

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN KENNEDY: UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL  
ESTUDIO DE LOS GASES

KEVIN DANIEL PARRA SANCHEZ

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
BOGOTA D.C

2025

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN KENNEDY: UNIDAD DIDÁCTICA PARA EL  
ESTUDIO DE LOS GASES

KEVIN DANIEL PARRA SANCHEZ

Trabajo para optar por el título de Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Directora

Dra. Isabel Garzón Barragán

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

BOGOTA D.C

2025

## **DEDICATORIA**

*Educar es lo mismo  
que poner un motor a una barca...  
Hay que medir, pensar, equilibrar...  
y poner todo en marcha.*

*Pero para eso,  
uno tiene que llevar en el alma  
un poco de marino...  
un poco de pirata...  
un poco de poeta...  
y un kilo y medio de paciencia concentrada.*

*Pero es consolador soñar,  
mientras uno trabaja,  
que ese barco, ese niño,  
irá muy lejos por el agua.*

*Soñar que ese navío  
llevará nuestra carga de palabras  
hacia puertos distantes, hacia islas lejanas.*

*Soñar que, cuando un día  
esté durmiendo nuestra propia barca,  
en barcos nuevos seguirá  
nuestra bandera enarbolada.*

**GABRIEL CELAYA**

*Lo dedico a mi madre por su amor incondicional y su apoyo durante toda la carrera.*

*Lo dedico a mi pareja por creer en mí y por acompañarme en todo momento, porque este trabajo es también tuyo.*

*Lo dedico a mi hermana y mis sobrinas, por motivarme inocentemente*

*Lo dedico a cada uno de los integrantes de mis familias que me apoyaron de todas las formas posibles.*

*Lo dedico a la profesora Leidy Marcela Bravo, quien fue mi ejemplo a seguir, sin que ella lo supiera.*

## AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios y a mamita María por permitirme culminar mis estudios con satisfacción, por darme la fortaleza en los momentos que más los necesite.

Agradezco inmensamente a mi madre Janeth Sánchez por tu apoyo, por tu compañía, por creer en mis capacidades, por tus brazos abiertos cuando más los necesite.

Agradezco a mi hermana Carol Parra por tu escucha, tus consejos y tus muestras de cariño.

Agradezco a mis sobrinas Sara y Sofia, quienes en su inocencia me enseñan a amar los pequeños momentos y por ser mi motivación diaria para elegir esta hermosa profesión.

Agradezco a mi padre Wilson Parra por enseñarme sobre la vida.

Agradezco a mi amor, Helen Ortiz, por tus enseñanzas, por tus palabras llenas de amor, esperanza y motivación, agradezco tu presencia en los mejores momentos de mi vida, agradezco por nuestros recorridos por este hermoso país, agradezco los días y noches a tu lado.

Agradezco a cada compañero que me acompañó en este recorrido, entre risas, luchas y encuentros, mis compañeros: Emerson, Miguel, Brandon, Juan David, Julieth, Iván Varela, gracias por sus enseñanzas y momentos que llevo siempre conmigo.

Agradezco a mis amigos del barrio: Jhon, Miguel, Juan, David, Brandon, Norberto, maycol, Sebas, Beto, Chucho, Henry, Johan, con los que me siento bien y contento por las tantas anécdotas.

Agradezco a Miguel Umaña, por su sabiduría, sus charlas profundas de la vida, su apoyo incondicional, los viajes realizados, lo admiro.

A mis primos-hermanos: Paula, Joel, Felipe, Miguel, Brayan, Juancho, Daniela, Karen, Sofia, Daniel, Johan, Sebas, Tatis, Alan, Roland, Patrick, Jeremy, Heinert.

Agradezco a la profesora Isabel Garzón por sus orientaciones en la dirección de este trabajo, pero, además, por demostrarme que se puede cambiar el mundo desde la educación, por sus palabras siempre sabias y sus consejos llenos de experiencia, inmensamente agradecido.

Agradezco a la profesora Yeimy Moreno, por ser una persona fundamental para la construcción de este trabajo, agradezco cada día que me aconsejo y me apoyo en momentos difíciles, agradezco el apoyo tanto académico como personal que nunca olvidare, eres una maestra sumamente comprometida con la educación, una mujer ejemplar.

Agradezco a los profesores, Leonardo Fabio Martínez, Diana Moreno, Yira Diaz, Norma Constanza, Jaime Palacios, Rigoberto González, Wilson López, Irma Bernal, Jeritza Merchán, Fabio Cajamarca, Diana Carrión.

Agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional por darme la oportunidad de formarme como educador, por la amplia visión de la vida y la educación, por brindarme lo necesario para poder mantenerme cursando la carrera.

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>2</b>	<b>CONTEXTUALIZACIÓN</b> .....	9
2.1	<b>CONTEXTO DEMOGRÁFICO</b> .....	9
2.2	<b>INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS</b> .....	11
2.3	<b>CLIMA Y CULTURA ESCOLAR</b> .....	12
2.4	<b>POLÍTICAS Y NORMATIVAS</b> .....	13
2.5	<b>PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE</b> .....	16
2.6	<b>PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD</b> .....	17
<b>3</b>	<b>PROBLEMÁTICA</b> .....	19
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	21
4.1	<b>Objetivo General</b> .....	21
4.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	21
<b>5</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	22
<b>6</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	24
6.1	<b>ANTECEDENTES</b> .....	24
6.2	<b>BASES TEÓRICAS</b> .....	32
6.2.1	<b>Ciencia, sociedad y ambiente</b> .....	32
6.2.2	<b>Los estudiantes como sujetos epistémicos</b> .....	35
6.2.3	<b>La educación en ciencias y su enseñanza</b> .....	37
6.2.4	<b>Hacia un nuevo paradigma</b> .....	38
<b>7</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	39
7.1	<b>Población</b> .....	40
7.2	<b>Diseño de la investigación</b> .....	41
<b>8</b>	<b>UNIDAD DIDÁCTICA</b> .....	43
8.1	<b>OBJETIVO DE ENSEÑANZA</b> .....	43
8.2	<b>CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA</b> .....	43
8.2.1	<b>Desarrollo del contenido declarativo/conceptual</b> .....	43
8.2.2	<b>Desarrollo de los contenidos procedimentales</b> .....	45
8.2.3	<b>Desarrollo de los contenidos actitudinales</b> .....	47
8.3	<b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b> .....	48
8.3.1	<b>Cuestionario inicial</b> .....	49
8.3.2	<b>Secuencia de actividades 1: La Atmosfera</b> .....	49
8.3.3	<b>Secuencia de actividades 2: Introducción al comportamiento de los gases</b> .....	57

