anexo 1 unidad didáctica](#)) basada en el ciclo de Jorba y Sanmartí (1996), esta se orienta hacia la consecución de un aprendizaje significativo crítico sobre la temática de composición y calidad del aire, para la construcción de las actividades se hace énfasis en los principios de la teoría del Aprendizaje Significativo crítico: de la no centralización del libro de texto y el abandono de la pizarra. A continuación, en la figura 1, se muestra un diagrama general de la unidad didáctica desarrollada y luego se detalla la recolección de la información realizada durante cada fase:

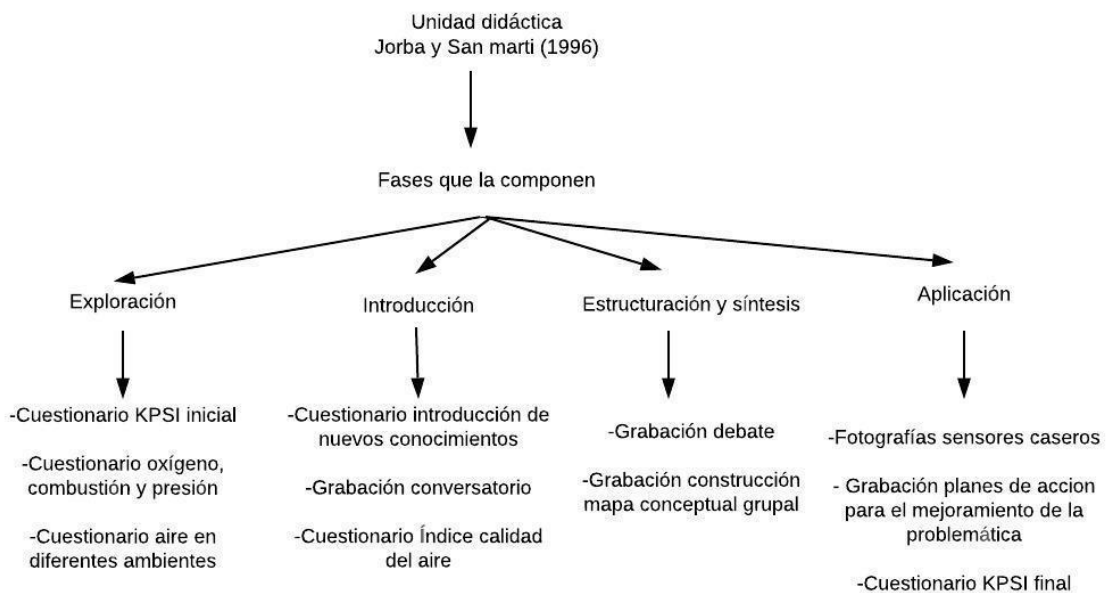


Figura 2. Diagrama general unidad didáctica. Fuente: Elaboración propia

5.5.1 En la fase de exploración de ideas alternativas

Para iniciar la fase exploratoria se comienza con un cuestionario KPSI (Inventario de ideas previas) el cual permite la fácil recolección de los datos para su posterior análisis; dicho cuestionario tiene como componente fundamental, dos preguntas que permitirán evidenciar si existe algún estudio previo por parte de los estudiantes, sobre la composición y calidad del aire, así como el nivel de comprensión de este y de algunos conceptos asociados al comportamiento gaseoso.

En un segundo momento, la actividad consiste en la realización de un experimento demostrativo; con una vela que se enciende y luego es aislada del flujo de aire, para conocer los saberes de los estudiantes acerca del papel del oxígeno en la combustión y qué elementos la hacen posible, qué gases resultan después de la combustión para luego implementar un cuestionario, el cual busca determinar el conocimiento que los estudiantes poseen acerca de los conceptos anteriormente mencionados.

Como última actividad para cerrar esta fase, realizamos un recorrido por diferentes lugares acompañados de los estudiantes, con el fin de ponerlos en contacto con diferentes ambientes (aula cerrada, laboratorio de química, aire libre), el instrumento para recolectar la información consiste en un cuestionario con preguntas abiertas que da cuenta de cómo perciben el aire en diferentes lugares o espacios y que elementos del entorno lo afectan. En la siguiente tabla, se presentan las técnicas de recolección de información, su momento de aplicación y criterios para el análisis:

Tabla 1. *Recolección de información fase de exploración*

Técnica de recolección de información	Momento de aplicación	Criterios para análisis
Cuestionario KPSI inicial	Inicio de la intervención con las estudiantes. Inicio fase de exploración.	Indagar acerca del nivel de conocimiento previo que los estudiantes tienen acerca de la composición química, calidad del aire y otros conceptos asociados
Cuestionario Oxígeno, combustión y presión	Segunda parte de la fase de exploración. Después de realizar el experimento demostrativo casero: (oxígeno, combustión y presión)	Indagar si los estudiantes tienen conocimiento científico que les permita dar explicación al fenómeno observado (ver anexo 2)
Cuestionario aire en diferentes ambientes	Finalización de la fase de exploración	Determinar cómo los estudiantes relacionan elementos del entorno con la calidad del aire.

5.5.2 En la fase de introducción de nuevos conocimientos

Para esta segunda fase de la unidad didáctica se utilizan como recursos una serie de videos encontrados en la internet (la información de los videos fue verificada por los investigadores) para que los estudiantes adquieran conceptos nuevos los cuales serán utilizados posteriormente en un conversatorio guiado por unas preguntas orientadoras, todo desde cuatro categorías fundamentales: composición, calidad y contaminantes, fuentes emisoras de contaminantes y enfermedades asociadas a la contaminación del aire. Previamente al conversatorio cada estudiante contesta un cuestionario que aborda los conceptos fundamentales expuestos en los videos.

Como segunda actividad y luego de introducir nuevos conocimientos sobre la tabla de índice de calidad del aire vigente para nuestro país durante la conversación grupal, los estudiantes tendrán que clasificar como perciben la calidad del aire en diferentes sectores. Por medio de esta última actividad cada estudiante demostrará la adquisición del conocimiento referente al índice de la calidad del aire previamente tratado y permitirá evidenciar aprendizaje y recolección de datos. Las técnicas de recolección de información de esta fase se presentan también en esta tabla:

Tabla 2. *Recolección de información fase de introducción de nuevos conocimientos*

	Momento de aplicación	Criterios para análisis
Técnica de recolección de información		
Cuestionario, grabación de voz del conversatorio	Previo a la fase de introducción de nuevos conocimientos	Evidenciar el conocimiento adquirido por los estudiantes
Tabla Índice Calidad del Aire	Posterior al conversatorio	Conocer qué percepciones tienen los estudiantes de la calidad del aire en diferentes locaciones

5.5.3 En la fase de estructuración y síntesis

Para esta fase se empezó con la construcción grupal de un mapa conceptual en torno a cuatro categorías fundamentales: composición, calidad y contaminantes, fuentes emisoras de contaminantes y enfermedades asociadas a la contaminación del aire, tratadas previamente en la introducción de nuevos conocimientos. Cada uno de los estudiantes debía aportar dos conceptos de interés y además expresar ideas relevantes relacionadas a dichos conceptos.

Para esta actividad contamos con grabaciones audiovisuales y audios que dan cuenta de las ideas planteadas por cada estudiante, en la estructuración del mapa conceptual. Como segunda actividad en esta fase, se optó por el desarrollo de un debate teniendo en cuenta un tema actual, de interés colectivo y relacionado con la problemática actual de la contaminación del aire, tema que se trabajó en la introducción de nuevos conocimientos. El debate comprende como eje temático las medidas establecidas de pico y placa para el transporte privado y para la industria, el grupo se divide en dos y deben discutir con argumentos asumiendo posturas a favor y en contra de las medidas. Este debate está permeado por una temática que comprende asuntos socio científicos y fue grabado en video totalmente como instrumento de recolección de información importante en la investigación. En la tabla 3, se relacionan las técnicas de recolección de información de esta fase:

Tabla 3. *Recolección de información fase de estructuración y síntesis*

Técnica de recolección de información	Momento de aplicación	Criterios para análisis
Grabación de video y fotografías	Primera actividad de la fase de estructuración y síntesis (Mapa conceptual grupal)	Vislumbrar la apropiación del nuevo conocimiento y su utilización en la construcción del mapa conceptual

Grabación de video y fotografías	Cierre de la fase de estructuración y síntesis (Debate sobre problemática contaminación atmosférica en la ciudad)	Toma de una postura crítica frente asuntos socio científicos presentes en su contexto
----------------------------------	---	---

5.5.4 En la fase de aplicación

Para concluir el proceso de la unidad didáctica y poner en evidencia conocimientos significativos y útiles para la vida cotidiana, se realizó un ejercicio de aplicación práctico, el cual consistió en utilizar papel y vaselina para crear un instrumento que permite medir de manera cualitativa el nivel de contaminación del aire en sus lugares de residencia, el ejercicio permite evidenciar de forma simple que tanto material particulado circula en el ambiente, evidenciándose en el polvo impregnado en la vaselina, los resultados de estos sensores serán compartidos y a partir de la reflexión de los mismos los casos propondrán acciones de cambio propias y en comunidad para el mejoramiento de la problemática en el contexto, como recolección de la información se usará una videograbación en una última sesión de socialización del ejercicio práctico y en última instancia se desarrollará el cuestionario KPSI final que ayudará a la autoevaluación de los estudiantes ya que este les dará la oportunidad de hacer un contraste del conocimiento inicial con el final. La tabla 4, reúne las técnicas anteriormente mencionadas y desarrolladas en esta fase.

Tabla 4. *Recolección de información fase de aplicación*

Técnica de recolección de información	Momento de aplicación	Criterios para análisis
Sensores caseros contruidos por los estudiantes y fotografías	Inicio fase aplicación	Aspectos actitudinales y procedimentales de los estudiantes al momento de la construcción de los sensores
Cuestionario abierto y grabación de video de la socialización.	Una semana después de la construcción de los sensores caseros	Analizar las propuestas de cambio propias y en comunidad expuestas por los casos
Cuestionario KPSI final	Último momento de la unidad didáctica	Evidenciar el avance obtenido con respecto al tema de la composición química y calidad del aire después de la implementación de la unidad didáctica

5.5.5 Entrevista

Para el cierre de la investigación se diseñó una entrevista la cual fue aplicada cuatro meses después de la implementación didáctica, con el fin de valorar el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes. La entrevista no se aplica inmediatamente, ya que se

pretende descartar un aprendizaje mecánico, para valorar un aprendizaje verdaderamente significativo, es conveniente abarcar un tiempo sin tratar nada del tema para determinar efectivamente si los estudiantes se apropiaron del conocimiento o no.

Tabla 5. *Recolección de información entrevista*

Técnica de recolección de información	Momento de aplicación	Criterios para análisis
Entrevista	Meses después de la implementación de la unidad didáctica	Cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales sobre el estudio de la composición y calidad del aire

5.6 Análisis de datos

Los análisis de datos se realizaron partiendo de tres pasos: el primero de ellos fue la implementación y recolección de evidencias en el desarrollo de la unidad didáctica, teniendo en cuenta sus diferentes fases de aplicación, el segundo la transcripción de las siguientes actividades: conversatorio, debate de asuntos socio científicos y mapa conceptual grupal y el tercero la realización de una entrevista semiestructurada tres meses después de la implementación didáctica. La información que es objeto de análisis se consigna en redes sistémicas y matrices de doble entrada para sintetizar de manera clara y concisa las evidencias recolectadas en cada una de las fases de la unidad didáctica, es importante

aclarar que no será analizada toda la información planteada en el ciclo didáctico, sino que se acude a aquella información que corresponde directamente con la consecución de los objetivos planteados; por último a cada uno de los casos se les asignó un código siendo nuestros cuatro casos: C1, C2, C3 y C4.

Para una organización más clara y sencilla, los resultados se presentarán a partir de las fases de la unidad didáctica y por último la entrevista, siendo los apartados de análisis: fase de exploración, fase de introducción de nuevos conocimientos, fase de estructuración y síntesis, fase de aplicación y entrevista, cada uno de estos apartados se analizará conjuntamente desde de las categorías y subcategorías que se establecen a continuación.

5.7 Categorías de análisis

En correspondencia con los objetivos propuestos en esta investigación, se construyeron categorías y subcategorías, como eje articulador del proceso investigativo, dado que el estudio de toda la información, mediado por el análisis de las categorías, propiciaron los hallazgos que serán expuestos en los resultados y discusión más adelante. A continuación, se sintetizan las categorías con sus respectivas subcategorías.

Tabla 6. *Categorías y subcategorías de análisis*

Categorías de Análisis	
Categorías	Subcategorías
Apriorísticas	
Aprendizaje significativo crítico	-Principio de la no centralización en el libro de texto -Principio del conocimiento como lenguaje -Principio de la no utilización de la pizarra
Estudio de composición química y calidad del aire.	-Aspectos actitudinales -Aspectos conceptuales -Aspectos procedimentales

5.8 Triangulación

La triangulación es un término que se utiliza para señalar que en el estudio o investigación de un objeto se van a usar múltiples métodos (Valencia, 2000). En nuestro caso optamos por la triangulación teórica y de investigador, ya que permiten analizar información teniendo en cuenta el punto de vista y las percepciones que cada investigador tiene acerca del objeto de estudio; además, cuando se está inmerso en un espacio dado, cada

observador tiene una manera particular de interactuar con el fenómeno investigado, ya que, sus experiencias interaccionales son diferentes, además cada investigador desde su subjetividad está analizando el fenómeno.

5.8.1 Triangulación teórica

Con el fin de producir un entendimiento holístico de la interacción de los participantes con el contexto de la investigación, se recurre a las teorías del aprendizaje significativo crítico y las teorías que sirvieron de base para plantear la misma; las cuales junto con las diferentes perspectivas de los investigadores se utilizan para analizar los mismos datos (Benavides y Gómez, 2005) y proporcionar un mayor grado de confiabilidad de la información recabada.

5.9 Aspectos éticos

Puesto que para la recolección de datos dispondremos de la utilización de diferentes herramientas anteriormente descritas como: entrevistas, grabación de audio, grabación vídeo, fotos y cuestionarios, además para que la posterior sistematización de resultados puedan ser publicados, es necesario incorporar un protocolo ético de investigación informando a los estudiantes acerca de los procedimientos a desarrollar en el proyecto, de igual manera solicitando su participación en las actividades y requiriendo la aprobación de sus padres o personas a cargo para utilizar la información proporcionada únicamente con fines académicos ligados a esta investigación. No se hará pública la identidad de ningún estudiante; para hacer referencia a alguno de ellos, se proveerá un seudónimo. (Ver anexo 2, consentimiento informado).

6. RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados obtenidos con su respectivo análisis de acuerdo con los apartados propuestos en la metodología. Dichos resultados se analizan desde algunos principios de la TASC buscando evidenciar en los estudiantes avances desde la conceptualización química referente la composición y calidad del aire. También se tuvo en cuenta el discurso de los casos desde la parte reflexiva relacionada con las problemáticas ambientales en la ciudad de Medellín y los planteamientos de cambio para responder a estas. Se recomienda en primera instancia revisar la unidad didáctica ([Ver anexo 1 unidad didáctica](#)) para comprender las actividades de cada fase.

6.1 Fase de exploración

Para la TASC es fundamental partir desde lo que el estudiante ya sabe, esto basado con David Ausubel (1983) y su teoría del aprendizaje significativo donde, “la variable que más influye en el aprendizaje es el conocimiento previo del aprendiz”, por esta razón, utilizamos el cuestionario KPSI, el cual permitió conocer los grados o niveles de saberes previos en que se clasificaron los casos con relación a temas y conceptos que se vinculan directamente.

También se usaron dos cuestionarios abiertos que dieron cuenta de los saberes de los casos con respecto al papel del oxígeno en la combustión, la importancia de este gas para nuestra respiración y la variación de la composición del aire de acuerdo con el lugar donde nos encontremos y los elementos del entorno que lo afectan.

6.1.1 Cuestionario KPSI

A continuación, se presentan los resultados del cuestionario KPSI, que junto con el KPSI final de la fase de aplicación serán fundamentales para el análisis de los conceptos principales sobre el estudio de la composición y calidad del aire. El cuestionario contiene dos preguntas que indagan si han estudiado el tema y el grado de comprensión, las cuales que se correlacionan entre sí, y a partir de éstas se obtuvieron los siguientes resultados que serán consignados en las tablas 7 y 8 y gráficas 1 y 2, teniendo en cuenta los cuatro participantes estudiados (C1, C2, C3 Y C4). Los temas fueron:

A: Composición química del aire

B: Contaminación atmosférica

C: Contaminantes atmosféricos

D: Calidad del aire

E: Índice calidad del aire

F: Volumen

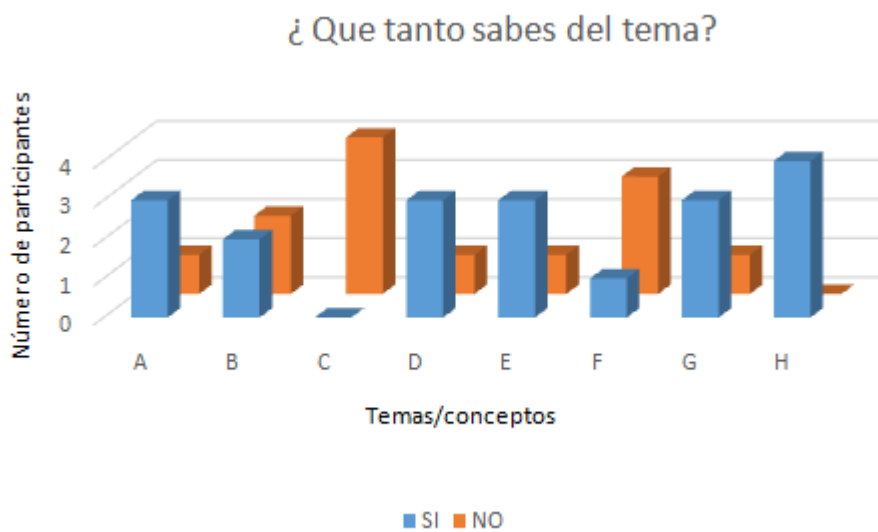
G: Presión

H: Temperatura

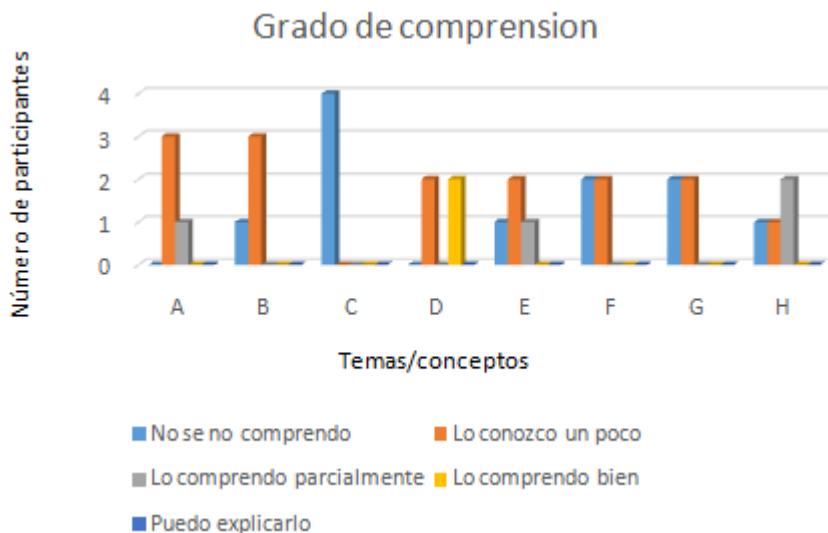
En la siguiente tabla y gráfica se relacionan los resultados a la primera pregunta del formulario KPSI, donde se puede notar que para los temas C, E y F, todos o la mayoría de los estudiantes manifestaron no haber estudiado el tema, mientras que los temas A, D, H y G son los temas donde se muestra que todos o la mayoría de los estudiantes sí los han estudiado. El tema B, muestra una proporción igual entre estudiantes que sí y no han estudiado el tema.

Tabla 7. Cuestionario KPSI, número de participantes para la pregunta: ¿has estudiado el tema?