8.3.4	Secuencia de actividades 3: Contaminación atmosférica.....	65
8.3.5	Secuencia de actividades 4: Impacto ambiental y en la salud .....	72
8.3.6	Secuencia de actividades 5: Acciones y soluciones.....	75
8.3.7	Evaluación final .....	79
<b>9</b>	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DIDACTICA.....</b>	<b>80</b>
9.1	RESULTADOS FASE 1: DIAGNOSTICO .....	81
9.1.1	IMPLEMENTACIÓN DEL CUESTIONARIO INICIAL.....	81
9.1.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS AL CUESTIONARIO INICIAL.....	82
9.2	RESULTADOS FASE 2: IMPLEMENTACIÓN.....	87
9.2.1	IMPLEMENTACIÓN DE LAS SECUENCIAS DE ACTIVIDADES .....	88
9.2.2	ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SECUENCIAS DIDACTICAS .....	89
9.3	RESULTADOS FASE 3: EVALUACIÓN FINAL.....	96
9.3.1	IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN FINAL .....	96
9.3.2	RESULTADOS Y ANALISIS DE LA EVALUACIÓN FINAL .....	97
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>105</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
<b>Tabla 1.</b> Antecedentes.....	30
<b>Tabla 2.</b> Secuencia de actividades 1: la atmosfera (contenido declarativo/conceptual) .....	43
<b>Tabla 3.</b> Secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases (contenido declarativo/conceptual) .....	44
<b>Tabla 4.</b> Secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica (contenido declarativo/conceptual) .....	44
<b>Tabla 5.</b> Secuencia de actividades 4: Impacto ambiental y en la salud (contenido declarativo/conceptual) .....	45
<b>Tabla 6.</b> Secuencia de actividades 1: la atmosfera (contenido procedimental) .....	45
<b>Tabla 7.</b> Secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases (contenido procedimental).....	45
<b>Tabla 8.</b> Secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica (contenido procedimental) .....	46
<b>Tabla 9.</b> Secuencia de actividades 4: impacto ambiental y en la salud (contenido procedimental). 46	46

<b>Tabla 10.</b> Secuencia de actividades 1: la atmosfera (contenido actitudinal).....	47
<b>Tabla 11.</b> Secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases (contenido actitudinal) .....	47
<b>Tabla 12.</b> Secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica (contenido actitudinal).....	48
<b>Tabla 13.</b> Secuencia de actividades 4: impacto ambiental y en la salud (contenido actitudinal) ....	48
<b>Tabla 14.</b> Análisis de la secuencia de actividades 1 .....	89
<b>Tabla 15.</b> Análisis de la secuencia de actividades 2 .....	91
<b>Tabla 16.</b> Análisis de la secuencia de actividades 3 .....	93
<b>Tabla 17.</b> Análisis de la secuencia de actividades 4 .....	95

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pag.</b>
<b>Ilustración 1.</b> Ubicación geográfica colegio SaludCoop Sur I.E.D. ....	10
<b>Ilustración 2</b> Zonas aledañas a la institución educativa SaludCoop Sur IED.....	11
<b>Ilustración 3.</b> Variación porcentual de la atmósfera con relación a la altura.....	50
<b>Ilustración 4.</b> Capas de la atmosfera y algunas de sus características.....	53
<b>Ilustración 5.</b> Ciclo de gases contaminantes.....	69
<b>Ilustración 6.</b> Escala de colores y niveles de calidad del aire .....	70
<b>Ilustración 7.</b> Monitoreo de calidad del aire en tiempo real .....	71
<b>Ilustración 8.</b> Estadística de contaminación por MP 2.5 en la ciudad de Bogotá. D.C. ....	80

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>Pag.</b>
<b>Gráfico 1.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 1 del cuestionario inicial .....	82
<b>Gráfico 2.</b> <i>Escalera de aprendizaje pregunta 2 del cuestionario inicial</i> .....	84
<b>Gráfico 3.</b> <i>Escalera de aprendizaje pregunta 3 del cuestionario inicial</i> .....	84
<b>Gráfico 4.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 4 del cuestionario inicial .....	85
<b>Gráfico 5.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 5 del cuestionario inicial .....	87
<b>Gráfico 6.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 1 de la evaluación final .....	97
<b>Gráfico 7.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 2 de la evaluación final .....	98
<b>Gráfico 8.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 3 de la evaluación final .....	99
<b>Gráfico 9.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 4 de la evaluación final .....	101
<b>Gráfico 10.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 5 de la evaluación final .....	102
<b>Gráfico 11.</b> Escalera de aprendizaje pregunta 6 de la evaluación final .....	103

# 1 INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es una problemática ambiental y de salud pública a nivel global desde hace muchos años, la cual se ha negado por sectores de la sociedad que contribuyen de gran manera a la emisión de gases contaminantes en zonas densamente pobladas, para el año 2021 esta problemática fue responsable de 8.1 millones de muertes en todo el mundo, considerando que otros tantos millones de personas, viven con enfermedades crónicas debilitantes (Organización de las Naciones Unidas, 2024), los niños menores de cinco años son los más afectados, con una asombrosa cifra de muertes de 700.000 en el año 2021, para las cuales 500.000 están relacionados con la contaminación del aire en los hogares (Organización de las Naciones Unidas, 2024) sin embargo, algunos sectores industriales, de transporte, de agricultura, de expansión urbana, entre otros, continúan con la emisión de gases que incrementan la contaminación atmosférica en las poblaciones.

En Colombia, específicamente en Bogotá, han surgido investigaciones donde evidencian que los habitantes de la localidad de Kennedy, debido a la exposición prolongada a material particulado de 2,5 micras (MP2,5) –partículas tóxicas emitidas por gases de vehículos, fábricas o construcciones– y muertes prematuras, tengan mayor riesgo de muerte por contaminación ambiental (Universidad Nacional de Colombia, 2024) esto sumado a algunas características demográficas de la localidad como lo son el incremento de habitantes, las vías sin pavimentar y un terreno plano que dificultan la dispersión de las partículas contaminantes como el hollín o el polvo (Universidad Nacional de Colombia, 2024) lo cual ha hecho que esta localidad se considere como una de las más contaminadas de la ciudad.

En este contexto que afecta a la comunidad del colegio SaludCoop Sur I.E.D y a los habitantes de esta localidad, surge la necesidad de abordar esta problemática desde la

educación ambiental y las ciencias naturales, esto con relación al contexto socio-urbano que lo caracteriza; es por esto que la siguiente investigación busca fortalecer conocimientos científicos básicos y desarrollar actitudes críticas en relación a las actividades humanas y a las dinámicas sociales, económicas y culturales que afectan a nuestra relación con el ambiente y la naturaleza.

Esta investigación se realizó durante el primer semestre del año 2025, en el colegio SaludCoop Sur I.E.D, con el curso 1101 de la jornada mañana; cuya población es de 39 estudiantes con edades entre los quince y los diecinueve años, el enfoque empleado fue cualitativo; la investigación está diseñada de la siguiente manera: contextualización, problemática, objetivos, justificación, marco teórico, marco metodológico, unidad didáctica, resultados y análisis de la implementación de la unidad didáctica y conclusiones.

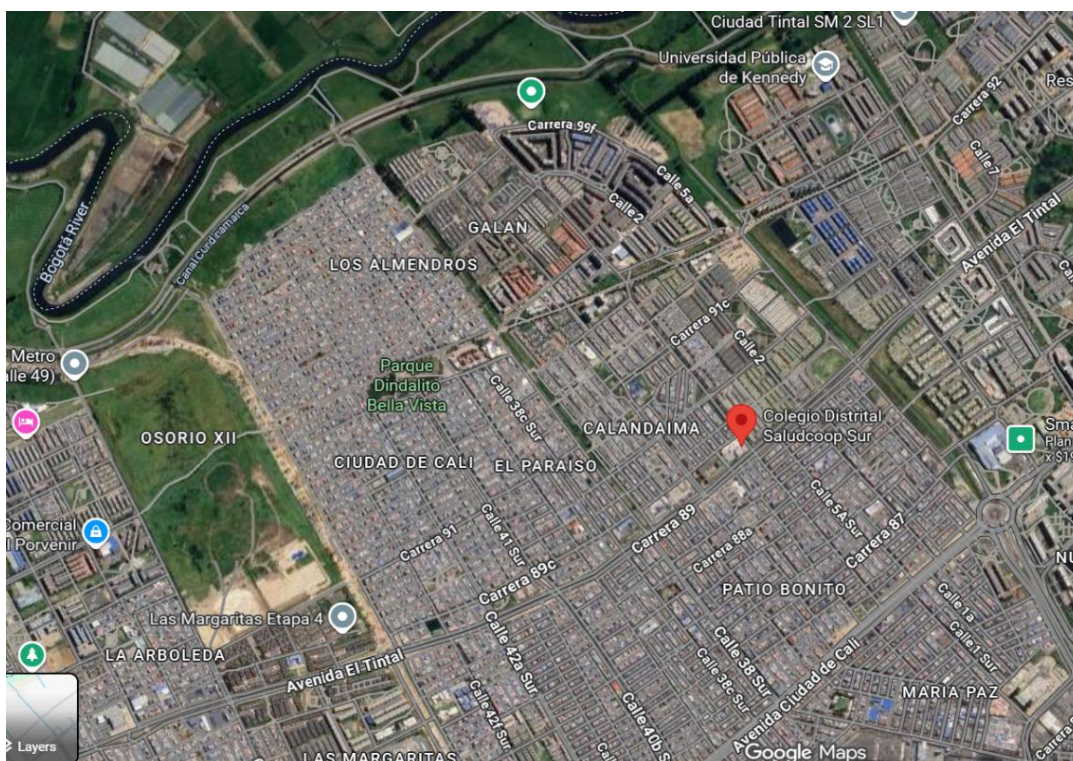
Se implementó una unidad didáctica que consta de cinco secuencias de actividades que fueron orientadas según las necesidades identificadas en los estudiantes una vez implementado el cuestionario inicial de ideas previas.

## **2 CONTEXTUALIZACIÓN**

### **2.1 CONTEXTO DEMOGRÁFICO**

La institución educativa SaludCoop sur se encuentra ubicada en Kennedy, localidad octava de Bogotá, específicamente, en el barrio Unir Uno, su dirección es carrera 89 # 26-03 sur en la UPZ Calandaima; dicha UPZ se encuentra en el occidente de la localidad, limita al occidente con el Rio Bogotá y el Canal de Cundinamarca, al oriente con la Avenida Tintal o Carrera 89, al sur con el límite del perímetro del suelo urbano y la calle 38 sur y al norte con el Canal Américas y la calle 6; como se puede ver en la ilustración 1.

**Ilustración 1.** Ubicación geográfica colegio SaludCoop Sur I.E.D.



*Nota:* el marcador muestra la ubicación de la institución en la localidad de Kennedy. Adaptado de *Google Maps* (<https://acortar.link/YymMHO>) [Mapa de la localidad de Kennedy]

El Colegio SaludCoop Sur Institución Educativa Distrital (IED), es una institución de carácter oficial (público) con población mixta, su tipo de educación es formal y sus niveles de enseñanza son: Preescolar (Jardín y Transición), básica primaria (1° a 5°), básica secundaria (6° a 9°) y media académica (10° a 11°), cuenta con dos jornadas, mañana y tarde. El colegio atiende población proveniente de los barrios incluidos en las UPZ: Calandaima, Tintala, Osorio III, Galán, El Jazmín, Patio Bonito I, II, III, Dindalito y María Paz; los estudiantes provenientes de estos barrios son de estrato 1 y 2. La zona cuenta con gran valor comercial, con presencia de viviendas tanto de conjuntos residenciales como de casa comunes de 2 y 3 pisos, las vías de acceso a la institución educativa se da por la Avenida el Tintal o la Calle 26 sur, facilitando el traslado desde diversos puntos de la ciudad de Bogotá,

esta ubicación es fundamental para que la comunidad evidencie las actividades académicas como izadas de bandera o conmemoraciones de fechas importantes que se presentan allí.