Temas/Conceptos	A	B	C	D	E	F	G	H
Si	C1,C3 y C4	C1 Y C3	0	C1,C2 Y C3	0	-	C1, C3 Y C4	C1, C2, C3 Y C4
No	C2	C2 Y C4	C1, C2,C3 Y C4	C4	C1, C2, C3 Y C4	C1, C2 Y C4	C2	0



Gráfica 1. Cuestionario KPSI para: has estudiado el tema. Fuente: Elaboración propia



Gráfica 2. Cuestionario KPSI para grado de comprensión de los temas. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados anteriormente presentados con relación al tema de composición química del aire C1, C3 y C4 afirmaron haber tenido un acercamiento previo a su estudio, y C2 afirmó no haberlo estudiado antes. En cuanto al grado de comprensión, C2, C3 Y C4 calificaron su conocimiento como poco y C1 como parcial, por lo cual se hace evidente que ninguno de los participantes se ubica dentro de los dos últimos grados de comprensión, lo que indica que no comprenden bien el tema y menos para explicarle a un compañero.

Si miramos el acercamiento de los participantes al tema de la contaminación atmosférica y los contaminantes, es importante destacar que C1 y C3 respondieron que sí se habían acercado al primer tema, pero todos respondieron negativamente en cuanto a la aproximación al concepto de contaminante y a su comprensión. El tema de la contaminación atmosférica es inherente al de los contaminantes, al menos desde el punto de vista teórico, es por esto que se puede pensar que los saberes al respecto no están muy bien

fundamentados desde el estudio académico. No evidenciamos saberes previos en ninguno de los cuatro casos sobre los contaminantes atmosféricos más representativos, es decir, los contaminantes criterio (Dióxidos de azufre, de Nitrógeno, Ozono troposférico, material particulado y monóxido de carbono).

Para el tema de la calidad del aire, C1, C2 y C3 respondieron que sí se habían acercado a la temática, mientras que C4 respondió que no, pero se puede apreciar que C2 y C4, afirmaron conocer poco el tema. C1 y C3 en cuanto al grado de comprensión de la temática asociada a la calidad del aire, se clasificaron en la categoría del cuestionario KPSI de “lo comprendo bien”, nuevamente esto no es congruente con su respuesta anterior referente a sus vacíos conceptuales sobre contaminantes atmosféricos, ya que, si se comprende bien el tema de la calidad del aire, también se debe saber sobre el tipo de contaminantes que afectan la calidad de la atmósfera respirable. Notamos que existen vacíos conceptuales desde la ciencia química que permitan y posibiliten a los estudiantes comprender mejor los fenómenos asociados a la generación de contaminación y sus repercusiones en la salud.

De acuerdo con nuestros hallazgos, se evidencia que los participantes no identifican con claridad al aire como una mezcla gaseosa, la cual contiene mayoritariamente nitrógeno y en segundo lugar al oxígeno y por último a otros gases en menor proporción como el dióxido de carbono, gases nobles y otros gases contaminantes. La parte con más vacíos a nivel conceptual quizás sea la molecular, pues si bien los estudiantes admiten en el cuestionario que conocen poco el tema, no se evidenció conocimiento sobre la conformación estructural diatómica de moléculas y sus interacciones intermoleculares como en el N_2 , O_2 o en el CO_2 en donde son muy importantes conceptos como el de enlace covalente polar y no polar, esto lo pudimos apreciar en cuestionarios posteriores durante esta fase.

Llama la atención que C4 afirme que conoce un poco del tema, pero a su vez admite no haberlo estudiado antes, esto se puede deber en gran parte a las múltiples campañas televisivas y en redes sociales, comunicando sobre la problemática ambiental en la ciudad y/o el mundo asociada a la baja calidad del aire.

Sin lugar a dudas los temas más huérfanos en cuanto a su estudio previo y comprensión son el de contaminantes (C) e índice de la calidad del aire (E), ninguno de los participantes tuvo un acercamiento anterior al tema; según Moreira (2013) y de acuerdo con la TASC, es importante la presencia de “subsunoers” y/o conocimientos previos adecuados, pero podemos observar que este caso no hay, lo que hizo relevante invertir esfuerzos en trabajar este par de conceptos partiendo desde las dos condiciones reales para alcanzar un aprendizaje significativo, que según Ausubel son la predisposición para aprender y el uso de materiales potencialmente significativos.

6.1.2 Experiencia práctica: Oxígeno, combustión y presión.

En esta segunda actividad se realizó un experimento demostrativo, cuya intención fue motivar a los estudiantes a generar hipótesis sobre lo que podía ocurrir con un objeto en combustión luego de aislarse del flujo de aire.



Figura 3. Montaje en clase, experimento oxígeno, combustión y presión. (02 de mayo de 2019)

En esta experiencia práctica, es muy importante resaltar que, aunque se trata de un experimento muy popular, los participantes se mostraron curiosos, concentrados y al parecer no lo conocían, pues se pudo apreciar que estaban muy interesados en prestar atención durante su desarrollo y expectantes por conocer qué sucedería durante el mismo, incluso C3 se ofrece como voluntario para poner el recipiente encima. El muñeco que acompaña la vela, es una representación humana, la cual permitió hacernos una idea sobre la correlación que los estudiantes hacen sobre el consumo de oxígeno en un proceso de combustión y como nos puede afectar.

En cuanto al componente actitudinal, es pertinente anotar que, a pesar de ser la primera sesión de implementación de la unidad didáctica, los cuatro participantes se mostraron con una gran disposición; mostrando mucha concentración y participación durante las actividades propuestas, C2 y C4 realizaron preguntas constantemente y C3 se ofreció como voluntario para realizar el experimento ante todo el grupo. Esta disposición y actitud positiva que muestran los participantes desde la primera sesión se puede atribuir en buena medida a que las actividades desarrolladas buscaban romper esquemas tradicionales de

enseñanza, generar un ambiente agradable y tranquilo durante las clases desde el componente actitudinal y potenciar los siguientes principios de aprendizaje significativo: el abandono de la pizarra, de la narrativa y del libro de texto, puesto que los jóvenes de hoy en día, son más susceptibles a la desmotivación escolar a causa de la monotonía, ya que en esta era tecnológica se conocen múltiples medios para la adquisición de conocimientos y además es más difícil captar su atención buscando la innovación. Es aquí donde Moreira (2005) fundamenta su teoría y hace evidente la importancia de llevar diversas metodologías al aula.

En las siguientes redes sistémicas se consigna la información recogida en el segundo cuestionario aplicado después del experimento:

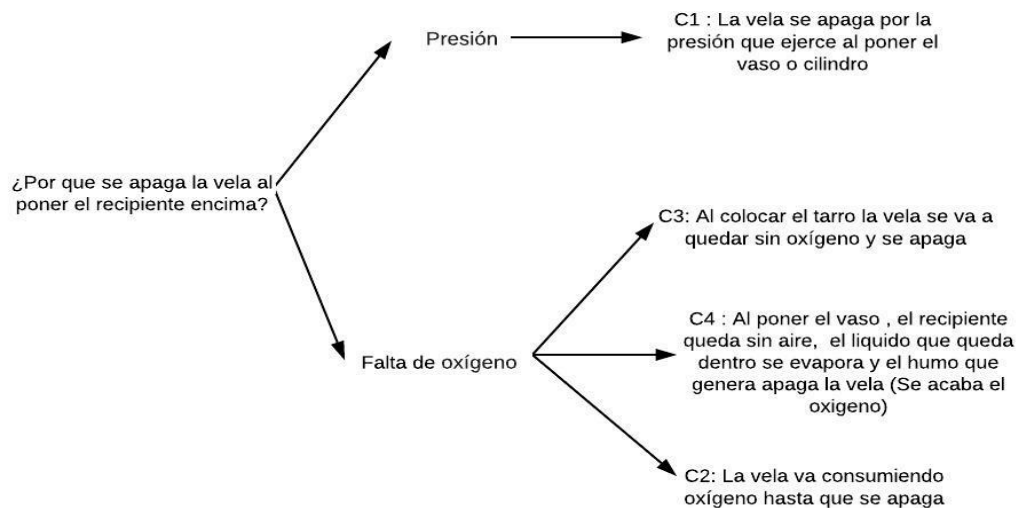


Figura 4. Red sistémica pregunta 1 cuestionario oxígeno, combustión y presión. Fuente:

Elaboración propia

En cuanto a las respuestas consignadas en la figura 4, de por qué se apaga la vela al aislarla con el recipiente, C2, C3 y C4 mencionaron y coincidieron en sus respuestas afirmando que el componente oxígeno se agotaba. Si bien las respuestas poseen cierto criterio de carácter conceptual, no profundizan en cómo el oxígeno participa en la reacción química de combustión. Los jóvenes pueden mencionar el concepto, pero del mismo modo pueden tal vez no comprenderlo, esto se evidencia en la respuesta de C4 la cual resulta confusa ya a pesar de que menciona al final que se acaba el oxígeno, también dice que es por la evaporación del líquido que genera humo y que éste apaga la vela. En esta respuesta se observa que no hay claridad conceptual como también en la de C1 que justifica que es por la presión que ejerce el vaso sobre la vela.

Si bien los cuatro participantes exhiben manejar conceptos de carácter científico desde el uso de su lenguaje en las respuestas (manifestadas en el experimento de la vela), en realidad las asociaciones de carácter significativo son pobres, ya que no profundizan en la explicación de cómo sucede el fenómeno. Hace falta entonces avanzar en aspectos conceptuales desde la enseñanza de la química para que los estudiantes relacionen el papel del oxígeno como comburente y el de la vela (parafina-hidrocarburo) como combustible, así como también que les permita identificar la reacción de combustión como una reacción de carácter químico en donde los reactivos antes mencionados se reestructuran desde su composición sin perder su naturaleza elemental para transformarse en los productos; el dióxido de carbono y agua, y en donde la llama es una manifestación energética de carácter exotérmico, la cual se extingue a falta del reactivo limitante.

Para remediar parte de esta situación es trascendental abordar e implementar una estructuración teórica desde la enseñanza haciendo énfasis en el manejo del lenguaje químico, que permita a los estudiantes consolidar conceptos desde la claridad en los términos y palabras, del mismo modo que les facilite poder responder a preguntas y elaborar explicaciones precisas y coherentes todo esto teniendo en cuenta la importancia del lenguaje académico o formal respondiendo a uno de los principios planteados en las TASC la cual plantea que parte de la comprensión se fundamenta en el lenguaje y que esté a su vez permite la elaboración del conocimiento, lo cual otorga la posibilidad de generar nuevas perspectivas en el sujeto. Conocer y estudiar el uso del lenguaje implica aprender de manera significativa, es decir estructurada y anclada a conceptos elaborados. Si no se tiene en cuenta la importancia del lenguaje, en palabras de (Moreira 2010, pág 4), “Los estudiantes pueden presentar los comportamientos deseados sin entender lo que están haciendo, sin darle sentido a las situaciones, sin atribuirle significado a los conocimientos. Son capaces sólo de aplicar los nuevos conocimientos a situaciones conocidas, o sea, repetir aplicaciones dadas en las clases por el profesor o que aparecen en los materiales didácticos”.

6.1.3 Aire en diferentes ambientes

En esta última actividad de la fase de exploración es importante seguir evidenciando los conocimientos previos de los participantes, ya que son fundamentales para generar un aprendizaje significativo crítico, Moreira (1997) dice que “el conocimiento previo sirve de matriz “ideacional” y organizativa para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos, ideas y conceptos, que pueden adherirse a medida que otras ideas y conceptos están claros” p.2. Por lo cual en este cuestionario no se realizaron preguntas

netamente teóricas sobre el tema, sino que a partir de las experiencias que se dieron en el aula con la combustión de algunos objetos y con la observación desde la terraza del colegio, se pidió a los participantes que escribieran la variabilidad del aire en los diferentes lugares que podían ver desde allí, como zonas verdes alrededor del colegio y el centro de la ciudad; es importante recalcar que los estudiantes se mostraron contentos y proactivos al momento de la quema de los objetos, miraban cada elemento en combustión como algo muy novedoso y lo pasaban tranquilamente para no lastimar al compañero.

Teniendo en cuenta los diarios de campo realizados en el marco del desarrollo de la Unidad Didáctica, el participante C3 se muestra entusiasta y manifiesta “ *este tipo de actividades me gusta mucho ya que se sale de la monotonía del aula y se pone en juego otros elementos como la observación, que en muchas de las clases que veo se dejan afuera y más en este momento que nos estamos preparando para las pruebas semestrales*”, lo que dice C3 se contrasta con el sexto concepto fuera de foco propuesto por Moreira (2012) en cual nos dice que “las mejores escuelas son las que preparan a sus alumnos para las pruebas estandarizadas, del estado e internacionales como las PISA”, como vemos esto no escapa a nuestro contexto, la mayor parte del tiempo las instituciones enfocan gran parte de sus esfuerzos a mejorar en los resultados de pruebas tipo ICFES con el fin de situarse mejor en los rankings y ganar reconocimiento, muchas veces por el afán de mejorar en estas se deja a un lado actividades que pongan en juego otros factores importantes como la participación, observación y discusión de fenómenos actuales.



Figura 5. Momento del desarrollo de la actividad aire en diferentes ambientes. (02 de mayo de 2019)

En la siguiente matriz de doble entrada se destaca la respuesta de los cuatro participantes con respecto a la pregunta: ¿La composición del aire depende de dónde nos encontremos?

Tabla 9. *Respuesta participante, pregunta 1 cuestionario aire en diferentes ambientes*

Pregunta	C1	C2	C3	C4
¿La composición del aire depende de dónde nos encontremos?	“Si ya que depende de los elementos u objetos dentro o cerca del lugar en el que estén estos objetos, elementos o masas pueden afectar de buena o mala manera la composición del aire”	“Sí, porque depende de los factores que estén cercanos influyen en la contaminación, o por el contrario influye de manera positiva como agregando oxígeno etc. “	“Si porque no es lo mismo respirar el mismo aire de la casa a como empresa de vapor”	“Si porque por ejemplo yo vivo al lado de una galponera yo todos los días tendría que oler todos esos olores”

Con respecto a las respuestas consignadas en la tabla 9, que se centran en el la categoría del lenguaje como conocimiento (lenguaje químico) se pone en evidencia que los cuatro participantes reconocen que la composición del aire varía dependiendo de la zona donde nos encontremos, cabe resaltar que en sus explicaciones C1 usa cierto lenguaje químico, utilizando términos como masa y elemento que son muy propios en su nivel escolar (grado décimo), con estos términos nos explica que *“van a ver elementos y masas diferentes dependiendo de donde nos encontremos que van a afectar de una u otra manera la calidad del aire”* , por su parte C3 y C4 utilizan pocos términos de un lenguaje químico acorde a su nivel en sus explicaciones, pero usan ejemplos propios de su contexto para explicar por qué la calidad del aire varía dependiendo del lugar , C4 haciendo un contraste entre un ambiente con galpones y otro con abundantes árboles, concluyendo que en el primero se van a tener muy malos olores mientras que en el segundo los malos olores no serán una preocupación latente, por su parte C3 dice que no es lo mismo respirar el aire de la casa que el de una empresa que esté produciendo vapor, por último C2 reconoce que el aire varía de manera positiva o negativa pero no utiliza ejemplos o términos asociado al lenguaje químico , algo que es un poco preocupante puesto los estándares curriculares en ciencias naturales y sociales establecidos en 2004 dice que al terminar el grado noveno los estudiantes identifican y usan adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias.

6.2 Introducción de nuevos conocimientos

En las siguientes redes sistémicas y matriz de doble entrada se organizan las respuestas del primer cuestionario usado en la fase de introducción de nuevos conocimientos y durante el conversatorio, con el propósito de recoger información valiosa a partir del conocimiento adquirido por los estudiantes a través videos sobre la contaminación del aire, fuentes emisoras de contaminantes, enfermedades asociadas y el índice de calidad del aire (ICA); de igual manera empoderarlos del rol protagónico que tienen para construir su propio conocimiento.

6.2.1 Cuestionario introducción nuevos conocimientos

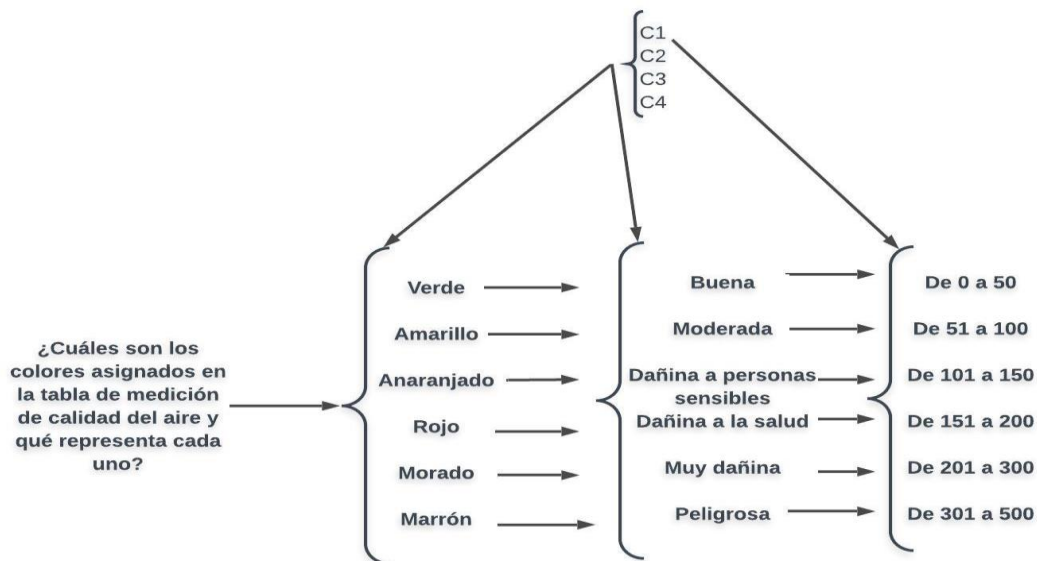


Figura 6. Red sistémica pregunta 3, cuestionario introducción de nuevos conocimientos.

Fuente: Elaboración propia

Primero que todo es muy importante destacar la parte actitudinal y procedimental durante esta actividad, la cual estuvo mayormente a cargo de los estudiantes. Su disposición y la responsabilidad que tuvieron a la hora de ver los videos como tarea extra clase,

asimismo como su compromiso para el desarrollo de la sesión hicieron que fuera posible apreciar el trabajo hecho por cada uno, tanto dentro como fuera del aula, posibilitando el aprendizaje colectivo de los temas propuestos y la participación activa. Estas actitudes y comportamientos fueron sorprendentes y gratificantes, demostrando autonomía y responsabilidad, puesto que existía la incertidumbre y posibilidad de que no cumplieran con los deberes acordados y no se pudiera llevar a cabo de la mejor forma las actividades propuestas; en este sentido, también se puede reconocer que fueron capaces de regular sus aprendizajes.

En cuanto a la pregunta consignada en la figura 6 podemos ver que los cuatro participantes respondieron lo mismo en cuanto al color y lo que representa cada uno, lo que se podría interpretar como que cada participante asimiló bien el contenido del video lo que a su vez les permitió llegar a estas respuestas. En cuanto a C1 podemos añadir que fue un poco más allá en su respuesta, al agregar la escala numérica asignada a cada color, algo que en primera instancia no fue requerido en la pregunta, pero que deja ver un poco más de apropiación de conocimiento del tema, asimismo como su utilización en las circunstancias adecuadas.

También se puede destacar que para el momento de responder esta pregunta C1 trabajó individualmente, mientras que C2, C3 Y C4 colaboraron en esta actividad. Por un lado, es algo positivo la relación cooperativa de C2, C3 Y C4, ya que favorece un mejor ambiente de aprendizaje y posibilitar mejores resultados académicos (Gómez, 2012) pero no deja ver claramente cuál fue el aporte o el aprendizaje de cada uno, totalmente contrario a lo que pasó con C1 quien de manera personal reflejó su aprendizaje.

Cuando nos fijamos en la educación tradicional donde el estudiante es solo un receptor y emisor de verdades dadas, se le niega la posibilidad de construir conocimiento de manera autónoma y con significado propio; por esta razón se le delegó la responsabilidad a los participantes de ir tras el conocimiento, es decir, se crearon las posibilidades para su producción y construcción propia (Freire, 2004), tanto a la hora de mirar material de apoyo como el espacio que les permitió compartir lo que cada uno había percibido y construido.