Los alrededores de la institución son zonas urbanas, con baja presencia de árboles y zonas verdes, su ubicación hace que tenga proximidad a una vía con alto flujo vehicular como lo es la Avenida Tintal, por otro lado, se observa un problema con la mala disposición de residuos sólidos, al contar con muy pocos contenedores de basura cercanos, esto hace que los papeles y demás residuos se vean en gran cantidad como lo muestra la ilustración 2; en la zona también se observan talleres de mecánica, autolavados, panaderías, restaurantes, tiendas de repuestos para motos y carros, entre otros, lo que demuestra que el sector es una zona comercial y de gran afluencia de personas.

**Ilustración 2** Zonas aledañas a la institución educativa SaludCoop Sur IED



Nota: uso inadecuado de los contenedores de residuos al respaldo de la institución. Adaptado de *Google Maps* (<https://acortar.link/jLKEH3>)

## 2.2 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS

La Institución Educativa Distrital SaludCoop Sur tiene dos entradas, una principal sobre la calle 26 sur donde ingresan los estudiantes de bachillerato, y la otra entrada es principalmente para primaria donde hay un pequeño parque para niños, dentro de la IED; esta entrada queda

al respaldo del colegio en una calle sin pavimentar. El edificio del colegio tiene tres pisos, conectados con escaleras y rampas, también hay un restaurante que prepara desayuno y almuerzo para estudiantes, según la jornada escolar. Tiene aproximadamente 34 salones los cuales cuentan con televisores, algunos en funcionamiento y otros no; tiene dos laboratorios uno que comparten las materias de Química y Física y otro de Biología, cuenta con una biblioteca llamada Fernando Soto Aparicio, la cual es bien concurrida por los estudiantes, y donde se hacen diferentes actividades relacionadas a la motivación a la lectura; cuenta con dos salas de informática, tiene un espacio verde para la huerta liderada por la profesora de Biología, el cual fue reducido para construir la avenida Guayacanes , cuenta con amplios pasillos para el ingreso a los diferentes espacios del colegio, cuenta con tienda escolar, oficinas administrativas como coordinación, rectoría, entre otras, los baños en los diferentes pisos, y salas de profesores, para primaria y bachillerato.

### **2.3 CLIMA Y CULTURA ESCOLAR**

La comunidad educativa del colegio se caracteriza por ser una comunidad organizada y respetuosa, si bien el contexto del barrio donde se ubica la institución se considera riesgoso por sus proximidades con niveles de delincuencia altos, en la escuela el ambiente es más pacífico; reconozco que hay dificultades con el acoso escolar de algunos estudiantes a otros, pero estos casos se tratan de manera individual con los involucrados; por su parte los maestros, utilizan diferentes estrategias para poder solucionar esos casos, haciendo que los estudiantes que hicieron estos actos expongan o demuestren que lo que están haciendo está mal y que tomen responsabilidad y asuman las consecuencias de sus actos. Los profesores se reúnen y se organizan para formar a los estudiantes desde lo académico y desde los valores, fomentan el cuidado de las instalaciones, promueven el cuidado del ambiente, los educan en

valores como el respeto, la responsabilidad, el cumplimiento, entre otros. Se hace evidente una buena relación entre profesores y estudiantes, no se presentan casos de irrespeto, y los estudiantes acuden a los profesores en caso de contar con cualquier dificultad de su vida personal. Algo muy importante a resaltar es el respeto que tienen los estudiantes de la institución con las personas que presentan capacidades diversas en el colegio, esta inclusión es evidente, se evidencia colaboración, apoyo, acompañamiento, por parte de los docentes, estudiantes, administrativos, con dichos estudiantes.

Participé en reuniones organizadas por la SED, para hablar del consumo de sustancias psicoactivas, en las cuales los estudiantes demostraban gran interés y participación en el tema. Se hacen diferentes eventos no solo para el bienestar de la comunidad educativa sino para conmemorar días importantes, como el día de la tierra, el día del agua, entre otros. La disposición de los estudiantes para participar en las actividades es muy dinámica, se ve que la disfrutan.

Por último, la implementación del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) es organizada por los maestros de ciencias naturales, quienes hacen que todas las actividades se lleven a cabo con la participación de los estudiantes.

## **2.4 POLÍTICAS Y NORMATIVAS**

La Institución Educativa Distrital SaludCoop Sur ofrece una educación formal, según Ministerio de Educación Nacional (MEN) se define como “Aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas, y conducente a grados y títulos” (Ministerio de Educación Nacional, 1994). Esta ley define como se debe establecer la educación formal en un colegio y en este caso en la institución educativa mencionada.

El artículo 73 del Título IV del Capítulo 1 de la Ley General de Educación nos dice que:

Cada establecimiento educativo deberá elaborar y poner en práctica un Proyecto Educativo Institucional en el que se especifiquen entre otros aspectos, los principios y fines del establecimiento, los recursos docentes y didácticos disponibles y necesarios, la estrategia pedagógica, el reglamento para docentes y estudiantes y el sistema de gestión, todo ello encaminado a cumplir con las disposiciones de la presente ley y sus reglamentos (Ministerio de Educación Nacional, 1994)

De esta manera la institución educativa, establece su Proyecto Educativo Institucional (PEI) titulado: Formación en Ciencia y Tecnología con Humanismo, que como concepción orientadora, promueve una educación integral del estudiante, en su desarrollo personal, natural y social, así mismo, fortalecer en la educación de los procesos intelectuales, comunicativos y afectivos; su gran propósito es: formar en valores, desarrollar el conocimiento, prepararlos para la participación y forjar un proyecto de vida.

La institución educativa concibe la concepción humanista de la siguiente manera:

Los y las estudiantes: son seres individuales, únicos y diferentes de los demás, y al finalizar la experiencia académica, se debe tener la firme convicción de que dicha singularidad será respetada y aun potenciada; además debe tener iniciativa, con deseos de superación capaces de autodeterminación y con la potencialidad de desarrollar actividades y solucionar problemas creativamente. (Colegio SaludCoop Sur I.E.D, 2022)

Entendiendo esto, se establece un eje de formación titulado PROYECTO DE VIDA, el cual busca la proyección personal y colectiva de los estudiantes conforme a sus intereses y

capacidades, que se activan mediante las oportunidades, vivencias y ambientes que la institución proporciona, de esta manera la comunidad académica utiliza estrategias que dinamicen sus acciones en torno al estudiante.

Por otra parte, en el decreto 1743 de 1994 del MEN, se instituye el proyecto de educación ambiental para todos los niveles de formación, decreta en el capítulo 1 del proyecto ambiental escolar, que:

Todos los establecimientos de educación formal del país, tanto oficiales como privados, en sus distintos niveles de preescolar, básica y media, incluirán dentro de sus proyectos educativos institucionales, proyectos ambientales, escolares, en el marco de diagnósticos ambientales, locales, regionales y/o nacionales, con miras a coadyuvar a la resolución de problemas ambientales específicos. (Ministerio de Educación Nacional, 1994)

En este sentido, la institución cuenta con un Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) titulado: PROYECTO AMBIENTAL ESCOLAR-PRAE EN EL COLEGIO SALUDCOOP SUR, liderado por los docentes de área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, el cual está diseñado así: Localización de la institución, reseña histórica del barrio, antecedentes ambientales locales, antecedentes del proyecto SaludCoop Sur I.E.D, justificación, planteamiento del problema, objetivos, marco referencial, marco legal, marco teórico, marco metodológico, tipos de investigación y la metodología; este proyecto está enfocado por las jornadas que ofrece el colegio, para la jornada mañana y tarde las líneas de acción son: consumo responsable, residuos sólidos, biodiversidad, agua – sistema hídrico y adaptación y mitigación al cambio climático; cada jornada implementa diferentes tipos de actividades y estrategias para abordar las líneas de acción mencionadas.

Este proyecto desde su metodología busca el análisis y la comprensión de las problemáticas ambientales y sus potencialidades en los estudiantes de la institución educativa, también busca fomentar la idea de desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la importancia de los recursos naturales como la biodiversidad presente en nuestra ciudad y el recurso hídrico cercano al colegio; de acuerdo con lo anterior:

El proyecto pretende orientar acciones tendientes a la apropiación de los temas ambientales por parte de los estudiantes en los ámbitos escolares, familiares y ciudadanía, en el manejo de residuos sólidos, cambio climático, agua, biodiversidad y consumo responsable, para comunicar desde la experiencia argumentativa el nivel de compromiso y de responsabilidad social adquirido hacia su entorno inmediato (Colegio SaludCoop Sur I.E.D., 2023)

Estos enfoques son muy pertinentes para trabajarlos en la institución, ya que abordan cada una de las problemáticas presentes en su contexto, además de la integración de la comunidad académica, buscan llegar a las familias y a la comunidad aledaña a la institución con estrategias educativas que promuevan la participación de todos.

## **2.5 PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

El Colegio SaludCoop Sur I.E.D como concepción orientadora establece la Humanista, la cual la institución la concibe así, los y las estudiantes, como seres individuales, con diferencias entre unos y otros y como seres únicos, en segundo lugar promueve el aprendizaje significativo el cual es comprender, aplicar , analizar, sintetizar y valorar la información esto interactuando con el entorno, en tercer lugar fomentan el desarrollo humano, el cual se interesa por aspectos básicos del desarrollo de cada individuo, como lo serian lo emocional,

social, físico, de autonomía, lógico, simbólico y de creatividad, impulsando este aspecto en la otredad y con el entorno (Colegio SaludCoop Sur I.E.D, 2022).

Mencionan también un eje de formación titulado proyecto de vida con proyección individual y social de las y los estudiantes, de acuerdo con sus intereses y potencialidades.

Su modelo pedagógico, social y cognitivo promueve un aprendizaje integral (significativo, cooperativo y humanista) mediante proyectos en ciencia y tecnología, articulando el currículo con la visión institucional. Busca integrar escuela y comunidad para fortalecer lo colectivo, cognitivo y emocional, impulsando competencias que transformen el entorno a través de propuestas pedagógicas contextualizadas.

Además, el modelo pedagógico institucional propende por el aprendizaje significativo, cooperativo, conceptual y humanista, a través del desarrollo de proyectos con énfasis en ciencia y tecnología. Este permitirá orientar el diseño, la gestión, la evaluación y el mejoramiento continuo del currículo, facilitando el logro de la visión y la misión institucional. (Colegio SaludCoop Sur I.E.D, 2022); el modelo de enseñanza que plantea la institución tiene en cuenta la relación entre la escuela y el contexto sociocultural, para asegurar una mejor convivencia, el conocimiento y el desarrollo emocional dentro de la sociedad, a partir de proyectos y propuestas pedagógicas con el objetivo de apropiarse y generar conocimiento, lo cual permite el desarrollo de habilidades con el fin de transformar su vida.

## **2.6 PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD**

La institución educativa cuenta con un convenio con otra institución como lo es el centro de formación CREA que se encarga de formar a los estudiantes en el campo de las Artes, a través de la línea: Arte en la escuela, que fomenta la práctica libre de espacios culturales en los

estudiantes y que posteriormente se realizan en izadas de bandera con muestras culturales, ya sea tocando instrumento o realizando bailes tradicionales del país, por otra parte, los padres de familia participan en reuniones de entrega de boletines o citaciones a las que se solicita su presencia, además de esto el manual de convivencia establece que debe haber un consejo de padres de familia que tiene como objetivo “asegurar la continua participación de los padres y acudientes en el proceso pedagógico del establecimiento educativo; tendrá dos representantes en el Consejo Directivo” (Colegio SaludCoop Sur I.E.D., 2022), la participación por parte de los padres es fundamental para la toma de decisiones con respecto a las mejoras de la institución.

Durante mi practica pedagógica en la institución, la Secretaria de Educación del Distrito (SED) y la Secretaria de Salud realizaron talleres para promover un bienestar en la comunidad estudiantil, algunas de las actividades fueron talleres sobre el cuidado de los espacios del colegio, también, talleres relacionados a la prevención del consumo de sustancias psicoactivas. La Universidad Pedagógica Nacional (UPN) con presencia en la localidad de Kennedy en la Universidad Pública de Kennedy (UPK) busca vincularse con los colegios públicos y privados presentes en dicha zona; los estudiantes universitarios realizan en el colegio sus prácticas pedagógicas o implementaciones de trabajo de grado, con el fin de integrar sus investigaciones a la comunidad, de esta manera se relacionan la universidad, el colegio y la comunidad a través de actividades académicas desde un contexto que tienen en común, estas posibilidades fortalecen los conocimientos y saberes de los estudiantes del colegio, pero también se abren puertas de oportunidad para los practicantes de la universidad, quien desde su conocimiento, van implementando varias metodologías y estrategias

pedagógicas que aporten a soluciones posibles en la comunidad y brinden oportunidades para fortalecer sus conocimientos.