Durante el conversatorio se propició el accionar y la participación de los estudiantes y sobre todo se evadió el rol de profesor como dueño de conocimiento absoluto, quien recita respuestas y no permite la actividad del estudiante, esto se contrasta con el séptimo concepto fuera de foco propuesto por Postman y Weingartner (1969) donde “el conocimiento es “dado, que emana de un nivel superior, una autoridad, por lo tanto esto debe ser aceptado sin duda” (p.2) y se complementa con Moreira (2012) donde argumenta que el modelo de enseñanza basado en la narrativa usado tradicionalmente no permite construir un conocimiento duradero.

Con relación a la pregunta 4 ¿Cuáles son los contaminantes criterio para el índice de la calidad del aire?, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10. *Respuestas participantes, pregunta 4 cuestionario introducción nuevos conocimientos*

Pregunta/ Casos	C1	C2	C3	C4
¿Cuáles son los contaminantes criterio para el índice de la	-PM 2,5 (contaminantes provocados por las industrias o	-Material particular - Dióxido de	-Partículas -Dióxido de azufre	-Material particulado -Dióxido de

calidad del aire?	cementeras) - Las partículas de 10 causadas por procesos de combustión incompletos	azufre -Monóxido de carbono -Ozono	-Monóxido de carbono -Óxido de nitrógeno	azufre -Monóxido de carbono -Ozono
----------------------	--	---	---	---

Según, las respuestas de los participantes, relacionadas en la tabla 10, podemos decir que C1 menciona el material particulado 2.5 y 10 como contaminantes criterio, el primero es correcto, pero el segundo no; el hecho de que ambos sean partículas pudo haber conducido a creer que ambas pertenezcan a esta categoría, agrega que las partículas 2.5 son provocadas por industrias y cementeras y las partículas 10 por procesos de combustión incompleta; en cuanto a esto se puede inferir que se aproximó al conocimiento expuesto en los videos, sin embargo dejó por fuera la mayoría de los contaminantes criterio. Cuando se le pide compartir sus respuestas, se observa que C1 no tiene un dominio completo del tema, no obstante, lo poco que responde denota comprensión y significado y es capaz de comunicarlo al grupo (Moreira 2012), según lo cual se descarta un aprendizaje mecánico, sin sentido, sin entendimiento.

Con relación a C2, C3 Y C4 coinciden en que el dióxido de azufre, el ozono y el monóxido de carbono son contaminantes criterio, además, C3 referencia las partículas y el óxido de nitrógeno mientras que C4 y C2 indican el material particulado. Como se mencionó anteriormente C1, C2 Y C3 colaboran en algunas actividades; lo cual se puede deber a que tiene una buena relación como compañeros de clase; pese a esto ninguno logró

identificar los contaminantes criterio en su totalidad, pero hubo un gran acercamiento a ellos.

Al revisar tanto las respuestas de los participantes C2,C3 Y C4 como su contribución en el conversatorio se puede advertir cómo la utilización de los videos se convierte en material potencialmente significativo, no solo porque es una actividad de enseñanza en la cual hay una interacción de preguntas y respuestas entre los investigadores y los participantes la cual tiende a ser crítica y suscita el aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2012), sino también porque al ser material tecnológico y didáctico logra captar la atención de los participantes lo que a su vez también favorece el aprendizaje (Vega, Abella y García, 2016). La idea de compartir con el grupo las respuestas de cada uno, surge de la necesidad de generar un ambiente de aula que propicie más la participación de ellos mismos en lugar del docente, lo que a su vez favorece la construcción autónoma de conocimiento y con significado con el fin de poder integrarlo en su vida cotidiana en la resolución de problemáticas existentes.

Con respecto a la pregunta: ¿Qué enfermedades se asocian a la contaminación del aire? del mismo cuestionario, se obtuvieron las respuestas que se presentan en la siguiente figura:

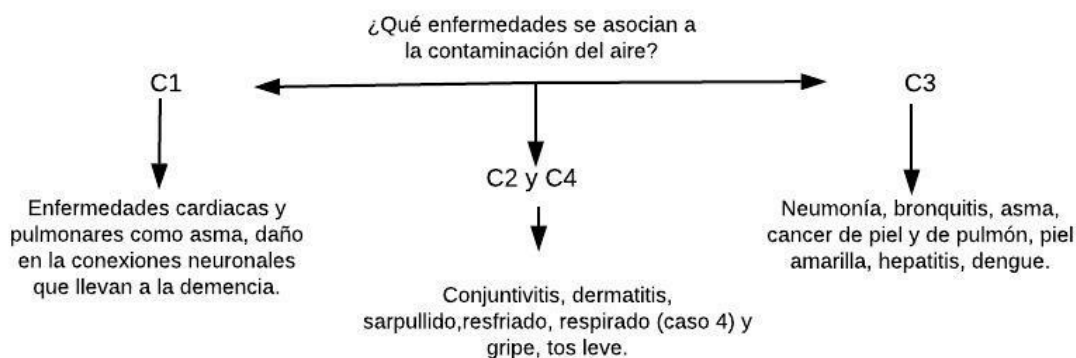


Figura 7. Red sistémica pregunta 6, cuestionario introducción nuevos conocimientos.

Fuente: Elaboración propia.

Observando la figura 7; C1, en su respuesta alude al contenido de uno de los videos vistos, donde se mencionan enfermedades graves, al igual que el C3, quién además de señalar enfermedades graves causadas por la contaminación del aire, agrega otras cuyo origen se desvincula de esta problemática como el dengue, la hepatitis y piel amarilla. C2 y C4 que respondieron lo mismo, pues, nuevamente trabajaron en conjunto, aunque C4 tuvo un error taquigráfico. Si bien hay respuestas que parecen no estar ligadas con el tema ni con el contenido expuesto en el material; se reconocen como conocimientos previos de los participantes, a partir de los cuales pueden complementar lo aprendido, afianzar y enriquecer lo que ya sabían, tal como plantea Ausubel (1983).

A diferencia de la “educación bancaria” donde un conocimiento inconexo con el entorno del estudiante se deposita en él, el conversatorio como estrategia didáctica de enseñanza, estimula la participación del estudiante (Moreira, 2012), dejando ver qué significados le atribuye cada uno al contenido visto y aprendido al compartirlo en una

puesta en común con los demás compañeros, llegando a una construcción colectiva de conocimiento donde se relacionan los saberes estudiados con la realidad de los participantes, ya que por ejemplo C2 Y C4 atribuyen a la mala calidad del aire molestias y enfermedades muy comunes que efectivamente son causadas por la problemática en cuestión.

En cuanto a la utilización de diversos materiales instruccionales, en este caso los videos, se puede asumir son una estrategia eficaz para la asimilación y adquisición de conocimiento de manera autónoma y con significado, principalmente por su naturaleza de ser cortos, concisos ilustrados y muy bien explicados; a diferencia de una enseñanza centralizada en el libro de texto que estimula el aprendizaje mecánico (Moreira, 2012), sin sentido que no permite apreciar lo que el participante está captando a partir de su interacción con la diversidad de materiales de enseñanza.

6.2.3 Calidad del aire en diferentes lugares

Teniendo en cuenta la tabla del (ICA) y los videos presentados, los estudiantes calificaron la calidad del aire en tres lugares diferentes. (ver anexo actividad calidad aire en diferentes ambientes)

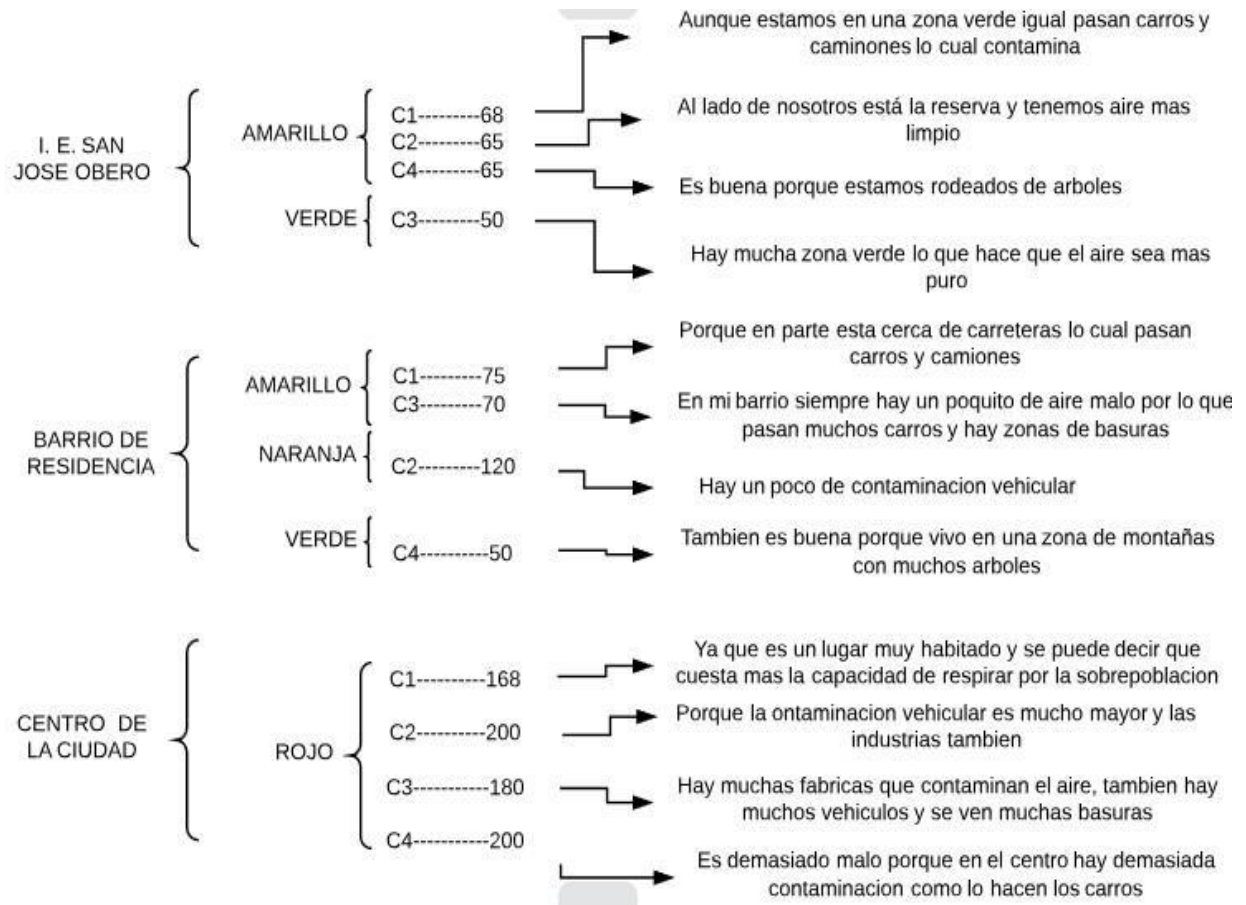


Figura 8. Red sistémica actividad calidad del aire en diferentes lugares. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la figura 8, si observamos la clasificación verde, solo se da dos veces, la primera es por parte de C3 para calificar el aire en su institución educativa y la segunda es por parte de C4 para referirse a su barrio de residencia. Tanto C3 como C4 asocian la categoría verde de buena calidad con la presencia de árboles o zona verde alledaña al sector dando un puntaje de 50 a cada lugar; esto muestra comprensión y coherencia al momento de relacionar los significados que captó de los materiales potencialmente significativos (Moreira, 2012) con situaciones de su vida diaria; ya que, identifican como factores propios

del lugar influyen en la calidad del aire y son capaces de vincularlo con los valores asignados en la tabla del ICA.

C2 Y C4 le asignan el color amarillo a su I.E argumentando que el aire es bueno porque están rodeados de árboles y zonas verdes, a su vez que incluyen un puntaje de 65, mientras que C1 da 68 puntos para el mismo lugar y lo clasifica en la misma categoría amarillo, pero añade “*aunque estamos en una zona verde igual pasan carros y camiones lo cual contamina*”. En cuanto C2 y C4 se puede apreciar que su clasificación y calificación numérica para la I.E no parecen estar en congruencia con sus argumentos, ya que, una calidad de aire buena, debería estar en la categoría verde, y no en amarilla que significa moderada; son errores que hacen parte del proceso de aprendizaje y que según Moreira (2012) son el mecanismo humano por excelencia para construir conocimiento. Mientras que C1 demuestra más consistencia en sus respuestas, dado que, relaciona la categoría amarilla con el contraste de encontrarse en un lugar con zonas verdes y la presencia de agentes contaminantes, asimismo asocia consistentemente el valor numérico correspondiente dentro de esta categoría.

Para la categoría naranja solo hay una clasificación y la hace C2 para referirse a su barrio de residencia; otorga una puntuación de 120 y expresa “*hay un poco de contaminación vehicular*”; esta frase carece de la contundencia que la categoría y el puntaje demandan, puesto que, la categoría naranja advierte riesgos para la salud de personas sensibles a causa de una concentración elevada de contaminantes.

El centro de la ciudad fue clasificado por los cuatro participantes en la categoría rojo, donde C1 asignó un puntaje de 168 exponiendo que debido a la sobrepoblación se hace más difícil respirar.

C2, C3 y C4 concuerdan en que en el centro de la ciudad hay mayor presencia de contaminantes producidos por los vehículos, asignando puntajes que van desde 180 hasta 200, además de eso C2 añade que las industrias también influyen, mientras que C3 hace referencia a las basuras como evidencia de contaminación.

Con respecto a esta última clasificación, se percibe que los cuatro casos asocian coherentemente la categoría asignada al lugar con el puntaje correspondiente al mismo, a su vez que las respuestas son similares entre los participantes, a excepción de C1 cuya respuesta no muestra un vínculo entre la presencia de contaminantes con la categoría y el puntaje dado.

Abordando las respuestas de los participantes desde una perspectiva de apropiación conceptual se puede decir que por ejemplo C1 y C3 muestran entendimiento cuando relacionan una calidad de aire buena con un valor de 50 en la categoría verde; el mismo dominio conceptual se evidencia cuando los cuatro participantes clasifican el centro de la ciudad dentro de la categoría rojo y asignan un puntaje que oscila entre 160 y 200. En el caso de C2 aunque su argumento no es del todo coherente con la calificación que le dió a su barrio de residencia, esencialmente porque carece de contundencia; sí lo es su clasificación como tal, ya que el puntaje asignado es coherente con la categoría naranja.

Al finalizar la fase de introducción de nuevos conocimientos, se recopilan principalmente los aspectos procedimentales y conceptuales para la evaluación de los participantes, en la cual se tiene en cuenta la participación de cada uno, la responsabilidad para ver el material asignado y el dominio o apropiación del conocimiento; lo cual se evidenció a partir, tanto de sus intervenciones orales como escritas. Se afirma que la evaluación para cada

participante es positiva, ya que, todos aportaron a la actividad y mostraron que aprendieron de manera personal y autónoma.

6.3 Fase estructuración y síntesis

En esta fase se llevaron a cabo las actividades: debate y mapa conceptual grupal ([ver anexo unidad didáctica, fase estructuración y síntesis](#)).

Henao y Palacio (2013) destacan la importancia de los debates sobre asuntos socio científicos (ASC) ya que estos permiten fortalecer el lenguaje y la argumentación y desde Henao y Stipcich (2008) “involucrar a los estudiantes en estrategias para aprender a argumentar, es decir, expresar razonamientos de tal manera que puedan ser comprendidos y evaluados por nosotros y nuestros interlocutores” (p.2). De acuerdo con Moreira (2010), los mapas conceptuales son útiles para facilitar un aprendizaje significativo en situación formal de enseñanza y en el análisis conceptual de la materia de enseñanza.

6.3.1 Debate

Para esta actividad se conforman dos grupos con posiciones opuestas, uno en contra y otro a favor, a partir de un asunto socio- científico que describe las medidas implementadas en el Valle de Aburrá para mitigar la creciente situación de contaminación del aire (ver anexo unidad didáctica fase estructuración y síntesis).

Postura a favor (C1)

C1: *“las medidas funcionan en alguna manera porque nos ayudan a mejorar la calidad del aire lo cual nos llevaría a tener un mejor futuro y a largo plazo tener una vida mejor. claramente esto de alguna manera afecta significativamente políticamente económicamente a distintos gobiernos, pero siento y creo que es un esfuerzo, es una pérdida de dinero que se puede ganar o sea a largo plazo se van a tener sus mejoras”*.

Es importante analizar el discurso de C1, teniendo en cuenta que en el debate asumió un papel protagónico desde su postura a favor de la implementación de medidas regulatorias por parte de la Alcaldía sobre el tránsito de vehículos y de la producción industrial. C1 empieza diciendo que las medidas funcionan de alguna manera y ayudan a mejorar a largo plazo, cabe destacar que luego menciona la contraparte haciendo alusión a que afecta a algunos sectores económicamente, pero que esto podría traer ventajas futuras. Sadler, Cambers y Zeidler, (2004) citados por España y Prieto (2010), manifiestan que la incorporación de asuntos socio-científicos en contextos escolares permite en los estudiantes evaluar e interpretar situaciones donde las conclusiones están influenciadas con la interpretación de las interacciones sociales. La respuesta de C1 se centra en enfatizar ventajas posteriores con base a las medidas, pero también hace evidente que considera el aspecto negativo asociado a afectaciones económicas para algunos sectores, esto es muy importante ya que permite evidenciar resultados positivos relacionados con la TASC y en relación con los ASC, donde podemos hacer referencia al “ Principio de la interacción social y del cuestionamiento” planteado por Moreira que a su vez conlleva al principio de conocimiento como lenguaje. C1 muestra reflexión sobre las repercusiones negativas y a pesar de que su postura es a favor, se nota que se permite considerar otros puntos de vista,

obviamente la interacción social está presente implícitamente en los debates. Con relación a los ASC, Ziedler (2005) plantea; representan dilemas asociados a consideraciones éticas, políticas y económicas.

Postura en contra (C2)

C2: “eso a largo plazo no va a mejorar, primero yo creo que las personas están comprando más autos, más motocicletas, esto va a cambiar momentáneamente, no va a cambiar esto a largo plazo ¿por qué? porque va a ser algo que cada vez va a generar más contaminación y lo otro con las ciclo rutas a largo plazo va a ser inmejorable porque esto no hace que las personas tengan más conciencia y tomen este medio de transporte.”

En este momento podemos evidenciar algunas palabras interesantes y relacionadas en muchos aspectos con los ASC en el discurso de C2; éste habla del incremento exponencial de la adquisición de vehículos, cambios momentáneos y poco significativos a largo plazo, además menciona la conciencia como factor importante. Estos elementos constituyen en gran parte cuestiones fundamentales mencionadas en textos sobre asuntos socio científicos, en donde los avances tecnológicos y productivos están en contraposición con el equilibrio ambiental, además C2 habla de que las medidas no son suficientes para generar conciencia.

Esta postura no está tan alejada de la verdad, de acuerdo con Simioni (2003) los estudios demuestran que “la posibilidad de avanzar en el mejoramiento de la calidad del aire metropolitano pareciera haber agotado las instancias de ser considerada una tarea exclusiva de las autoridades del Estado, al margen del involucramiento activo de la sociedad civil” (p.257).

Por todo esto y lo planteado en el marco teórico, se hace evidente que la implementación de debates relacionados a ASC son muy importantes en la enseñanza de las ciencias, no solo por su papel influyente en la promulgación de análisis reflexivos sobre controversias pertenecientes a componentes ligados a las paradojas del desarrollo productivo, sino también porque pueden cultivar conciencia y promulgar la necesidad de sentido de pertenencia e importancia en la participación ciudadana como motivación que permita y capacite a los ciudadanos a “actuar de forma razonada, en civilidad, y en concordancia con procesos que permitan la apropiación y uso crítico del saber científico y de otros conocimientos” (Henaó y Palacio, 2013, p.143).