### **3 PROBLEMÁTICA**

En la actualidad hay diferentes problemáticas relacionadas con la salud y el ambiente en la localidad de Kennedy, una de estas es la contaminación atmosférica, que consiste en la presencia “en el aire de pequeñas partículas o productos secundarios gaseosos que pueden implicar riesgo, daño o molestia para las personas, plantas y animales que se encuentran expuestas a dicho ambiente” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015); esto se da mediante la “acumulación o concentración de contaminantes -entendidos estos como fenómenos físicos, sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso-, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que solos, en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). Esto ha llevado a que se analicen sus consecuencias a nivel global, nacional y como en el caso de estudio, a nivel local, generando efectos perjudiciales para el ambiente, como para la salud de los seres vivos; esto se da mediante la emisión y reacción de sustancias químicas en la atmósfera, las cuales son provocadas por quema de combustibles fósiles y biomasa, en actividades industriales, medios de transporte, incendios forestales y en los hogares; lo cual genera consecuencias a nivel ambiental, como el cambio climático, la acidificación de los océanos, la degradación de los ecosistemas, la eutrofización y el deterioro del suelo; la exposición a los contaminantes tanto a corto como a largo plazo genera en los seres humanos enfermedades respiratorias, problemas cardiovasculares, cáncer de pulmón, impactos en la salud infantil y efectos neurológicos.

A nivel global “La contaminación atmosférica está teniendo un impacto cada vez mayor en la salud humana, convirtiéndose en el segundo factor de riesgo de muerte a nivel mundial” (Organización de las Naciones Unidas, 2024), sobrepasando las muertes ocasionadas por el tabaco y la mala alimentación. En un informe presentado por el Instituto de Efectos Sobre la Salud, una institución independiente, concluyó que la contaminación atmosférica fue responsable de 8.1 millones de muertes en el mundo durante el año 2021, considerando que en años anteriores se estimaban siete millones de muertes anuales ocasionadas por esta problemática. Además, este informe revela que los niños menores de cinco años son especialmente vulnerables; también tiene efectos sobre la salud de las mujeres, como el nacimiento prematuro de sus hijos, el bajo peso al nacer, el asma y las enfermedades pulmonares (Organización de las Naciones Unidas, 2024), por esto es importante prestarle mucha atención a esta problemática, ya que cada vez toma más fuerza a nivel mundial, por sus graves consecuencias en contra de la vida en el Planeta Tierra.

En Colombia, la contaminación atmosférica es uno de los problemas sociales de mayor preocupación, debido a la afectación a la salud y el ambiente; además, “un estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación –DNP, para 2015 la mala calidad del aire generó alrededor de 8.052 muertes en el país, con costos asociados de aproximadamente 12,2 billones de pesos, cifra que equivale al 1,5% del PIB de ese año” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), lo que permite comprender que la exposición a estos contaminantes también afecta a la economía del país, siendo una problemática que incide en diferentes sectores en la sociedad. Por otra parte, en Colombia algunas de las zonas con mayor afectación por contaminación atmosférica son: el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, las localidades de Puente Aranda y Kennedy y el sector de Carvajal en Bogotá, el

municipio de Ráquira en Boyacá y la zona industrial de ACOPI en el municipio de Yumbo en el Valle del Cauca, (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], s.f.); con respecto a lo anterior, la localidad de Kennedy, y de acuerdo con Barret “Las actividades domésticas, económicas e industriales que se presentan en la localidad de Kennedy han generado una disposición de desechos físicos, químicos y biológicos que se depositan en el aire, el agua y el suelo, lo que, a la vez desencadena una contaminación ambiental a causa de la transformación y el deterioro del medio ambiente” (Gil, 2020) lo que permite comprender que existen unas dinámicas sociales, económicas y ambientales en la localidad, que derivan en afectaciones al ambiente y principalmente a la salud humana de sus habitantes.

De acuerdo con lo planteado, cabe preguntar ¿Cómo fortalecer en estudiantes de grado 11 de la I.E.D. SaludCoop Sur, la comprensión conceptual y la conciencia crítica sobre los efectos ambientales y en la salud generados por la contaminación atmosférica?

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Fortalecer en estudiantes de grado 11 de la I.E.D. SaludCoop Sur, la comprensión conceptual y la conciencia crítica mediante el diseño e implementación de una unidad didáctica acerca de los efectos ambientales y en la salud generados por la contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy.

### **4.2 Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos se desarrollan a través del diseño e implementación de una unidad didáctica que permita:

- Diseñar e implementar la unidad didáctica de contaminación atmosférica, para fortalecer la comprensión conceptual y la conciencia crítica en estudiantes de grado 11 de la I.E.D. SaludCoop Sur de la localidad de Kennedy.
- Caracterizar los niveles de comprensión conceptual de los estudiantes del grado 11 de la I.E.D SaludCoop Sur, acerca de cómo los principios del comportamiento de los gases explican la contaminación atmosférica, sus fuentes y posibles efectos en la salud y en el ambiente de la localidad de Kennedy.
- Promover el desarrollo de la conciencia crítica en los estudiantes del grado 11 de la I.E.D. SaludCoop Sur mediante el análisis de caso y datos reales del impacto de la contaminación en la salud respiratoria y cardiovascular del contexto local, al fomentar la argumentación de diferentes posturas frente a la problemática.

## **5 JUSTIFICACIÓN**

Bogotá es una de las ciudades más grandes de América Latina, la cual cuenta con una población estimada de 11'658.211 personas (World Population Review, 2024), situada alrededor de los 2.600 msnm, rodeada de montañas, lo cual hace que la circulación del aire sea limitada, atrapando gases contaminantes en la atmosfera. La localidad de Kennedy es una de las zonas más pobladas y dinámicas de la ciudad, debido al alto tráfico vehicular, ya que allí se encuentran diferentes vías principales de la ciudad como lo son la Av. Boyacá, Av. Primera de Mayo, Av. Ciudad de Cali, entre otras; además, cuenta con zonas industriales como fábricas, talleres, parques industriales que contribuyen a la emisión de partículas contaminantes y gases tóxicos hacia la atmosfera; también esta localidad enfrenta una urbanización acelerada, la cual genera partículas contaminantes adicionales a la atmosfera; por último, presenta una alta incidencia de enfermedades respiratorias en sus habitantes,

especialmente en niños y personas mayores debido a la exposición prolongada a altos niveles de contaminación.