Siguiendo con los planteamientos de las autoras mencionadas, podemos destacar que se logra un acercamiento considerable hacia la consecución de los objetivos planteados, puesto que en actividades como esta podemos decir que implementamos la TASC, desde muchos aspectos sobre todo los relacionados con el fomento de posturas críticas y el abandono de metodologías tradicionales que merecen ser replanteados en nuestros días. Esto se hizo evidente en el desarrollo del debate, donde los integrantes del grupo estudiaron artículos físicos y/o digitales, de carácter científico y controversiales en los múltiples aspectos culturales. Además, el uso de esos textos o medios informativos virtuales, responde de manera alternativa a la utilización de un único libro guía, a la idea de que los aprendices son capaces de preparar discursos, construir argumentos y concentrar la mente de manera lógica para defender su postura, y recapacitar sobre los beneficios o perjuicios que conlleva la implementación de las medidas como la de pico y placa ambiental en el Valle de Aburrá.

Centrados en lo anterior es importante resaltar los aspectos procedimentales en la preparación previa a clase por parte de C1 y C2 para esta actividad, tomando ambos el rol de líderes en sus respectivos grupos. Con base en los diarios de campo del 18 de mayo se constata que ambos participantes manifestaron la búsqueda de información fuera de los artículos brindados por los investigadores, C1 habla de búsqueda en bases de datos y lectura de artículos científicos y C2 de observación de documentales sobre la problemática a nivel global, esto permite evidenciar que buscaron información fuera de la suministrada, lo cual les permitió construir argumentos de calidad para defender sus respectivas posturas.



Figura 9. Grupo a favor y en contra en el desarrollo del debate. (23 de mayo de 2019)

6.3.2 Mapa conceptual grupal

Moreira (2013) defiende el uso de mapas conceptuales como una posibilidad para afianzar aprendizajes desde la TAS y la TASC; por eso se diseñó esta actividad, la cual consistió en dotar a cada participante de dos imágenes, mismas que debían ubicar en cuatro categorías centrales (Componentes químicos, contaminantes y fuentes emisoras de contaminantes, enfermedades asociadas a la baja calidad del aire y calidad-contaminación)

C1: “a mí me tocó la dermatitis claramente es una enfermedad provocada por la radiación del sol a través de los contaminantes que nosotros provocamos”. Lo ubica correctamente en la sub categoría “enfermedades”.

C1: “también aquí aparece un carro botando humo lo cual es una fuente principal de contaminantes y enfermedades”. Lo ubica correctamente en la subcategoría “contaminantes y fuentes”.

Con respecto a la primera respuesta se evidencia que el caso 1 manifestó que la dermatitis puede ser causada por el sol, este saber no está asociado a la información o el material proporcionado por los investigadores. Esto podría significar que tiene autonomía para indagar sobre información que le parece pertinente o es de su agrado, lo que le ayuda a participar de manera sobresaliente en esta actividad.

En cuanto a la otra respuesta se evidencia que tiene claridad con respecto a que los carros son una fuente principal de contaminantes, pero añade “y enfermedades” lo cual es confuso ya que podría interpretar qué quiso decir que los carros son fuentes de enfermedades y no que los contaminantes son los que causan las enfermedades. En este

aspecto, se hace necesario retomar el principio del conocimiento como lenguaje para expresar las ideas correctamente. Sin embargo, de manera general se puede afirmar que las imágenes utilizadas para el mapa conceptual favorecen la introyección de conocimiento, en vista de que, además de cada explicación dada; C1 ubicó las imágenes en las categorías correctas.

C3 “A mí me tocaron dos enfermedades, al parecer este man tiene gripa demás que por respirar aire contaminado y acá también está una enfermedad ya que los mocos no lo están dejando respirar, los pulmones. Ubica las imágenes correctamente en la subcategoría enfermedades imagen de una persona con gripa y otra imagen de unos pulmones con mucosidad”.

Aquí se advierte la utilización de ciertas expresiones con un lenguaje poco formal (“*este man, mocos*”). Durante la investigación C3 mostró ciertas actitudes que reflejan que se desenvuelve en un contexto donde se usa el parlache, lo que pone de manifiesto la necesidad de hacer hincapié en la utilización de estrategias que le favorezcan apropiarse de un lenguaje científico que le permita expresar de una mejor forma sus declaraciones. Sin embargo, se percibe que tiene claridad sobre los conceptos abordados, dado que explica y ubica correctamente las imágenes.

C4: “A mí me tocó estos, esta puede ser una enfermedad producida por la contaminación que llega a los pulmones”. (Imagen con una enfermedad de los pulmones).

C4: *“está, toda la contaminación de los carros”*. Ubica correctamente las imágenes en la categoría enfermedades y calidad y contaminación. (Imagen de unos carros con un ambiente con una niebla gris).

En las respuestas de C4 se evidencia en primer lugar que está asociando la contaminación atmosférica con una enfermedad pulmonar. En este sentido la construcción del mapa conceptual tomó gran fuerza, ya que se evidenció que en muchas de las respuestas los estudiantes relacionaron el incremento en los contaminantes del aire con la propagación de enfermedades de tipo respiratorio. El segundo concepto de C4 corresponde a una imagen de carros en una vía donde se puede apreciar el smog producido por estos, C4 identifica y asocia la contaminación del aire con la circulación de los vehículos automotores.

En esta actividad notamos que el grupo en general mostró muy buena actitud para su desarrollo, esto se puede deber en gran medida porque era una actividad alternativa y novedosa para los estudiantes en la cual salieron de la rutina metodológica escolar. con respecto al componente conceptual, notamos que los estudiantes lograron ubicar cada concepto de forma correcta en cada una de las 4 categorías, lo que indica que el proceso educativo hasta el momento ha dado buenos frutos. En general el uso del lenguaje en las sustentaciones de porque ubicaban los conceptos en las categorías, fue algo regular sobre todo en la apropiación de un lenguaje químico y científico correspondiente al grado escolar.

Pudimos evidenciar que el abandono de la pizarra favorece la disposición grupal debido a que se sale un poco de la rutina. Por otra parte, notamos que fue muy adecuado la

elaboración de este mapa conceptual acompañado de imágenes porque facilitó la diferenciación progresiva, sobre todo en lo referente a distinguir entre contaminantes y fuentes de contaminación, también respecto a las sustancias químicas naturales en el aire y los contaminantes de carácter antropogénico que se integran a este y son perjudiciales para la salud humana y ambiental. Los mapas conceptuales son una gran herramienta académica para dar significado y asociar conceptos, en palabras de Moreira (2013)

El ser humano va construyendo muchos otros conceptos, cada vez más complejos, más sofisticados. Los conceptos se representan por signos, generalmente lingüísticos, y muestran regularidades en eventos u objetos. Una vez construido un concepto el individuo se libera de referentes específicos, al haber desarrollado un aprendizaje significativo conceptual” (p.9).



Figura 10. Construcción mapa conceptual grupal. (23 de Mayo de 2019)

6.4 Fase aplicación de los conocimientos adquiridos

En esta última fase es importante llevar a la acción los conocimientos adquiridos durante el proceso, con el objetivo de que estos no se queden estáticos, sino que los participantes sean capaces de generar acciones de cambio reales y además tengan la capacidad de transmitir lo aprendido con las personas que los rodean.

6.4.1 Planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire

En primera instancia se consensa la medición de la calidad del aire de su contexto por siete días por medio de la construcción de sensores caseros ([Ver anexo unidad didáctica, fase de aplicación](#)), en las figuras 11, 12, 13 y 14 se muestran los resultados obtenidos.

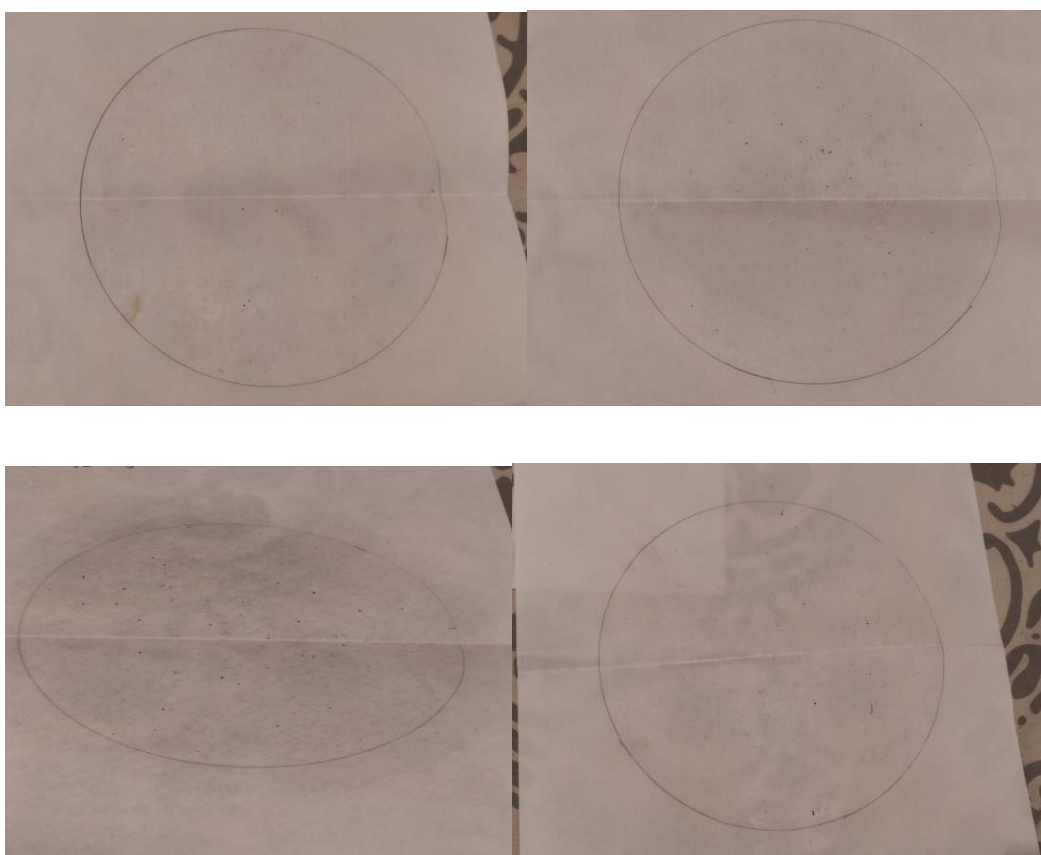


Figura 11. Sensor calidad del aire casero C1. (30 de mayo de 2019)

Figura 12. Sensor calidad del aire casero C2. (30 de mayo de 2019)

Figura 13. Sensor calidad del aire casero C3. (30 de mayo de 2019)

Figura 14. Sensor calidad del aire casero C4. (30 de mayo de 2019)

A partir de esta actividad, se destaca en primera instancia la parte procedimental por parte de los participantes al construir los sensores, quienes debían revisar y estar pendientes de los mismos durante una semana, dándoles monitoreo constante con el fin de que no se fueran a mojar o perder por el viento, esto demuestra compromiso por parte de cada uno en la construcción del conocimiento. Al llegar a clase se comparte el lugar donde fue ubicado el sensor y se expone el resultado con los compañeros, de allí se destaca que todos los participantes viven en zonas relativamente cercanas, al mirar los sensores compartidos C1, C2, C3 y C4 llegan a la conclusión de que la calidad del aire de su contexto es mala, ya que como vemos en las figuras ##,# se observan partículas de gran tamaño en todos, C2 por su parte anota que “ *y eso que en los sensores solo vemos las partículas grandes, esas que alcanzamos a ver son superiores a las de PM10, las PM 2,5 no las veremos con estos sensores*” (diario de campo, 30 de Mayo), ante esto podemos ver que C2 ha tenido un gran avance conceptual, comprende que las partículas más peligrosas para la salud humana son las PM 2,5 debido a su tamaño diminuto siendo hasta doce veces más pequeñas que el diámetro de un cabello, además denota un mejor lenguaje químico al referirse a los componentes del aire por su nombre científico y hacer contrastes de tamaño que permiten comprender mejor lo explicado, ante esto Moreira (2003) nos dice que “ *aprender ciencias de manera significativa es aprender el lenguaje científico*” (p.15), ante esto C2 denota

avances progresivos a lo largo de todo el proceso que dan evidencia de un aprendizaje significativo crítico.

Al haber un consenso entre los casos sobre la mala calidad del aire del contexto, apoyados en gran parte en los resultados obtenidos en los sensores caseros, se hace necesario buscar alternativas para el mejoramiento de la problemática por parte de cada uno y en comunidad , para esto se propone la actividad de planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire (ver anexo unidad didáctica) a continuación se muestran los resultados obtenidos por parte de C1, C2, C3 Y C4 en cuanto a sus propuestas.

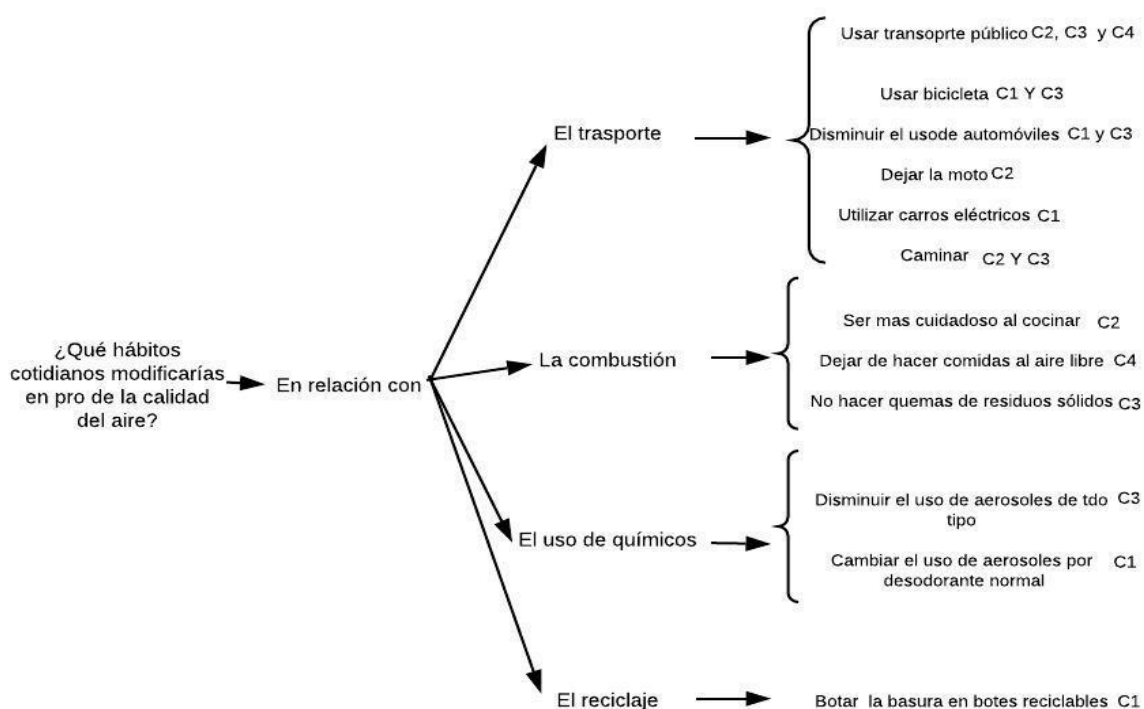


Figura 15. Red sistémica, propuestas cambios de hábitos para el mejoramiento de la calidad del aire. Fuente: Elaboración propia.

Para el mejoramiento de cambios ambientales drásticos o amenazadores como el caso de la contaminación atmosférica en el Valle de Aburrá, Moreira (2005) propone “una educación cuyo objetivo fuera un nuevo tipo de persona que pudiese enfrentar la incertidumbre y la ambigüedad sin perderse y a su vez construyen significados nuevos y viables”(p.84) que puedan permitir hacer frente a la problemática, ante esto podemos observar en la figura 16 que los casos comienzan a ser consecuentes ante este tipo de persona, ya que son capaz de proponer alternativas viables basados en su contexto y a su vez están capacitados para hacer cambios en aspectos de su vida cotidiana con respecto a variables como el transporte y uso de ciertos químicos, por ejemplo C2, C3 y C4 reconocen que es necesario realizar cambios frente al transporte, reconociendo que las fuentes móviles son uno de los principales focos de contaminación atmosférica, para esto proponen el uso de transporte público, siendo esta propuesta en el Valle de Aburrá una opción muy viable, puesto que el metro de Medellín es un sistema de transporte articulado que conecta gran parte del Valle utilizando en gran parte energías limpias, según datos de la misma empresa en el año 2017 se evitó la producción de más de 400 mil toneladas de dióxido de carbono, lo que indica que si se genera un uso más consciente y prolongado por parte de la ciudadanía hacia este medio de transporte como lo mencionan C2, C3 Y C4 se podrá evitar la producción de toneladas de contaminantes que influyen en la baja calidad del aire presente en el contexto, por su parte C1 propone el uso de carros eléctricos, opción muy válida y efectiva a largo plazo, pero es un poco limitada debido al costo de estos vehículos que rondan los 100 millones de pesos colombianos, por esto muy pocas personas pueden optar por esta solución. Otro aspecto relevante lo mencionan C1 y C3 destacando el

cambiar el uso de desodorantes que vienen en presentación de aerosol por los de crema, estos pequeños cambios que cada uno puede hacer desde casa van marcando diferencia y más si se logra compartir el conocimiento adquirido con amigos y familiares.

Los participantes no propusieron únicamente acciones propias para el mejoramiento de la calidad del aire, en un segundo instante plantean medidas en comunidad para seguir contribuyendo a un progreso ambiental, en la siguiente tabla se consignan las propuestas de C1, C2, C3 Y C4.

Tabla 11. *Planes de acción en comunidad para el mejoramiento de la problemática*

Participante	Planes de acción para el mejoramiento de la problemática en comunidad
C1	- "Llevar charlas a las instituciones y a las casas alrededores con el fin de concientizar a las personas para mejorar la calidad del aire, utilizando actividades dinámicas de aprendizaje, para que las personas entiendan mucho mejor podríamos pedirles los correos o números del celular para llamarlos o para enviarles mensajes para recordarles las diferentes pautas dadas en las charlas y actividades y claramente llevar esto a localidades cercanas."
C2	- "Concientizar a los maestros al uso de transporte público o compartirlo." - "Utilizar herramientas de medición de aire y llevar información a las personas para generar conciencia."
C3	- "En mi barrio propondría 2 o 3 días a la semana usar el transporte público o bicicletas, dejar el carro." - "Hacer una tregua ecológica para recoger los residuos de basura que generan malos olores." - "Proponer a los docentes usar el transporte público y no usar sus autos o

motos.”

- “Hacer campañas ecológicas con los grados inferiores para concientizar a mejorar la calidad del aire y nuestro mundo ya que son las nuevas generaciones.”

C4 -“Concientizar a los maestros en utilizar el transporte público o en su defecto compartir su transporte.”

Con respecto a las respuestas consignadas en la tabla 11 vemos que C1 propone fundamentalmente, llevar el conocimiento adquirido a otras instituciones y personas de la comunidad de una manera didáctica con el fin de generar conciencia para el mejoramiento de la calidad del aire, ante esto podemos decir que se destaca la parte didáctica como factor primordial para transmitir los conocimientos, esto puede ser en gran medida inducido por la metodología utilizada en el ciclo didáctico donde se hizo énfasis en el uso de distintas fuentes de información y el abandono de la pizarra por completo, para que los participantes tuvieran un rol protagónico durante todas las sesiones que les permitiera apropiarse , lo que nos indica que estos principios de la TASC fueron relevantes en la adquisición del conocimiento.

Otro aspecto importante a resaltar en las propuestas de los participantes, es el querer llevar el aprendizaje de las temáticas abordadas a otras personas, el compartir el conocimiento adquirido, esto lo vemos en C1 ya que considera importante llevar el conocimiento a otras instituciones y personas cercanas de la comunidad, C2 al querer compartir herramientas como el sensor casero construido en clase a personas de veredas aledañas y C3 al proponer campañas ecológicas con grados inferiores para el mejoramiento

de los malos olores, estas propuestas denotan responsabilidad con los conocimientos adquiridos y a su vez vislumbra la formación de sujetos que son capaz de lidiar con las adversidades buscando soluciones de cambio reales, mostrando evidencias de aprendizaje significativo crítico, que como lo dice Moreira (2005) “ ayudará al sujeto a manejar la información, sin sentirse impotente”(p.17).