La importancia del abordaje del comportamiento de los gases con estudiantes de grado once, en un primer aspecto cumple con uno de los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para el área de Ciencias Naturales, el cual dice “Analiza cuestiones ambientales, como el calentamiento global, contaminación, tala de bosque y minería, desde una visión sistémica (económico, social, ambiental y cultural)” (Ministerio de Educación Nacional, 2022) y como evidencia de aprendizaje “Explica el fenómeno del calentamiento global, identificando sus causas y proponiendo acciones locales y globales para controlarlo” (Ministerio de Educación Nacional, 2022); considerando que es un tema de gran importancia y pertinencia para los estudiantes, ya que les permite potenciar sus habilidades científicas y promover un análisis crítico desde una problemática real y en contexto, donde se evidencia una alta presencia de contaminación atmosférica y que así los estudiantes puedan tomar medidas preventivas o correctivas, para que ni su salud ni la de sus familiares se vea afectada por esta problemática. Como segundo aspecto, la necesidad de formar ciudadanos con una conciencia ambiental, que se cuestionen sobre las consecuencias que traen algunas actividades humanas y que van en contra de un equilibrio ecológico, para fomentar una ciudadanía más responsable y con más capacidad de análisis en asuntos de interés público como lo es la calidad del aire.

La enseñanza del comportamiento de los gases es fundamental para la explicación de la contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy, porque permite a los estudiantes comprender los principios científicos detrás de las problemáticas ambientales y de salud, relacionadas con el aire que se encuentra contaminado; así mismo, tener en cuenta que muchos de los contaminantes atmosféricos son gases que interactúan con el clima y el

ambiente; se puede estudiar su transporte y dispersión en la atmósfera y el impacto de la presión y la temperatura en la calidad del aire; esto promueve un análisis interdisciplinar para los estudiantes, a partir de problemáticas de carácter local.

El colegio SaludCoop Sur I.E.D. se encuentra ubicado en la localidad de Kennedy, lugar donde se realiza la investigación; con este trabajo, se pretende educar a los estudiantes sobre lo que sucede en su territorio y donde conviven con sus familiares y amigos, con el fin de concientizar sobre la calidad del aire, las fuentes de contaminación, la salud humana, la presencia de focos contaminantes, el bienestar de la población, las consecuencias ambientales, pérdida de ecosistemas, respeto y dignidad humana. Siendo una de las localidades de la ciudad de Bogotá más pobladas, donde su población se ve mayormente afectada por la contaminación.

## **6 MARCO TEÓRICO**

### **6.1 ANTECEDENTES**

Para la recopilación de los antecedentes relacionados con esta investigación, se utilizaron el buscador de Google Académico y los repositorios institucionales de la Universidad Nacional de Colombia y de la Universidad Pedagógica Nacional, las cuales proporcionan fuentes actualizadas y confiables; Se consultaron 4 artículos de revista, 4 trabajos de maestría y 4 trabajos de pregrado. Mas adelante se presenta una tabla con aspectos básicos de los antecedentes relacionados a continuación:

- (Leon, 2022), en su trabajo de maestría titulado: *estrategia participativa utilizando las TIC para la enseñanza-aprendizaje de la contaminación atmosférica con estudiantes y profesores de quinto de primaria de la I.E. Julio Cesar Turbay Ayala*, tiene por objetivo diseñar una estrategia de enseñanza-aprendizaje sobre el concepto de Contaminación

Atmosférica, empujando recursos TIC y promoviendo la participación de profesores y estudiantes de quinto de primaria de la I.E. Julio Cesar Turbay; este trabajo aporta a esta investigación, información clara sobre los conceptos de ambiente, contaminación ambiental y contaminación atmosférica, desde diferentes visiones y perspectivas; también cuenta cómo estos términos han surgido en la historia y qué modificaciones han tenido. Además, desde el componente pedagógico, su autor presenta algunos aspectos básicos para el diseño de unidades didácticas que se pueden implementar dentro y fuera del aula.

- (Sánchez, 2022) en su trabajo titulado: *Análisis del impacto de las políticas ambientales de la ciudad de Bogotá en los niveles de contaminación del aire en la localidad de Kennedy 2010-2021*, tiene por objetivo, evaluar la efectividad que han tenido las políticas ambientales, que se han emitido entre los años 2010-2021, orientadas a mitigar la contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy, en la ciudad de Bogotá. Este trabajo proporciona algunas de las políticas más relevantes surgidas desde 1982, relacionadas con la contaminación atmosférica; lo cual brinda un panorama normativo desde lo nacional, como lo local, específicamente orientado a la localidad de Kennedy.
- (Gil, 2020) en su trabajo titulado: *Contaminación del aire y enfermedades respiratorias, un estudio en la localidad de Kennedy*, el cual tiene por objetivo: identificar las asociaciones entre la contaminación atmosférica, específicamente por material particulado y gases contaminantes, y su impacto en la incidencia de enfermedades respiratorias agudas. Este trabajo permite identificar, caracterizar y analizar las dinámicas demográficas de la localidad de Kennedy y su relación con la contaminación del aire; además presenta un análisis histórico de la contaminación del aire de esta localidad, entre los años 2010-2018.

- (Alonso, Martínez, & Ospitia, 2022) en su trabajo titulado: *Tipos de contaminantes en el interior de las viviendas y su afectación en la salud de los habitantes del barrio Timiza de la localidad de Kennedy*, como objetivo principal proponen identificar los tipos de contaminantes atmosféricos generados dentro de las viviendas y su impacto en la salud de los residentes del barrio Timiza, en la localidad de Kennedy. Este trabajo es fundamental para esta investigación debido al análisis realizado por los autores acerca de los contaminantes al interior de los hogares en el barrio Timiza; además su marco conceptual aporta definiciones claves sobre contaminantes atmosféricos y sus efectos en la salud respiratoria, con el fin de ampliar la comprensión y las dinámicas que se dan a nivel local.
- (Gonzalez, 2016) en su trabajo titulado: *Fortalecimiento de la cultura ambiental a partir del desarrollo de competencias científicas y proambientales, en estudiantes de grado noveno de básica secundaria de un colegio público de Bogotá D.C*, el cual tiene por objetivo incentivar la práctica de comportamientos proambientales, en los estudiantes de grado noveno del Colegio Costa Rica IED, mediante el desarrollo y fortalecimiento de competencias científicas y ambientales; dicho artículo propone temas relevantes relacionados a la educación ambiental como lo es, la cultura ambiental en el contexto educativo, educación ambiental escolar, competencias científicas y ambientales, entre otros; las cuales proporcionan a este trabajo maneras de promover la educación ambiental en el aula a partir de problemáticas locales en las que están involucrados los habitantes de un territorio.
- (Frías, 2021) en su trabajo titulado: *Propuesta para el fortalecimiento de las competencias ambientales en los estudiantes de 5to de secundaria, de una Institución*