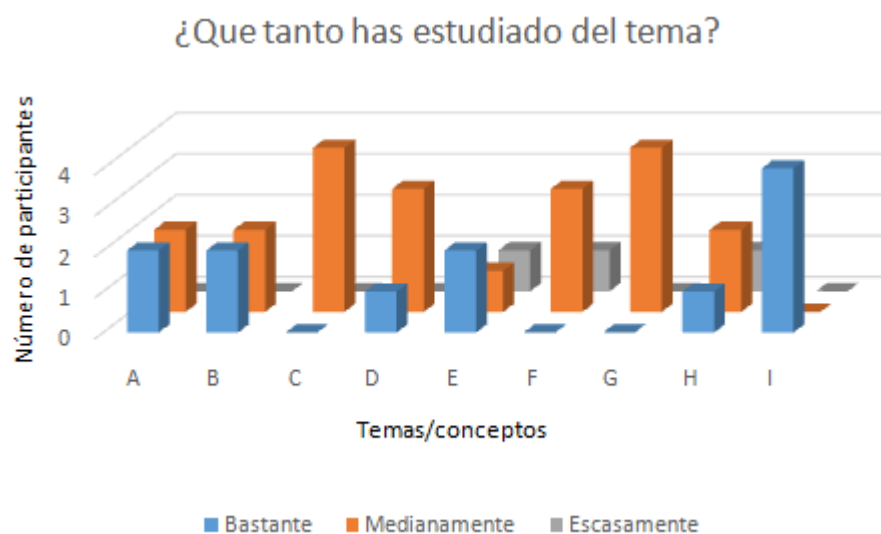
6.4.2 Cuestionario KPSI final

Al final de la secuencia didáctica se realiza el cuestionario KPSI final este se desarrolló teniendo el KPSI inicial en la mano, ambos concuerdan con el mismo formato, sin embargo el de la fase final incluye el concepto de enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica y una casilla para redactar los avances conceptuales más relevantes con respecto a los conceptos estudiados, con esto los casos tendrán herramientas para autoevaluarse y ser conscientes del progreso que han tenido con respecto a las temáticas trabajadas, a continuación en la tabla 12 y 13 y gráfica 3 y 4 se presentan las evidencias obtenidas.

Tabla 12. *Número de participantes para ¿qué tanto has estudiado el tema?*

Temas/conceptos	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Bastante	C1,C4	C2, C3	-	C1	C1, C2	-	-	C3	C1, C2, C3,C4
Medianamente	C2, C3	C1, C4,	C1, C2, C3,C4	C2, C3, C4	C4	C2, C3,	C1, C2,	C2, C4	-

						C4	C3,C 4		
Escasamente	-	-	-	-	C3	C1	-	C1	-

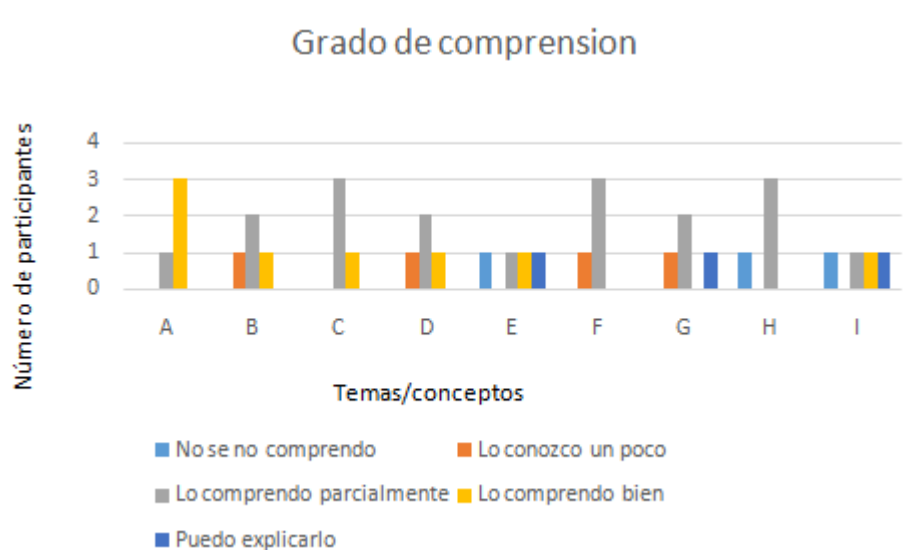


Gráfica 3. KPSI final, ¿qué tanto hasta estudiado del tema? Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Número de participantes para grado de comprensión

Temas/ conceptos	A	B	C	D	E	F	G	H	I
No lo sé/ no lo comprendo	-	-	-	-	C3	-	-	C1	C3
Lo conozco un poco	-	C1	-	C3	-	C1	C1	-	-

Lo conozco parcialmente	C1	C3, C4	C1, C2, C4	C2, C4	C4	C2,C3 , C4	C2, C4	C2, C3, C4	C4
Lo comprendo bien	C2, C3, C4	C2	C3	C1	C2	-	-	-	C2,
Lo puedo explicar a un compañero	-	-	-	-	C1	-	C3	-	C1



Gráfica 4. KPSI final, grado de comprensión. Fuente: Elaboración propia.

*Avances de los participantes con respecto a la temática abordada

Tabla 14. Avances de los participantes con respecto a los temas y conceptos vistos

Temas y conceptos	C1	C2	C3	C4
Composición	Aprendí que hay	Oxígeno,	Aprendí que el	El aire es

química del aire	elementos químicos en el aire y estos se combinan	nitrógeno, gases nobles (de esto está compuesto el aire)	aire está compuesto de oxígeno y nitrógeno	oxígeno y nitrógeno
Contaminación atmosférica	La atmósfera también es afectada por la contaminación	Parque automotor, basuras, fábricas	No sé cómo explicarlo	Las fábricas son contaminantes
Contaminantes atmosféricos	No sabía que había contaminantes aparte de los cotidianos	Óxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono	Autos Motos Fábrica	Autos, motos, fábricas
Calidad del aire	Todo lo comprendí y sus consecuencias eso no lo sabía	Se da por los cuidados que se tenga	Porcentaje que se coloca a los colores	Porcentaje de los colores
Enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica	Esto lo entendí bien ya que es fácil de comprender y más cuando hay buenos argumentos	Gripe, pulmonía, brotes y alergias	No se explicarlo bien	Gripe, cáncer, pulmonía, muchas más

Con respecto al cuestionario KPSI inicial y final y los avances descritos por los participantes, podemos decir lo siguiente:

C1: Durante todo el proceso muestra un gran interés por el tema, en las primeras actividades se evidencia que tiene ciertos conocimientos previos y maneja un adecuado lenguaje químico, su buena participación se mantiene constante durante todo el ciclo didáctico siendo la más participativa en el conversatorio y debate junto con C2, en los

diarios de campo se destaca su investigación previa de los temas, su gran aporte actitudinal durante todas las sesiones y su claridad conceptual con respecto a las actividades abordadas.

En cuanto a la temática principal que es la composición y calidad del aire C1 muestra avances en cuanto a que reconoce que el aire está compuesto de elementos químicos que se combinan, sin embargo su grado de comprensión se sigue ubicando en parcialmente, en el índice de calidad del aire se ven los avances más altos ya que se ubica en el mayor grado de comprensión que es explicarlo a un compañero, esto concuerda con lo mencionado en la fase de introducción puesto que sus respuestas dan claridad de conocer los colores del índice de calidad del aire e incluso va más allá dando porcentajes de los mismos, esto denota que C1 fue más allá de ver los videos que contenían información pero limitada sobre el tema, en cuanto a las enfermedades asociadas C1 se ubica también en el mayor grado de comprensión demostrando que sus resultados son consecuentes puesto que el índice de calidad del aire siempre fue muy ligado de las enfermedades asociadas, este avance conceptual que va ligado a un mejoramiento del lenguaje químico y las evidencias anteriormente descritas muestran en C1 aspectos relevantes de un aprendizaje significativo crítico.

C2: Desde el inicio de la implementación C2 se muestra como un líder positivo del grupo, mostrando siempre la mejor actitud en todas las actividades y llamando la atención a sus compañeros cuando lo considera necesario, en la fase de exploración se evidencia que conoce muy poco del tema y su lenguaje químico es limitado, sin embargo con el paso de las fases y las actividades que se fueron desarrollando, C2 se convierte en uno de los más participativos y denota preparación previa en casa de los temas que serán tratados, esto se

evidencia en mayor medida en el debate donde toma el rol de líder de su grupo y defiende con argumentos claros la postura a defender.

En las temáticas de composición química del aire , en un inicio C2 admite no haber tenido ningún acercamiento con el tema, al finalizar vemos que tiene un gran avance conceptual situándose en el grado de lo comprendo bien, este grado es sustentado al redactar y diferenciar con claridad algunos componentes químicos del aire y contaminantes criterios, además también es importante resaltar el avance en el índice de calidad del aire, ya que pasa de lo conozco un poco a lo comprendo bien, esta apropiación se hizo muy notoria en sus intervenciones del debate y en la redacción de sus avances teniendo muy claro los colores del índice y las enfermedades que puede producir, estos avances conceptuales junto con las evidencias identificadas en las fases anteriores indican que C2 tuvo un aprendizaje significativo crítico.

C3: Desde la primera sesión C3 se muestra muy activo y entusiasta en las actividades, se esfuerza por generar hipótesis en la fase de exploración y manifiesta su gusto por lo que se está realizando, durante la fase de introducción y estructuración y síntesis denota un carácter mucho más pasivo y con poca participación, algo que logra superar tomando el rol de líder en las propuestas de cambio para la comunidad.

Con respecto a los aspectos conceptuales de la composición química del aire C3 al inicio se ubicaba en los dos grados de comprensión más bajo denotando pocos conocimientos previos, al final del ciclo muestra avances significativos posicionándose en el grado de comprendo bien los temas y lo sustenta nombrando los dos principales componentes del aire, sin embargo en la redacción de los demás avances como el índice de calidad del aire y enfermedades asociadas no es capaz de explicarlos con suficiencia anotando que se le

olvida, lo que indica que no comprende lo suficiente los temas o no sabe expresarlos de la manera correcta, algo que se evidencio durante momentos del ciclo, donde C3 utilizo constantemente términos muy propios de su vida cotidiana pero algo alejados del contexto académico, sin embargo con los planes de acción propuestos en la última actividad C3 es capaz de realizar muestra acercamiento a un aprendizaje significativo crítico al proponer una serie de acciones viables para el mejoramiento de la problemática en comunidad.

C4: Desde la fase de exploración C4 manifiesta bastante timidez, participando poco en las discusiones, pero resolviendo con buena actitud y suficiencia los cuestionarios planteados, durante las actividades del conversatorio y debate no realizó intervenciones demostrando poca preparación.

Centrándonos en las temáticas abordadas con respecto a la composición química del aire, C4 al inicio se ubicaba en el grado de lo conozco un poco, al finalizar muestra avances al ubicarse en lo conozco bien y lo sustenta nombrando los principales componentes que son el oxígeno y nitrógeno, en cuanto a la calidad del aire y las enfermedades asociadas C4 pasa del grado no lo conozco a lo conozco parcialmente y lo soporta nombrando enfermedades asociadas a la contaminación del aire como cáncer, neumonía y gripe, en cuanto a la parte conceptual se evidencian avances significativos sin embargo en el desarrollo del proceso su participación fue poca, quizás en gran parte por su visible timidez, lo que impidió que se observaran evidencias suficientes que señalaran un aprendizaje significativo crítico.

Entrevista:

Con el fin de dar cumplimiento al tercer objetivo propuesto para la investigación, se realiza una entrevista a los participantes 4 meses después de la implementación de la unidad didáctica, con el objetivo de evidenciar si el aprendizaje fue realmente significativo y descartar un aprendizaje mecánico.

En la siguiente matriz se consignan algunas respuestas de los participantes.

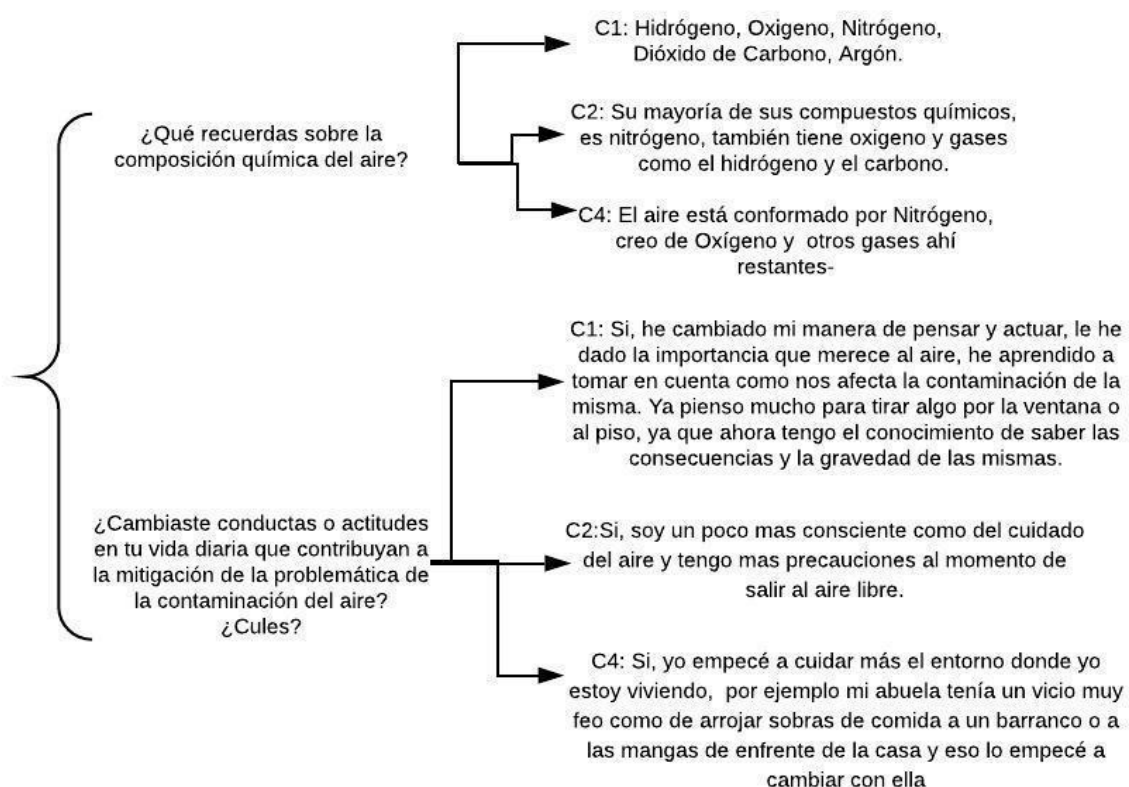


Figura 16. Respuestas participantes pregunta 1 y 3 entrevista. Fuente: Elaboración propia

En la pregunta 1, C1 menciona el Hidrógeno el Oxígeno, el Nitrógeno, el dióxido de Carbono y el Argón, como componentes químicos del aire, por su parte C2 hace referencia a que en su mayoría son el Nitrógeno y también Oxígeno acompañados de gases como Hidrógeno y Carbono, mientras C4 recuerda el N, el O y otros gases como el CO₂. Es muy importante destacar que los tres casos que respondieron a la entrevista recordaron al Nitrógeno y al Oxígeno como componentes químicos del aire, incluso C2 y C4 los nombran en orden obedeciendo a su representatividad en dicha mezcla gaseosa. Es muy significativo el hecho de que después de cuatro meses de la aplicación de la U.D. los estudiantes recuerden las sustancias principales que componen el aire, más aún teniendo en cuenta que en la fase de exploración (KPSI) los estudiantes manifestaron conocer poco o parcialmente los componentes químicos que componen el aire. Parafraseando a Finkel (2008) y su postulado; cuando se recurre a la práctica tradicional de transmitir el conocimiento del docente al cuaderno del estudiante, para que este luego lo memorice para aprobar los exámenes, no se logra contribuir a un aprendizaje duradero, ni significativo, ni crítico. En este sentido se evidencia que en sus respuestas, C1, C2 y C4 tienen conocimientos acerca de la composición química del aire aún anclados en su memoria y entendimiento, aún después de haber pasado un tiempo considerable posterior al estudiado del tema, lo que podría considerarse como aprendizaje significativo crítico, si además le sumamos el hecho de que estos tópicos ya no fueron tratados después en sus clases regulares en el colegio, principalmente porque no hacen parte explícita del currículo.

La contribución a este aprendizaje significativo crítico, se debe en gran parte a la metodología empleada en la cual se hizo énfasis en los principios que favorecen: aprender a partir de diferentes materiales educativos, aprender a partir de diferentes métodos de

enseñanza y aprender que repetir la narrativa de otra persona no estimula la comprensión (Moreira, 2012). Al respecto, C1 expresa que los investigadores *“buscaron las estrategias necesarias y efectivas para mantenernos atentos a la información dada durante dicho ciclo y que tomaron en cuentas nuestras opiniones, que fueron respetuosos, que supieron escucharnos y que las metodologías de enseñanzas que utilizaron para darnos dichas informaciones fueron efectivas e interesantes, sé que esta información dada se quedara en mi cabeza y que siempre la tendré en cuenta al momento de efectuar cualquier acción en mi día a día”*.

En la segunda pregunta, C1, C2 y C4 concuerdan en que han tenido cambios en su forma de pensar y actuar en relación con su entorno; C1 y C4 manifiestan tener mayor conciencia al momento de disponer de los residuos, C2 recalca que es más consciente y que es más cuidadoso al respecto al cuidado del aire. En relación con esto, se puede decir que los participantes pudieron simplemente desechar o hacer caso omiso a lo que aprendieron; sin embargo, deciden utilizar el conocimiento adquirido para lidiar, de manera constructiva, con el cambio (Moreira, 2012), para aportar desde acciones cotidianas y personales a minimizar la problemática de la contaminación del aire en sus lugares de residencia; de igual manera son más conscientes frente a esta situación y comparten lo que saben con miembros de su familia en el caso de C4 y con sus compañeros C1.

Aunque la entrevista era más larga vimos pertinente analizar solo las dos preguntas representadas en la red sistémica, pero en general logramos apreciar que los casos de estudio a excepción de C3, (quien no quiso responder las preguntas), mostraron resultados muy positivos referentes a la retención de saberes, análisis críticos y posturas conscientes en relación al deterioro ambiental del aire y nuestros actos.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con relación a los objetivos planteados en este proyecto de investigación, se presentan las siguientes consideraciones finales:

En relación con los principios facilitadores de la TASC que fueron guía y base de este proyecto de investigación podemos decir lo siguiente: la no centralización del libro de texto es factor fundamental para la construcción autónoma del conocimiento, este saca de la zona de confort al docente, debido a que lo obliga a buscar distintos materiales de apoyo en esta era de auge tecnológico que suscita una gran cantidad de herramientas nuevas para el aprendizaje, y a su vez motiva al estudiante, ya que este no se sentirá en un entrenamiento en el cual tiene que resolver ejercicios semanales de un texto guía, sino que tendrá la oportunidad también de buscar distintas alternativas y fuentes de información que le posibilite estar lo suficientemente preparado ante los temas a trabajar, lo que a su vez le permitirá sentirse parte primordial en su propio proceso de aprendizaje; esto se vio reflejado en la buena apropiación de los contenidos por parte de los participantes en actividades como el debate y planes de acción en las comunidades, que favorecieron la búsqueda de soluciones reales y viables para la mitigación de la problemática de la contaminación atmosférica en su contexto, mostrando de este modo en muy corto tiempo un acercamiento a un aprendizaje significativo crítico.

Con relación al principio del conocimiento como lenguaje fue factor primordial en la comprensión del estudio de la composición química y calidad del aire, este posibilita

visualizar gradualmente un mejoramiento respecto al lenguaje, en este caso el químico, puesto que los estudiantes con el pasar de las fases del ciclo didáctico y las actividades propuestas dentro del mismo, mostraron un notable progreso y dieron muestra de capacidades en cuanto a construir hipótesis, diferenciar y comprender nomenclatura y símbolos propios de la química, reflexionar sobre implicaciones políticas y económicas que conlleva la problemática de contaminación atmosférica en su contexto y asimismo proponer planes de acción tanto propios como en comunidad para mitigar los daños ambientales. Es importante resaltar la relación constante que muestra el principio del lenguaje con el mejoramiento de los aspectos conceptuales anteriormente descritos, dando así evidencias de un aprendizaje significativo crítico, ya que la TASC nos dice que para aprender un contenido de manera significativa se debe aprender su lenguaje, no solo desde la palabra sino también otros signos, instrumentos y procedimientos, algo que a lo largo de las sesiones se fue evidenciando en los participantes.

Con respecto al principio de la no utilización de la pizarra y el abandono de la narrativa se logra demostrar con suficiencia que estos fomentan la participación activa de los estudiantes en las actividades de clases, al dejar que fueran ellos quienes compartieran con el resto del grupo las interpretaciones y significados propios; donde el maestro interviene solo cuando es necesario para aclarar asuntos puntuales, esto se vio reflejado en el conversatorio, el mapa conceptual grupal, el debate, actividades en las cuales se evidencio trabajo colaborativo, discusiones, puestas en común; todas estas estrategias centradas en el alumno que promueven un aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2012).

Otro aspecto relevante es que se logró constatar una relación existente entre los tres principios de la TASC tratados con los contenidos actitudinales, procedimentales y

conceptuales por parte de los participantes, así entonces el abandono del libro de texto muestra un vínculo con aspectos procedimentales, puesto que propició que los participantes fueran capaz por sí solos de buscar información relevante, estructurarla e implementarla en el desarrollo de las actividades propuestas, el abandono de la pizarra se relaciona con los aspectos actitudinales al evidenciarse una motivación constante al salir de la monotonía que provocan las clases magistrales, por eso la utilización de experimentos, la observación y actividades centradas en los participantes fueron factor clave y permitieron constatar mejoras de actitud durante el desarrollo del ciclo didáctico, por último como se dijo anteriormente el conocimiento como lenguaje se convierte en una herramienta indispensable para corroborar avances de tipo conceptual, cuando los participantes mostraron un mejor lenguaje químico este iba de la mano con el entendimiento conceptual de las principales temáticas abordadas. Estas relaciones anteriormente descritas ayudaron a promover el estudio de la composición química y calidad del aire pudiéndose visualizar algunas posturas críticas y la reflexión participe de la problemática que ayudaron a la construcción de propuestas de mejoramiento.

En términos generales, es evidente que generar procesos de aprendizaje significativo crítico requiere de procesos comprometidos, con disposición temporal y elaborada para lograr resultados óptimos, es decir se debe presentar predisposición para aprender (Moreira, 2012) sin embargo, teniendo en cuenta lo afanado de los tiempos en este estudio de casos y de las dificultades imprevistas, podemos afirmar que logramos acercar a los participantes a reflexiones, actividades, posturas, argumentos y situaciones desde la

enseñanza de la química y su relación con la educación ambiental, a una asimilación de conceptos con enfoque significativo y crítico, de acuerdo con los hallazgos en el proceso.

Desde nuestra experiencia es muy importante trabajar en la educación colombiana haciendo énfasis en fomentar aptitudes necesarias para hacer frente a las dinámicas del mundo moderno procurando la calidad de vida, el respeto, la convivencia y la prosperidad de la sociedad. De este modo, se hace importante conocer la composición química del aire, así como sus estándares de calidad y su relevancia en nuestra sociedad en vía de desarrollo, de igual forma es indispensable conocer las consecuencias ambientales que van ligadas al desarrollo productivo y a nuestras actividades cotidianas para construir una comunidad participativa y apropiada de su futuro desde la fundamentación educativa para un aprendizaje significativo crítico. Para nosotros es evidente que falta conexión entre la participación ciudadana activa en materia ambiental y la generación y la aprobación de políticas o cambios de acciones a favor de la calidad del aire, pero para entender este fenómeno se debe considerar y analizar el papel de la educación en la consolidación de una conciencia y capacidad de reflexión social en cuanto a la materialización de acciones, toma de decisiones y participación activa para la defensa del aire como recurso indispensable.

Queremos destacar la TASC cuyos principios aplicados en el contexto escolar de manera adecuada pueden favorecer un conocimiento crítico anclado en la formación subjetiva de cada estudiante, por supuesto desde una perspectiva altruista con el medio ambiente referido a la contaminación del aire y los perjuicios derivados de dicha

problemática. Para lograr alcanzar esto, es muy importante comenzar a implementar estrategias didáctico pedagógicas en el área de la química en escuelas y colegios, que conduzcan al entendimiento y asimilación conceptual de fenómenos que están vinculados con asuntos ambientales de supremo valor desde perspectivas socio científicas, fomentando el sentido de pertenencia y cuidado del medio, el respeto por la naturaleza y sobre todo conciencia sobre la responsabilidad que poseemos al generar diariamente impacto en nuestro medio por hábitos de acción, consumo y producción.

Vale la pena destacar los aportes del proceso investigativo a nuestra formación profesional y personal desde múltiples aspectos, ya que la elaboración del trabajo implica adquirir aprendizajes de carácter; pedagógico, instrumental, conceptual, procedimental y actitudinal. Logramos profundizar en conceptos relacionados con la enseñanza de la química, sobre todo relacionados a la composición del aire, las sustancias que lo contaminan y su origen, las enfermedades para la salud humana asociadas, las políticas que regulan la calidad de este y las acciones que pueden contribuir a la resolución o mitigación de dicha problemática.

Es muy importante seguir trabajando desde la investigación en enseñanza para continuar fortaleciendo los procesos formativos de los futuros docentes para generar una educación de calidad y que permita la construcción de identidades de enseñanza aprendizaje enfocadas a procesos de cambio social, críticos y significativos. Conocer diferentes autores con planteamientos pedagógicos diversos, fortalece la labor educativa y reafirma las bases conceptuales de los futuros maestros. Fue muy importante tener a Marco Antonio Moreira y su TASC como referente académico y pedagógico, ya que este se apoya en múltiples

autores y su enfoque busca la consecución de una educación que promueva la autonomía, la superación intelectual, la reflexión y la participación ciudadana en pro de la mejora continua de nuestra sociedad.

Por último, debemos mencionar lo constructivo del proceso con referencia a nuestra formación personal, valoramos el acompañamiento de nuestras asesoras y maestra cooperadora sin las cuales no hubiéramos podido desarrollar este proyecto y también a los participantes que mostraron siempre buena disposición y actitud. Durante el transcurso de la elaboración del mismo tuvimos dificultades en múltiples aspectos; cronograma académico, replanteamiento del enfoque investigativo y de la estructura del trabajo, discusiones entre nosotros, diferencias en ideas para abordar la investigación, estrés y presión por realizar las cosas de la mejor manera y cumplir con las actividades propuestas, pero a pesar de todo esto logramos superar los obstáculos y vencer las diferencias para continuar juntos y lograr la consecución de los objetivos planteados en este trabajo. Luego de mencionar lo anterior sentimos que cumplimos con las expectativas y crecimos a nivel cognitivo desde variados ángulos y nos sentimos mucho más preparados para emprender nuestra labor docente desde la consciencia, la pedagogía, la didáctica, la enseñanza de la química y la búsqueda de generar un aprendizaje significativo crítico.

8. REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CIEF, 1*, 1-10.
- Barrero, P., Ochoa, A., & Zapata, J. (2018). Construcción de una visión crítica de ambiente con la ayuda de sistemas de adquisición de datos: el caso de la contaminación del aire en Medellín.
- Bedoya, J., & Martínez, E. (2009). Calidad del aire en el Valle de Aburrá Antioquia-Colombia. *Dyna*, 76 (158), 7-15.
- Benavides, M. O., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Methods in Qualitative Research: Triangulation. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.
- Buttel, F. H. (1996). Environmental and resource sociology. Environmental sociology syllabi and instructional materials fifth edition compiled and edited by rik scarce skidmore college, 169.
- Caldin, E. F. (2002). The structure of chemistry in relation to the philosophy of science. *International Journal for Philosophy of Chemistry*. Vol. 8, No. 2, 103 – 121. En línea: <http://www.hyle.org/journal/issues/8-2/caldin.html>
- Castillo, A., Ramírez, M., y González, M. (2013). El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. *Omnia*, 19(2), 11-24. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/737/73728678002.pdf>.

- Congreso de Colombia. (2008). *Ley 1205 de 2008*. Bogotá: Función pública.
Recuperado de
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31441>
- Conpes. (2005). *Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire (3344)*. Recuperado de
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_3344_2005.pdf.
- Constitución Política de Colombia [Const.]. (1991). Recuperado de
<http://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>.
- Dimopoulos, K., y Kouladis, V. (2003). Science and Technology Education for Citizenship: The potential Role of the Press. *Science Education*, 87, 241-256.
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In: Wittrock, M. C. (Ed.) *Handbook of research on teaching*. (3 rd. Ed.). New York: Macmillan Publishing Co.
- España, E., y Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 71, 17-24
- Etxaniz, M. y Santos, M. (2005). Unidad didáctica para el estudio de los gases: combinación de una propuesta constructivista con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. *Enseñanza de las ciencias*, número extra.
Recuperado de
https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA_p231unidad.pdf

- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Publicacions de la Universitat Valencia. Traducción al español del original *Teaching with your mouth shut*.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la Autonomía: saberes necesarios a la práctica educativa*. Sao Paulo: Paz e terra SA. Recuperado de:
<https://www.buenosaires.gob.ar/areas/salud/dircap/mat/matbiblio/freire.pdf>
- Gallego, D., Quiceno, Y., y Pulgarín, D. (2014). *Unidades didácticas: Un camino para la transformación de la enseñanza de las ciencias desde un enfoque investigativo*. Sexto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, (Número Extraordinario). Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/321709806_Unidades_didacticas_Un_camino_para_la_transformacion_de_la_ensenanza_de_las_ciencias_desde_un_enfoque_investigativo
- García, M. (2004) *Las actividades problémicas de aula, ACPA, como unidades didácticas que vinculan la historia de las ciencias en el trabajo de aula*. En M. Ayala (Presidencia), *VI Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias*, Buenos Aires, Argentina.
- Gil Pérez, D. (1991). *¿ Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias?*. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 069-77.
- Gómez, J. (2012). *Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza -aprendizaje de las leyes de los gases ideales en el grado 11 de la I.E INEM “José Félix de Restrepo”* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7560/>

- Harlen, W. (1998). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Vol. 9). Ediciones Morata
- Henao Sierra, B. L., & Palacio Mejía, L. V. (2013). Formación científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la educación en ciencias.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Mc Graw Hill. Education. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Herrero M. (1997). La importancia de la observación en el proceso educativo. Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado. Núm 1, 1-6
Recuperado de file:///E:/Downloads/Dialnet-LaImportanciaDeLaObservacionEnElProcesoEducativo-2789646.pdf
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690305021>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2012). *Informe del Estado de la Calidad del Aire 2007-2010*. Bogotá, D.C., Colombia.
Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022433/CALIDADDELAIREEWEB.pdf>
- Jacob, E. (1987). Qualitative research traditions: a review. *Review of Educational Research*, 57 (1): 1-50.
- Jaimés, J., González, E., y Ramírez, M. (2015). Derivation of volatile organic compounds surrogate for the maximum incremental ozone reactivity in Mexico City

- metropolitan area. Revista internacional de contaminación ambiental. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000100005&lang=pt
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1994) *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Barcelona, España. Recuperado de shorturl.at/BGH78
 - Ley General de la Educación, ley 115 de 1994. Recuperado de: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/ley_0115_1994.htm
 - Libro Ciencia y Ambiente 2. ¿Qué es el aire y qué características tiene? (s.f). Recuperado de -<http://www.minedu.gob.pe/rutas-del-aprendizaje/documentos/Primaria/Sesiones/Unidad06/SegundoGrado/integrados/2G-U6-Sesion21.pdf>
 - Lobos, A., Díaz, P., y Arrué, R. (2017). *Propuesta educativa sobre Calidad del aire en educación parvularia*. Recuperado de <http://airecoyhaique.cl/wp-content/uploads/2017/docs/AYSEN-EDUCACION%20PARVULARIA.pdf>
 - Mainieri, T. (1997). “Green buying: the influence of environmental concern on consumer behaviour”, *The Journal of Social Psychology*, vol. 137, N° 2.
 - Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso, Estrategia metodológica de la investigación científica. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>
 - Martínez, L., Peñal, D., y Villamil, Y. (2007). Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad Y Ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la Química.. Recuperado de <file:///C:/Users/User/Downloads/151-513-1-PB.pdf>
 - Massot, I., Dorio, I., & Sabariego, M. (2004). Estrategias de recogida y análisis de la información. *Metodología de la investigación educativa*, 329-366.

- MEC. (1992). Cajas Rojas de Educación Primaria. Orientación y Tutoría. Madrid.
Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Recuperado de:
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Moreira, M. A. (1999). Investigación en enseñanza: aspectos metodológicos.
Editora Pedagógica e Universitária Ltda., Instituto de Física-UFRGS Caixa Postal 15051 - Campus 91501-970 Porto Alegre -RS.
- Moreira, M. (2000 b). Aprendizaje significativo crítico. *III Encuentro internacional de Aprendizaje significativo*, Lisboa, Portugal.
- Moreira, M. A. (2003). Lenguaje y aprendizaje significativo. IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo.
- Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de estudios e investigación*, (6), 83-101. Recuperado de
<http://www.redalyc.org/pdf/771/77100606.pdf>
- Moreira, M. (2010). Abandono de la narrativa, enseñanza centrada en el alumno y aprender a aprender críticamente. Conferencia pronunciada en el II Encuentro Nacional de Enseñanza de Ciencias de la Salud y del Ambiente, Niterói, RJ, 12 a 15 de mayo de 2010.
- Moreira, M. (2012). La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea. *Revista iberoamericana de educación matemática*, (31), 9-20. Recuperado de
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5898461>
- Moreira, M. (2013). Aprendizaje significativo en mapas conceptuales. Textos de Apoio ao Professor de Física, Vol.24, N.6.

- Ortiz, M., y Agrinzoni, C. (2015). Modelo de enseñanza en cambio climático y calidad de aire en escuelas públicas de Puerto Rico. *Perspectivas en Asuntos Ambientales*, 4, 1-5. Recuperado de <https://docplayer.es/20075627-Modelo-de-ensenanza-en-cambio-climatico-y-calidad-de-aire-en-escuelas-publicas-de-puerto-rico.html>
- Postman, P. N., & Weingartner, C. (1969). Teaching as a subversive activity. *Delta Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Investigación en la escuela 2010*, Universidad de Málaga pp 17-24.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. (1998). El aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual. *Aprender a enseñar ciencias*. Madrid: Morata, 84-127.
- Puig, M. S., Alcaraz, I. D., & Lafon, M. I. M. (2004). Estrategias de recogida y análisis de la información. In *Metodología de la investigación educativa* (pp. 329-366). La Muralla.
- Pulgarin, D., y Gallego, D.(n,d). Las unidades didácticas como alternativa para la enseñanza de las ciencias y la investigación escolar.
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. XII Coloquio internacional de Geocrítica. Colombia. Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/06-B-Rengifo.pdf>.
- Simioni, D. (2003). Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana. Cepal.
- Stake, R. E. (1998). Capítulo VII: La triangulación. RE Stake (Au), *Investigación con estudio de casos*, 94-104. Recuperado de: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigación-con-estudios-de-caso.pdf>

- Taylor, S., y Bogdan., R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica. S.A. Recuperado de <https://eugeniewagner.files.wordpress.com/2012/08/taylor-bogdan-intr-met-cuali-1.pdf>
- Triana, M. (2012). *Propuesta experimental aplicada al aula de clase para la enseñanza del tema de gases* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/8872/1/mauriciotrianamora.2012.pdf>
- Valencia, M. M. A. (2000). La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. *Investigación y educación en enfermería*, 18(1), 13-26.
- Vargas. M. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de salud pública*, 79(2), 117-127. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28083078_La_contaminacion_ambiental_como_factor_determinante_de_la_salud
- Van Liere, K. D., & Dunlap, R. E. (1981). Environmental concern: Does it make a difference how it's measured?. *Environment and behavior*, 13(6), 651-676.
- Vega, C. Abella L. y García M. (2016). *Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza aprendizaje del cambio químico en una estudiante de inclusión con limitación visual* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4812/394>

- Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos. Applied social research methods series, 5(2). Recuperado de:<https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/YIN%20ROBERT%20.pdf>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. Science education, 89(3), 357-377.

ANEXOS

Anexo # 1 Unidad didáctica sobre la composición química y calidad del aire

UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CALIDAD DEL AIRE

- **Responsables:**
- Daniel Camilo Mora Aristizabal
- Hamilton Caro Carmona
- David Alexander Tabares Ruiz

Descripción:

Grado: Décimo.

Asignatura: Química.

Tema: Composición química y calidad del aire.

Número de sesiones: 5 aproximadamente cada una de dos horas.

La unidad didáctica se desarrollará con base en el ciclo de Jorba y Sanmartí, el cual consta de cuatro fases: exploración, introducción de nuevos conocimientos, estructuración y síntesis y por último una fase de aplicación de los nuevos saberes.

De acuerdo con Petro (2008) se entiende por unidad didáctica “toda unidad de trabajo de duración variable, que organiza un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje y que responde, en su máximo nivel de concreción, a todos los elementos del currículo: qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar” (p.1). En este orden de ideas, la unidad didáctica se encarga de organizar de manera coherente y sistemática algún contenido curricular, especificando objetivos de aprendizaje, metodologías de enseñanza, actividades a realizar, duración de las actividades, entre otros aspectos didácticos.

Además, es importante para la aplicación de esta unidad tener en cuenta que:

“Se considera que son los propios alumnos quienes construyen su conocimiento, la función principal del profesorado es promover este proceso constructivo, que forzosamente será contextual: distinto para cada estudiante y para cada grupo-clase. Consecuentemente, cualquier propuesta de modelo de enseñanza de unos determinados contenidos debe ser valorada como un marco orientador a partir del cual cada profesor o profesora, en función de cada situación concreta de enseñanza, reelabora y reinventa según su criterio para adaptarse a su contexto” (Sanmartí, 2005, p. 15).

De acuerdo con lo anterior, se pretende que el estudiante tenga un acercamiento al conocimiento científico referente a la composición química y calidad del aire, que le permita entender las problemáticas sobre la contaminación atmosférica y cómo esta afecta su entorno, también se espera abrir espacios de reflexión y generar conciencia sobre acciones propias cotidianas que inciden y afectan la calidad del aire, para mitigar los perjuicios en el ambiente y por consiguiente en la salud.

Objetivos

-Orientar a los estudiantes a un aprendizaje significativo crítico sobre la composición química y naturaleza gaseosa del aire, calidad, fuentes contaminantes y los efectos nocivos para la salud y el ambiente.

JUSTIFICACIÓN:

La siguiente secuencia de enseñanza y aprendizaje está elaborada con el propósito de acercar a los estudiantes a conocimientos básicos sobre la composición, calidad del aire y las distintas relaciones que existen entre nuestros hábitos productivos y de consumo que contribuyen a la contaminación atmosférica y por tanto perjudican la salud.

Teniendo en cuenta los objetivos tanto general como específicos, se propone mediante la implementación práctica de las 4 fases anteriormente mencionadas una serie de actividades. Además, se expone el objetivo de cada actividad con la intención de que con ellos se alcancen de manera más explícita lo que se propone en cada una de las fases, los cuales actuarán como orientadoras.

Además, con base a las actividades propuestas sobre el tema, esperamos que los alumnos tengan una educación básica que les permita entender la situación problemática ambiental de la contaminación atmosférica desde la ciencia y que puedan aplicar ese conocimiento en su vida cotidiana. Para el desarrollo de la unidad didáctica es fundamental el proceso de evaluación como una herramienta propulsora de la autorregulación de conocimiento, es decir, que el estudiante sea consciente de cómo aprende y que aprende.