*Educativa de Lambayeque, 2021*, abordó el objetivo: evaluar el grado de desarrollo de las competencias ambientales en los estudiantes de quinto de secundaria de una institución educativa en Lambayeque, durante el año 2021. Este trabajo demuestra la manera en que el investigador implementó de manera interdisciplinar su trabajo para fomentar las competencias ambientales en sus estudiantes, y también a algunos maestros que tenían dificultades para poder promover las competencias ambientales en sus clases; este trabajo investigativo brinda aspectos de la educación ambiental y la promoción de una educación ambiental contextual.

- (García, 2000) en su artículo titulado: *La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la Química*, presenta innovaciones didácticas sobre la enseñanza del comportamiento de los gases, a través de estrategias basadas en la solución de problemas; este trabajo presenta un cuadro el cual tiene ejercicios prácticos creados con el propósito de desarrollar la teoría del comportamiento de los gases; estos ejercicios experimentales son de gran ayuda para este trabajo, debido a que se realizan a manera de situaciones que se vive en la cotidianidad y las cuales pueden ser de gran comprensión para los estudiantes por su acercamiento al diario vivir y con el fin de mejorar la comprensión de los conceptos, leyes o teorías del comportamiento de los gases.
- (Guzman & Vargas, 2021) en su artículo titulado: *Desarrollo de habilidades de pensamiento científico desde las leyes de los gases. Experiencias desde el semillero de investigación CHELTON*, tiene como objetivo, diseñar, implementar y evaluar una estrategia pedagógica basada en una secuencia de actividades que fomente el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, con el propósito de mejorar la comprensión de la ley de gases en los estudiantes; este antecedente es fundamental para esta investigación debido a que propone una guía que incluía tres experimentos, cada uno asociado a una de

las principales leyes de los gases: la ley de Charles, la ley de Boyle y la ley de Gay-Lussac. Estos experimentos permitían demostrar cómo se relacionan la temperatura, la presión y el volumen en los gases cuando estas variables interactúan entre sí; este trabajo pone a disposición que resulta fundamental incorporar experiencias experimentales en la enseñanza del comportamiento de los gases para facilitar una comprensión más profunda de los fenómenos que se manifiestan en contextos reales, conectados con la vida cotidiana de quienes estudian e interactúan con la ciencia.

- (Barcenás, 2024) en su trabajo titulado: *Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, como el análisis, argumentación y toma de decisiones desde la problemática de la contaminación del aire*, tiene como objetivo, promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, como el análisis de la información, la argumentación y la toma de decisiones, en los estudiantes del curso 1001 del Colegio Carlos Pizarro Leongómez, a partir del abordaje de la problemática de la contaminación del aire. Este trabajo se llevó a cabo a partir de un enfoque CTSA, desde el cual buscaba fomentar las habilidades de pensamiento crítico mediante el abordaje de la contaminación atmosférica, este trabajo proporciona herramientas necesarias para entender cómo se generan y emiten los principales contaminantes atmosféricos, tanto a través de procesos naturales como de actividades humanas, además busca analizar el comportamiento de estos contaminantes en la atmósfera. Algo fundamental de este trabajo es la reflexión que hacen sobre las implicaciones políticas, sociales y económicas de los problemas ambientales, fomentando el desarrollo de conocimientos que los capaciten para actuar como agentes de cambio en su entorno.
- (Caicedo, 2018) en su trabajo titulado: *Diseño de un MEC para el reconocimiento de las dinámicas atmosféricas, a partir de la construcción de aparatos de medida, desde una*

*perspectiva constructivista*, tiene como objetivo, elaborar actividades experimentales destinadas a estudiantes de sexto grado de secundaria, como recurso de apoyo para facilitar la comprensión de las condiciones atmosféricas, mediante la construcción de instrumentos para medir variables atmosféricas como: temperatura, presión y precipitación; para garantizar el diseño adecuado de actividades experimentales que sirvan como material de apoyo en la construcción colectiva del conocimiento sobre estas variables. Este trabajo proporciona el análisis de cómo pueden ser implementadas las variables atmosféricas en la explicación de la contaminación atmosférica.

- (Hincapié & Angulo, 2017) en su artículo titulado: *La contaminación atmosférica: el ONEPSI como estrategia para analizar cambios en los modelos de los estudiantes, a partir de una secuencia de enseñanza y aprendizaje*, es un artículo, donde la enseñanza y el aprendizaje se conciben como una construcción dinámica y colaborativa entre el profesor y los estudiantes; además este artículo fomenta la enseñanza de la ciencia escolar mediante una problemática como lo es la contaminación atmosférica, la cual se ajusta al objetivo general de este trabajo investigativo.
- (Franco & Segura, 2015) en su artículo titulado: *Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular*, el cual tiene por objetivo, analizar la exposición de los peatones a la contaminación del aire en las cercanías de tres avenidas de alto tráfico vehicular en Bogotá: la carrera once, la carrera séptima y la carrera novena. Este trabajo investigativo aporta un análisis detallado sobre la exposición a la que están los peatones en las vías mencionadas, estudiando el carbono elemental (BC); también hace evidente en qué situaciones se encuentran mayormente expuestos los peatones en las calles.

A manera de síntesis, en la siguiente tabla se presentan los antecedentes

Tabla 1. Antecedentes

<b>Criterio de búsqueda</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo de documento</b>
Google académico				
“Educación en ciencias” AND “contaminación atmosférica”	Estrategia participativa utilizando las TIC para la enseñanza - aprendizaje de la contaminación atmosférica con estudiantes y profesores de quinto de primaria de la IE Julio Cesar Turbay Ayala	Kemér José De León Puentes	2022	Trabajo de maestría
"contaminación atmosférica" AND "localidad de Kennedy"	Análisis del impacto de las políticas ambientales de la ciudad de Bogotá en los niveles de contaminación del aire en la localidad de Kennedy 2010-2