Con esta herramienta los estudiantes explorarán, reflexionarán y discutirán conceptos relacionados con el aire; composición química, calidad, salud pública, y ambiental, así como las consecuencias de los cambios en este, tanto a nivel global como local, todo desde una intencionalidad vinculada y guiada por la denominada corriente pedagógica crítica en especial la planteada por Marco Antonio Moreira ‘‘El aprendizaje significativo crítico’’; en la cual se plantean una serie de criterios y principios de los cuales, el maestro debe direccionar para lograr un cambio en el aprendizaje, para que éste sea significativo y crítico en el estudiante, y que el estudiante debe interiorizar y aplicar para desenvolverse en sociedad de tal manera que no sea enajenado por las corrientes tecnológicas y de mercado, sino que pueda usar ese conocimiento para tomar posturas inteligentes frente a lo que los medios le ofrece y por ende, sea capaz tomar decisiones que le permitan desenvolverse mejor en la sociedad.

Esta unidad didáctica, responde a demandas educativas que abordamos desde los DBA (derechos básicos de aprendizaje) y los Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales, ambos para el grado décimo.

Según los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales vigentes para la educación colombiana y teniendo en cuenta la aplicación de la siguiente unidad didáctica con el grado décimo, podemos identificar que para los grados décimo y once, en el componente: ciencia tecnología y sociedad, el numeral siete tiene una relación importante con el tema de la composición y calidad del aire ‘‘Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente’’. Sabemos que los múltiples contaminantes que se arrojan a la atmósfera producto de actividades industriales, de transporte o de consumo cotidiano, producen gran impacto en el ecosistema, contribuyendo al deterioro de la calidad del aire y generando enfermedades asociadas. Además, somos testigos de fenómenos actuales muy nocivos como las lluvias

ácidas que tienen una relación directa con la clase de material particulado y gases que se producen por la actividad humana, afectando procesos biológicos, generando complicaciones no solo a las personas sino también a la flora y fauna.

A partir del vínculo de estos fenómenos con sus principales causantes, los propios estudiantes pueden construir su propio conocimiento, ya que entenderán la influencia que ellos tienen en el ambiente y la importancia de que sus actos estén enfocados a la responsabilidad social y ambiental. Asimismo, a partir de la reflexión los estudiantes pueden desarrollar un aprendizaje significativo crítico, en cual les va a permitir lidiar de forma constructiva con el cambio (Moreira año) y repensar sus acciones de tal manera que éstas contribuyan al mejoramiento del ambiente, en este caso, reducir desde prácticas cotidianas el impacto negativo en la calidad del aire.

En cuanto los DBA (derechos básicos de aprendizaje) para el grado décimo, el DBA número tres en ciencias naturales dice: “Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.” En este aspecto la unidad didáctica tiene gran relación sobre todo en la parte de la formación de compuestos inorgánicos que se generan por la combustión de combustibles fósiles, la acción industrial y que son emitidos a la atmósfera en donde además de ser muy dañinos para la salud, también participan de una serie de reacciones de oxidación y reducción que alteran de manera considerable las dinámicas naturales y químicas del ambiente.

Marco teórico:

Para esta unidad didáctica es pertinente definir temáticas como índice de calidad del aire (ICA), composición atmosférica y los principales componentes químicos del aire; esto, con el fin de hacer evidente la importancia de este conocimiento para la aplicación de dicha unidad didáctica y en general para la incorporación de éste en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes del grado décimo de la I.E San José Obrero.

Composición atmosférica

Antes de la aparición de la vida en nuestro planeta la atmósfera se había constituido por una mezcla que comprendía, vapor de agua (H_2O), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2), dióxido de azufre (SO_2), sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoníaco (NH_3), e incluso algunas trazas de oxígeno gaseoso (O_2) de origen no biológico. Siendo los niveles de dióxido de carbono unas cien o mil veces mayores que los actuales, la tierra era presa de un constante “efecto invernadero” lo que mantenía las temperaturas del planeta por encima de 400 grados Celsius.

La aparición de la vida en la tierra y en particular el posterior proceso de fotosíntesis mediante el cual las antecesoras de las plantas actuales hace cerca de 2.000 millones de años, utilizan la energía proveniente del sol para metabolizar el dióxido de carbono generando carbohidratos y como subproducto el oxígeno gaseoso (O_2), a partir de entonces, ese gas comenzó a fluir a la atmósfera de manera abundante, hasta llegar a representar un 21% en volumen de la composición de la mezcla denominada aire.

Actualmente, según datos de la Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales de México (2013), la mezcla de gases que componen la atmósfera de nuestros días abarca unos 640 kilómetros de espesor, ha evolucionado a la composición actual durante millones de años, la atmósfera se compone de 78 por ciento nitrógeno (N₂), 21 por ciento oxígeno (O₂) aproximadamente, en porcentajes casi constantes. El 1% restante se compone por gases traza en proporciones que varían, destacando los gases de efecto invernadero (GEI) -vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), ozono (O₃), óxidos de Nitrógeno y azufre, polvos y humos. A pesar de este bajo porcentaje, estos gases desempeñan un papel fundamental en los procesos meteorológicos.

Componentes del aire seco y puro en el mar

COMPONENTE	% VOLUMEN	% PESO
Nitrógeno	78.03	75.58
Oxígeno	20.99	23.08
Argón	0.94	1.28
Dióxido de Carbono	0.035	0.053
Neon	0.0024	0.0017

Otros gases inertes	0.0024	0.0017
Hidrógeno	0.00005	0.000004

Fuente: Flores, 2003.

Según Jiménez (2001), los contaminantes del aire los podemos clasificar, por su origen natural, producto de fenómenos naturales, y antropogénicos derivados de la acción humana. De acuerdo con su presencia en la atmósfera estos son primarios si son arrojados tal cual a la atmósfera, y secundarios si son resultado de la interacción química con otros compuestos y con la luz solar. Otra clasificación se da por su estado físico, sólidos con un diámetro entre 1 y 1000 micrómetros, o humos inferiores a 1 micrómetro, los líquidos comprenden nieblas y aerosoles y por último los de tipo gaseoso. La naturaleza química también es otro grupo de clasificación, aquí podemos ubicarlos en las siguientes familias: compuestos inorgánicos del carbono, compuestos derivados del azufre, hidrocarburos, compuestos de nitrógeno, oxidantes fotoquímicos, metales y partículas. Por último, otra clasificación depende de su origen móvil o fijo como los desprendidos por vehículos o chimeneas fijas industriales.

Debido a la múltiples categorizaciones y clasificaciones es necesario saber cuáles son en la actualidad los “contaminantes criterio” muchos países ya han clasificado entre estos al dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), material particulado (PM), monóxido de carbono (CO) y Ozono (O₃). La guía de calidad del aire (OMS, 2005), habla de cuatro contaminantes comunes del aire y que son nocivos para la salud humana: material particulado (MP), ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂).

Teniendo en cuenta el enfoque direccionado por la (OMS) las tablas sobre los límites y concentraciones promedio permitidas para cada uno de los contaminantes son tomadas de las guías para la calidad del aire de dicho ente mundial.

Material particulado:

Según guías calidad del aire OMS (2005)

MP2,5: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas

MP10: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas

El material particulado es básicamente una mezcla de carbón elemental, compuestos de carbón orgánico y compuestos como metales pesados, óxidos de metal, ácidos condensados, sulfatos y nitratos (SDS, 2009).

El tamaño del material particulado (PM) se basa en su diámetro y este se mide en micrómetros (μm). Las partículas por debajo de 10 μm alcanzan a penetrar las vías respiratorias, este material se conoce como PM10. Las partículas que tienen 2.5 μm de diámetro o menos son conocidas como ultrafinas o PM 2.5. Estos tipos de partículas pueden penetrar los mecanismos de defensa del sistema respiratorio y llegar hasta los bronquios o incluso al alveolo pulmonar, como es el caso de las —partículas ultra finas‖ que están por debajo de 2.5 μm y medir incluso menos de 0.1 μm de diámetro. (Harrison et al, 2000). tomado de Política Distrital de Salud Ambiental para Bogotá D.C

Ozono

Según guías calidad del aire OMS (2005)

O₃: temperatura 100 µg/m³, media de ocho horas

Ozono: es un gas que, en condiciones ambientales de temperatura y presión, es una molécula constituida por tres átomos de oxígeno que cuando se encuentra en concentraciones altas es visible a la vista y se torna ligeramente azulado, posee un carácter corrosivo, es irritante para nosotros y muy reactivo cuando está presente en la superficie terrestre. Este gas es y ha sido muy importante para la vida en el planeta debido a que actúa como una barrera que nos protege de los peligrosos rayos U.V, y son precisamente estos rayos los que lo generan, ya que nivel troposférico el Oxígeno del aire reacciona con los óxidos de nitrógeno que en su mayoría provienen de fuentes de combustión móviles, las cuales con la participación de la energía U.V producen ozono. El ozono ambiental. Se trata de un gas incoloro que se crea a través de reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COV) derivados de fuentes como la quema de combustible. Es el compuesto más destacado de los oxidantes fotoquímicos y forma parte del llamado.

El ozono se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y contaminantes precursores, como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y diversos compuestos orgánicos volátiles (COV). Se destruye en reacciones con el NO₂ y se deposita en el suelo, (OMS, 2005. p. 14).

Dióxido de nitrógeno:

Según guías calidad del aire OMS (2005)

NO₂: 40 µg/m³, media anual

200 µg/m³, media de una hora

Dióxido de nitrógeno: entre las actividades que se relacionan con la generación del NO₂ la más representativa es la combustión de hidrocarburos por parte de vehículos: “ En concentraciones de corta duración superiores a 200 µg/m³, es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias”. Genera aerosoles de nitrato, que constituyen parte importante de las PM_{2.5} y como se había mencionado anteriormente; en presencia de luz ultravioleta produce ozono troposférico. Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO₂ son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos).

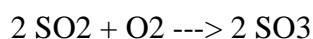
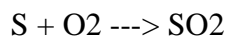
Dióxido de azufre

Según guías calidad del aire OMS (2005)

SO₂: 20 µg/m³, media de 24 horas

500 µg/m³, media de 10 minutos

Dióxido de azufre: SO₂ (Dióxido de Azufre), es importante conocer en general los mecanismos de formación de los óxidos azufrados:



El SO₂, es un gas incoloro. bastante estable, su vida media en la atmósfera se estima en días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias; mientras que el SO₃ reacciona rápidamente formando ácido sulfúrico. El SO₂ es considerado uno de los principales responsables del fenómeno de la lluvia ácida. Se origina en la combustión de carburantes con un cierto contenido en azufre (carbón, fuel, gasóleos,), en centrales térmicas, procesos industriales, tráfico de vehículos pesados, calefacciones de carbón y fuel, etc. También existen fuentes naturales de este contaminante como las erupciones volcánicas. (Caracterización de la calidad del aire en el sector industrial y propuesta de herramientas de medida Tesina Fin de Máster)

2. Índice calidad del aire (ICA)

La contaminación atmosférica es uno de los temas de más preocupación en la actualidad, esto en parte debido al crecimiento exponencial de las industrias, en las grandes y pequeñas ciudades y sobretodo del parque automotor que funcionan con diésel y gasolina, y la permanencia en circulación de vehículos obsoletos ineficientes en la combustión, estos factores han contribuido desmesuradamente en el desmejoramiento de la calidad del aire y a su vez esto se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial, esto lo revela una evaluación sobre la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire realizada por la OMS (2005), este estudio revela que, “son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados”, estas cifras son realmente alarmantes y por ende se necesita buscar soluciones para mitigar esta problemática, una de estas es el índice de calidad del aire (ICA).

El IDEAM (2012) define al ICA como un instrumento que “permite comparar los niveles de contaminación del aire de las estaciones de monitoreo que conforman un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (Unidades espaciales de referencia), en un tiempo t, que corresponde al período de exposición previsto en la norma para cada uno de los contaminantes que se está midiendo”, estas mediciones se realizan con el fin de que la población esté informada sobre la calidad del aire y sus posibles efectos en la salud.

El índice se calcula para seis de los contaminantes criterios: PM10, PM2,5, SO2, NO2, O3 y CO, la medición de los valores de estos compuestos se representan en una escala adimensional con valores entre 0 y 500, cuando se arrojan valores por debajo de 100 se consideran correctos y tienen poco riesgo para la salud humana, pero si se obtienen valores por encima de 100 se comienza a considerar dañino y peligroso y entre más alto sea el valor implica más riesgos para la salud. Con el propósito de hacer más vistoso y comprensible el índice de calidad del aire para las comunidades, la agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos (EPA, 2009) diseña la tabla de clasificación y advertencia que asigna un color de referencia a cada categoría con el fin de identificar ligeramente si los contaminantes están llegando a niveles dañinos para la salud en su zona.

- Tabla adaptada del (EPA, 2009)

Valores del índice	Color asignado	Clasificación	Precauciones para protegerse del ozono
0 a 50	Verde	Buena	Ninguna
51 a 100	Amarillo	Moderada	Personas con mucha sensibilidad al asma u otras enfermedades respiratorias, reducir la actividad física prolongada al aire libre.
101 a 150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Niños, adultos activos, personas con enfermedades respiratorias y cardíacas, deben limitar o evitar la actividad física prolongada
151 a 200	Rojo	Dañina a la salud	Niños, adultos activos, personas con enfermedades cardiovascular y respiratorias deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre, además todas las demás personas deben limitar el esfuerzo al aire libre.
201 a 300	Morado	Muy dañina a la salud	Niños, adultos mayores, personas con enfermedades cardíacas y respiratorias deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre; todos los demás deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre.

Existen cantidad de hipótesis relacionadas a la química del aire, a su saber teórico y relacionado con lo que refiere al concepto ambiental, científico, social, histórico, y práctico al respecto, pero estamos en una etapa primitiva en lo que se refiere al área pedagógica constructiva y crítica relacionada. Enfocándonos en la idea de construir una secuencia pedagógica de carácter crítico y social , es más pertinente enfocarnos en las directrices educativas y filosóficas al respecto, por tanto, el punto de vista teórico de la construcción de la U.D se plantea en el marco del constructivismo social por la línea crítica de Lev Vigostky, la línea crítica pedagógica dentro de las contribuciones de Peter McLaren y Henry Giroux y por último los aprendizajes significativos de Ausubel como columna conceptual que tiene como razón de ser el aula y el concepto de generar autonomía, que dan sustento teórico al aprendizaje significativamente crítico de Moreira.

Secuencia de actividades

Fase # 1-Exploración de ideas alternativas

En esta fase, se busca que los educandos expresen sus ideas y se puedan debatir sus hipótesis, ya que es importante para el desarrollo de esta secuencia didáctica tener en cuenta los saberes previos con los que llegan los estudiantes.

Actividad 1: Cuestionario KPSI

1.1. ¿qué tanto sabes del tema?

Se realizará el cuestionario KPSI, el cual nos servirá como evaluación diagnóstica y para comprender los conocimientos previos de los estudiantes, además será de gran ayuda para

los educandos, ya que cuando finalice la unidad didáctica estos se podrán dar cuenta de los avances que han tenido con respecto a los temas abordados.

Objetivo: Indagar por medio del cuestionario KPSI los conocimientos previos de los estudiantes con respecto a las temáticas principales que serán abordadas en la unidad didáctica.

Indicar en el lugar correspondiente:

A) Has estudiado el tema o has tenido algún acercamiento con el mismo.

- Coloca 1- has estudiado o conoces algo con el tema.
- Coloca 2 - no has estudiado el tema.

B) Grado de comprensión de los temas y conceptos. Marca:

- 1-No lo se/ No lo comprendo.
- 2- Lo conozco un poco.
- 3- Lo comprendo parcialmente.
- 4- Lo comprendo bien.
- 5- Lo puedo explicar a un compañero.

Temas/Conceptos.	A) Has estudiado el tema o has tenido algún acercamiento con el mismo.	B) Grado de comprensión.
Composición química del aire		
Contaminación atmosférica		
Contaminantes atmosféricos		
Calidad del aire		
Índice calidad del aire		
Volumen		
Presión		
Temperatura		

1.2- Oxígeno, combustión y presión:

Actividad: Se realizará un experimento sencillo, por medio del cual se evidencia el papel que juega el oxígeno como comburente, los cambios de presión y de composición en un

sistema luego de una combustión, además, será de gran ayuda para analizar las concepciones que tienen los estudiantes acerca de la composición química del aire.

Materiales:

-Plato hondo

-Vela

-Vaso de vidrio

- Agua con colorante

Procedimiento:

- Fijar la vela en la mitad del plato, posteriormente verter el agua con colorante en el fondo plato.
- Después de realizar el montaje se procede a prender la vela, luego se coloca el vaso de vidrio encima de ésta, de modo que quede completamente cubierta y no ingrese aire al vaso. Como se muestra en la imagen.

*Montaje realizado en clase

Una vez realizado el experimento demostrativo se procede a entregar el formato, cuestionario (Oxígeno, combustión y presión) el cual tiene las siguientes preguntas:

- ¿Por qué se apaga la vela? Explique su respuesta

- ¿Qué se necesita para que podamos tener fuego?
- ¿Que sucedería con la persona representada por la figura una vez apagada la vela?

1.3- Aire en diferentes ambientes

Para esta actividad se dividirá el grupo en tres subgrupos, cada uno de estos estará a cargo de un docente investigador quien los llevará a un lugar específico (laboratorio de química, recinto cerrado y un lugar abierto en las inmediaciones de la institución), para posteriormente realizar las actividades correspondientes descritas a continuación.

1.3.1 Percepción del aire: Al llegar al lugar de destino asignado, se les pide a los estudiantes que describan las características del aire en ese lugar (olor, color, sabor, sensación al respirarlo etc.)

Según la locación, las actividades serán las siguientes:

En el laboratorio de química: Los estudiantes se ubicarán en los mesones donde encontrarán diferentes reactivos abiertos en concentraciones que no representen un riesgo a los estudiantes (ácido acético, etanol, gasolina, hidróxido de sodio, hipoclorito de sodio), cada uno pasará por las mesas tratando de percibir los cambios en el aire.

En el recinto cerrado: Los estudiantes se ubicarán en un salón, luego se procede a incinerar trozos de diferentes materiales uno tras otro (papel, madera, plástico, un fósforo

y gasolina). Después de cada quema, los estudiantes describirán si creen que el aire ha cambiado.

Un lugar abierto: Los estudiantes serán dirigidos a un lugar al aire libre. Allí, percibirán el aire tratando de identificar qué elementos del entorno lo afectan.

1.3.2 Cuestionario.

Después de haber realizado la actividad anterior, cada grupo, deberá responder un cuestionario que dará cuenta de las reflexiones que hicieron tras experimentar las diferentes sensaciones.

Responde:

- ¿La composición del aire depende de donde nos encontremos? Explica tu respuesta.
- ¿Qué elementos del entorno o acciones influyen en la composición del aire? Explique.
- ¿Cómo describirías el aire en tu hogar, en tu colegio, cuando vas al centro de la ciudad?

Fase # 2 Introducción de nuevos conocimientos

En esta fase, las actividades propuestas tienen como objetivo introducir nuevo conocimiento científico que le ayuden a los estudiantes a conceptualizar bases teóricas y fenómenos asociados con la composición y calidad del aire. Para ello se les explicará de acuerdo con lo

trabajado en la actividad anterior, los aspectos más relevantes que se ven inmiscuidos en relación con el aire, específicamente su composición, su calidad, acciones que generan contaminación en él, y como el resultado de estas acciones se traducen en un deterioro en la calidad del aire y por consiguiente en un impacto nocivo para la salud.

2.1 Conversatorio

Para esta actividad se remiten diferentes videos narrativo-explicativos donde se detallen los componentes del aire, así mismo como los aspectos que involucran su contaminación, y cómo ésta perjudica la salud.

Links de los videos

video general (calidad del aire).

<https://www.youtube.com/watch?v=FtKg9zJ6oNQ&t=7s>

Composición del aire

<https://www.youtube.com/watch?v=OHpxyPURzdU>

<https://www.youtube.com/watch?v=WePPieYzKkI>

Calidad del aire y contaminación

<https://www.youtube.com/watch?v=0C-PQLfc9y>

<https://www.youtube.com/watch?v=Y-vPuITUTj0>

Contaminantes y fuentes emisoras

<https://www.youtube.com/watch?v=mQd4cFCZRI0>

<https://www.youtube.com/watch?v=aaOiL7CQd74>

Enfermedades

<https://www.youtube.com/watch?v=zvlHBfSBcKk>

https://www.youtube.com/watch?v=_USsnAPULmM

Desarrollo del conversatorio

Después de haber visto los videos de manera general, se dividirá el grupo en cuatro equipos de trabajo, a cada uno se le asignará una categoría (composición, calidad y contaminación, contaminantes y fuentes emisoras y problemas generados en la salud) la cual debe ser socializada por cada equipo a modo de conversatorio, en el cual todos los estudiantes aportan al mismo para enriquecer la actividad.

Instrucciones:

1- Conformar los equipos de trabajo.

2-Asignar una categoría a cada equipo

3-Socializar la información vista en los videos. El conversatorio comenzará con la intervención del grupo cuya categoría es composición, luego el equipo con la categoría

calidad y contaminación, luego fuentes emisoras y contaminantes y por último problemas generados en la salud. Para la dinámica de esta actividad se pueden apoyar en las siguientes preguntas orientadoras.

Composición	Calidad y contaminación	Fuentes emisoras y contaminantes	Problemas generados en la salud
¿Cuáles son los principales componentes del aire?	¿Qué entiendes por calidad del aire?	Menciona las principales fuentes emisoras de contaminantes	¿qué enfermedades o problemas en la salud están asociados con la contaminación del aire?
¿Qué características tiene el aire?	¿Mediante qué acciones se contamina el aire?	¿Cuáles son los contaminantes criterio para el índice de calidad del aire?	¿Qué tipo de población es más vulnerable a molestias en la salud por estar en un ambiente con aire contaminado ?

5. Por último, a modo de retroalimentación se discuten de manera grupal todos los aspectos a destacar del conversatorio para afianzar e introyectar el nuevo conocimiento aprendido.

Se propone además el siguiente cuestionario para la evaluación de los conocimientos:

- ¿Cuáles son los dos componentes del aire más abundantes?

- ¿Para qué nos sirve el aire?

- ¿Cuáles son los colores asignados en la tabla de medición de la calidad del aire y que representa cada color?

- ¿Cuáles son los contaminantes criterios para el índice de calidad del aire?

- ¿Qué cuidados debemos tener en un aire contaminado para evitar problemas en la salud?

- ¿Que enfermedades se asocian a la contaminación del aire?

2.2 Calidad del aire en diferentes lugares

Los docentes en primera instancia, explicaran a los estudiantes la importancia de conocer la calidad del aire que estamos respirando, haciendo énfasis en como un aire contaminado trae consigo consecuencias para la salud humana y del medio, del mismo modo se hará énfasis en conocer la geografía de la ciudad de Medellín y las dinámicas económicas y naturales asociadas a la contaminación atmosférica en esta. Además, se le entregará y explicará a cada estudiante el índice de calidad del aire, el cual es un indicador para que las comunidades estén al tanto del estado del aire que respiran y a su vez sepan qué consecuencias podría representar este para su salud.

- **Tabla índice calidad del aire, adaptada EPA (2009).**

Valores del índice	Color asignado	Clasificación	Precauciones para protegerse del ozono
0 a 50	Verde	Buena	Ninguna
51 a 100	Amarillo	Moderada	Personas con mucha sensibilidad al asma u otras enfermedades respiratorias, reducir la actividad física prolongada al aire libre.
101 a 150	Naranja	Dañina a la salud de grupos sensibles	Niños, adultos activos, personas con enfermedades respiratorias y cardíacas, deben limitar o evitar la actividad física prolongada
151 a 200	Rojo	Dañina a la salud	Niños, adultos activos, personas con enfermedades cardiovascular y respiratorias deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre, además todas las demás personas deben limitar el esfuerzo al aire libre.
201 a 300	Morado	Muy dañina a la salud	Niños, adultos mayores, personas con enfermedades cardíacas y respiratorias deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre; todos los demás deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre.

Una vez estudiado y comprendido el índice de calidad del aire, se le asignará a cada estudiante un lugar y se pedirá que traiga imágenes o construyan un video, en el que se haga énfasis en los focos contaminantes presentes en el sitio, por ejemplo, a los estudiantes que se le asigne la Autopista principal deberán hacer énfasis en las emisiones del parque automotor. De este modo con la ayuda de las herramientas construidas por los alumnos, con el índice de calidad del aire y con las explicaciones dadas por los docentes se procederá en parejas a llenar la siguiente tabla:

Lugar	Categoría (Valor numérico de 0 a 300 y categoría correspondiente según el número asignado)	Factores y fuentes que influyen en el valor asignado al lugar
I.E San Jose Obrero		
Barrio de residencia		
Centro de Medellín		
Páramo		

Autopista principal		
Zona industrial		

Fase # 3-Estructuración y síntesis:

Como su nombre lo indica, en esta fase centraremos esfuerzos en afianzar y consolidar los conceptos trabajados durante la fase previa (introducción de nuevos conocimientos), basados en el conversatorio haremos énfasis en dejar claros los temas más importantes de los 4 ejes orientadores relacionados con el aire tratados en este (composición, calidad y contaminación, fuentes emisoras y contaminantes y problemas generados en la salud). Por último, cabe destacar la importancia de llevar las temáticas trabajadas al área local, es decir, al contexto propio, para esto se espera proceder mediante un debate sobre la problemática atmosférica en la ciudad de Medellín

3.1-Construcción de Mapa Conceptual en grupo.

El objetivo de la construcción de este mapa conceptual es llegar a la síntesis conceptual de las temáticas abordadas desde el conversatorio, para ello se elaborará un mapa conceptual en torno al aire y partiendo de 4 categorías (Componentes químicos, contaminantes y fuentes emisoras de contaminantes, enfermedades asociadas a la baja calidad del aire y calidad-contaminación).

Se plantea la construcción de un mapa conceptual teniendo en cuenta uno de los principios fundamentales del aprendizaje significativo crítico (El abandono de la pizarra), para dicha actividad los estudiantes utilizarán cartulina para plasmar su mapa conceptual con conceptos asociados a la temática previamente trabajados durante la clase. Asimismo, se propone pegarlos en un muro de forma lógica y asociativa. Esta actividad se podría realizar en uno de los muros de la institución destinados para carteleras como medio para compartir información relacionada al tema con el resto de estudiantes del colegio.

A cada uno de los estudiantes se les proporcionará dos hojas cada una con un concepto representado por una imagen asociado a un componente del aire, de un compuesto químico contaminante, de fuentes emisoras de contaminantes o enfermedades asociadas a la contaminación del aire. Todas las categorías conceptuales anteriormente mencionadas se habían abordado por medio de los videos, en el conversatorio y en la actividad sobre el “ICA”, actividades descritas en la fase previa e introductoria de nuevos saberes, la idea en esta fase del ciclo es afianzar estos conceptos fundamentales relacionados con la temática previamente descritos y permitir que los estudiantes establezcan relaciones entre ellos. Las hojas con los conceptos se irán pegando en la pared de forma lógica y asociativa por parte de los estudiantes, los cuales además deberán decir al resto de sus compañeros datos sobre los dos conceptos que se les asignó a cada uno.

Para esta actividad es necesario en primer lugar elaborar una lista con los conceptos fundamentales tratados en la actividad anterior, la idea es concebir uno o dos conceptos (palabras) por estudiante. La jerarquía y organización del mapa conceptual estará direccionada por el título «EL AIRE» del cual se desprenden cuatro conceptos de interés y

abordados previamente; Componentes químicos, contaminantes y fuentes emisoras de contaminantes, enfermedades asociadas a la baja calidad del aire y calidad-contaminación.

Teniendo en cuenta que el número de estudiantes del grado décimo con el que se desarrollará la actividad es de quince, podemos prever que el mapa conceptual estará constituido por 30 conceptos aproximadamente. Dichos conceptos podrán ser representados por palabras o imágenes en el caso de algunas moléculas de interés por medio de sus fórmulas químicas o representación por estructuras moleculares.

Según los 4 conceptos principales (Componentes químicos, contaminantes y fuentes emisoras de contaminantes, enfermedades asociadas a la baja calidad del aire y calidad-contaminación) tendríamos una lista de elementos para la elaboración del mapa conceptual grupal (8 aproximadamente por categoría)

*Componentes del aire:

Nitrógeno, O₂, CO₂, vapor de agua, Hidrógeno, Ar, Neón, He, Criptón.

*Contaminantes y fuentes emisoras de contaminantes:

CO, monóxido de nitrógeno, dióxido de azufre, Metano, O₃, aerosoles, PM 10, PM 2.5, vehículos con motor a combustión, volcanes, incendios forestales, cigarrillos encendidos, ganadería.

*Enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica:

neumonía, bronquitis, asma, fiebre amarilla, hepatitis, dolor de cabeza, enfermedades cardiovasculares, mareo, cáncer de pulmón, daños auditivos.

* Calidad y contaminación: Pico y placa ambiental, alerta Roja, alerta naranja, ICA, imagen de ciudad con smog, imagen verde.

En síntesis, cada estudiante contará con uno de estos elementos y se dispondrá a comentar lo que sepa sobre este para luego pegar su concepto donde crea pertinente con la intención de construir un mapa conceptual entre todos en donde se evidencien los conocimientos referentes al tema y las relaciones conceptuales de cada elemento.

3.2 Debate acerca de la problemática atmosférica en la ciudad de Medellín

Con esta actividad pretendemos abrir un espacio de debate sobre asuntos socio científicos donde los estudiantes asumirán un rol al azar, unos defenderán con argumentos las medidas impuestas por la alcaldía de Medellín desde hace varios años del pico y placa ambiental a los vehículos e industrias como factor que influye significativamente en la mejora de la calidad del aire, otros por el contrario, con argumentos refutarán estas medidas como factor que beneficie la calidad del aire sino más bien como una medida meramente económica.

Para los estudiantes formar sus argumentos y haciendo uso de los principios del aprendizaje significativo crítico, el docente manda a cada grupo distintas herramientas de estudio como videos, noticias, página web del Siata, y artículos científicos, los cuales contienen información acerca de la postura que cada uno defiende, además también se pretende que los estudiantes sean capaz de investigar por sí mismos sobre el tema y no se queden solo con la información dada por el docente, sino que sean autónomos y por vocación propia sean

capaces de buscar información de fuentes confiables que den ideas para sustentar sus argumentos de una mejor manera.

Para evaluar el debate se propone una evaluación, esta será entre pares el docente formará parejas entre estudiantes de equipos opuestos para llenar la siguiente rúbrica: Evalúa a tu compañero a partir de los siguientes Ítems descritos en la tabla, siendo 1 deficiente y 5 excelente

Actitudes de aprendizaje	1	2	3	4	5
Cumple las pautas dadas para la actividad					
Mantiene una actitud respetuosa y atenta frente a las dinámicas de la actividad					
Realiza aportes con argumentos durante el desarrollo del debate					

Se nota preparación y lectura de documentos previos para sustentar su posición					
Escuchan con atención y respeta la postura dada por los compañeros					
Muestra interés por la actividad					
Se evidencia una postura crítica en sus intervenciones					

El moderador (docente) será el encargado de repartir la rúbrica y organizar el salón de modo que todos se puedan ver, cabe destacar también que el moderador tendrá un papel neutro dentro del debate, ayudando a que se respete la palabra y guiando el mismo de modo que no se pierda la idea principal de la discusión, antes del inicio del debate se dará un tiempo de 30 minutos a cada equipo para que comparta ideas surgidas con la lectura de los documentos estudiados. Una vez pasado este tiempo el moderador comienza el debate con la siguiente pregunta :¿Crees que las medidas de contingencia de alerta ambiental como el pico y placa de 6 dígitos y las restricciones a las industrias son medidas que realmente mejoran a fondo la calidad del aire o solo ayudan momentáneamente ?, cada equipo tendrá 3 minutos para presentar sus ideas principales frente a la pregunta y de las respuestas que salgan de esta

primera incógnita se podrá guiar el debate, en caso de que el debate se desvíe o no haya participación por parte del grupo, se sugiere tener preguntas orientadoras.

Los estudiantes que defienden a favor de las medidas se les recomienda los siguientes documentos:

- https://www.youtube.com/watch?v=aNjZ_3Uahvo
- <https://www.larepublica.co/economia/la-mala-calidad-del-aire-deja-8000-muertes-al-ano-en-el-pais-2753304>
- <https://www.forbes.com.mx/restricciones-a-vehiculos-medida-necesaria-para-mejorar-calidad-del-aire/>
- <https://www.elcolombiano.com/antioquia/desde-medellin-se-lideran-medidas-para-mejorar-aire-AA10322736>

Los estudiantes que están en contra de las medidas se le recomienda los siguientes documentos:

- <https://www.youtube.com/watch?v=YLE2bEpd0YY>
- <https://www.publimetro.co/co/medellin/2019/03/22/ministerio-transporte-cuestiono-medida-pico-placa-ambiental-asi-respondio-alcalde.html>

- <https://www.elcolombiano.com/antioquia/multas-por-pico-y-placa-ambiental-en-2019-fueron-millonarias-EH10420235>
- <https://www.rcnradio.com/bogota/medida-del-pico-y-placa-ambiental-no-funciona-asegura-un-experto-en-movilidad>

4- Aplicación

En esta fase se pretende que el estudiante pueda hacer uso de su conocimiento en condiciones y entornos cotidianos que le permita reflexionar para generar un cambio en sus prácticas diarias que a su vez favorezcan la mitigación de la contaminación atmosférica. Desde actividades prácticas el estudiante puede poner en juego el conocimiento significativo crítico que ha construido, al mismo tiempo que lo interioriza.

4.1-Medición de la calidad del aire (sensor casero)

En esta actividad se realizará un experimento sencillo que ayudará a visualizar de una manera sencilla cómo se encuentra la calidad del aire en nuestro contexto, la idea es que cada estudiante realice dos montajes del mismo para que ubique uno dentro de su hogar y otro afuera, con el fin de comparar los mismos luego de una semana.

Materiales:

- Dos hojas de papel en blanco
- Vaselina
- Lápiz

Procedimiento:

Realizar un círculo grande en la mitad de las dos hojas y rellenarlo con abundante vaselina, esta última al ser de naturaleza grasosa será difícil de secar y albergará fácilmente material particulado.

Una vez realizado el montaje se pide a los estudiantes ubicarlos estos montajes como se indica anteriormente dentro y fuera de la casa y la clase la próxima semana traer los experimentos marcados con el nombre y lugar con el fin de comparar resultados de todo el salón y plantear planes de mejoramiento del aire.

Una semana después se procede a socializar los resultados de los montajes y a resolver la siguiente actividad

- ¿Qué hábitos cotidianos modificarías en pro de la calidad del aire?
- Describe una propuesta que se pueda llevar a cabo para generar conciencia en la comunidad educativa y en tu barrio acerca de la contaminación atmosférica y sus efectos.

La idea es que los estudiantes una vez visualicen la contaminación atmosférica a la que están expuestos sean capaces de plantear ideas para mejorar la calidad del aire de la comunidad desde acciones cotidianas como también en sociedad.

4.2- Cuestionario KPSI.

A cada estudiante se le entrega el cuestionario KPSI realizado en la primera clase y además se le entregará un nuevo formato que contiene los mismos temas y conceptos, con la intención de que cada uno compare los avances que se han tenido con los temas que se desarrollaron en la unidad didáctica.

Indicar en el lugar correspondiente:

A- Que tanto has estudiado el tema. Marca:

- 1-Bastante.
- 2- Medianamente
- 3- Escasamente

B- Grado de comprensión de los temas y conceptos. Marca:

- 1-No lo se/ No lo comprendo.
- 2- Lo conozco un poco.
- 3- Lo comprendo parcialmente.

- 4- Lo comprendo bien.
- 5- Lo puedo explicar a un compañero

C- Compara los resultados obtenidos en los dos cuestionarios KPSI y describe los avances que has tenido con respecto a los temas abordados.

Temas/ Conceptos	A- Que tanto has estudiado el tema	B- Grado de comprensión	C- Avances con respecto al tema.
Composición química del aire			
Contaminación atmosférica			
Contaminantes atmosféricos			
Calidad del aire			
Índice calidad del aire			
Volumen			

Presión			
Temperatura			
Enfermedades asociadas contaminación atmosférica			

4.3 Por último se entregará un formato de autoevaluación que contiene ítems que valoran todo el proceso realizado en la unidad didáctica, incluyendo aspectos actitudinales, conceptuales y procedimentales.

Evalúa tu desempeño durante el desarrollo de la unidad didáctica a partir de los siguientes ítems descritos en la tabla, siendo 1 deficiente y 5 excelente

Actitudes de aprendizaje	Nota cuantitativa (1 a 5)	Justificación
Asisto puntual a todas las actividades planteadas		

Realice todas las actividades propuestas en el ciclo didáctico		
Presente una postura crítica en los diferentes encuentros		
Prepare el material necesario para el desarrollo de las actividades		
Asumo una actitud respetuosa y adecuada para el desarrollo de las clases		
Aprendí nuevos conceptos relacionados sobre la composición química y calidad del aire		
Utilizo el conocimiento en beneficio propio y el bienestar colectivo		

He tomado conciencia sobre la repercusión de mis actos en las problemáticas ambientales		
---	--	--

BIBLIOGRAFÍA.

*Jorba, J y Sanmartí, N (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua. Propuesta didáctica para las áreas de ciencias de la naturaleza y las matemáticas. Barcelona. Ministerio de Educación y Cultura.

*Ortiz & Agrinzony. (2015). Modelo de enseñanza en cambio climático y calidad de aire en escuelas públicas de Puerto Rico. Perspectivas en Asuntos Ambientales.

*Zapata, G. (2018). *Exigen mejor combustible para Medellín*. [online] www.elcolombiano.com. Available at: [tp://www.elcolombiano.com/antioquia/exigen-mejor-combustible-para-medellin-KC6040738](http://www.elcolombiano.com/antioquia/exigen-mejor-combustible-para-medellin-KC6040738)

*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Colombia. (2017). Todo lo que debes saber sobre la calidad del aire. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=FtKg9zJ6oNQ&t=7s>

*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Colombia. (2017). La importancia de mejorar la calidad del aire. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Y-vPuITUTj0>

*La Eduteca. (2014). La eduteca-El aire y la atmósfera. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=OHpxyPURzdU>

*Robert Esquivel. (2013). ¿Qué es el aire?. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=WePPieYzKkI>

*Camilo Prieto (2018). Calidad del Aire en Colombia. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=0C-PQLfc9y4>

*Fernando Forero. (2017). Contaminación del aire. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mQd4cFCZRI0>

*Afpes. (2016). La contaminación del aire Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=aaOiL7CQd74>

*BBC News Mundo (2017). Cómo afecta la contaminación del aire a nuestro cuerpo. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=zvIHBfSBcKk>

*CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, EFECTOS Y CAUSAS. (2017). Enfermedades causadas por la contaminación del aire. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_USsnAPULmM

* Petro, M. (2008). *Guía para la formulación de la unidad didáctica*. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

*Sanmartí, N. (2005). *La unidad didáctica en el paradigma constructivista*. Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona.

*OMS, (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Recuperado: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=60CCF304100A0D8BC504AA1301B9ABF3?sequence=1

*Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2012). Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del aire (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del aire. Colombia 8p

Anexo # 2 consentimiento informado

Consentimiento informado

Las personas que enviamos y firmamos este comunicado somos estudiantes practicantes del programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y educación ambiental de la Universidad de Antioquia; los cuales realizamos la practica pedagógica en la Institución Educativa San José Obrero con el fin de fortalecer un aprendizaje significativo crítico sobre la composición y calidad del aire con los alumnos de grado decimo de la institución, para este proceso contamos con el acompañamiento de profesores de la Facultad de Educación y la docente de química de la I.E San José Obrero.

Dado que en el proceso de práctica pedagógica incluye la realización de una monografía de grado, respetuosamente les solicitamos nos permitan desarrollar este proceso con _____ con T.I _____, realizando ejercicios de observación con diarios de campo, registro fílmico, fotográfico y entrevistas. Con los resultados obtenidos se realizará un análisis que sustentará esta investigación, por lo que la información obtenida es para fines académicos únicamente. Su participación es voluntaria.

Si está de acuerdo con que el estudiante, participe en este ejercicio investigativo agradecemos firmar esta carta como muestra del conocimiento y consentimiento del proceso en curso. Del mismo modo si requiere resolver alguna incógnita con respecto al proceso comunicarse a los números de contacto.

Atentamente:

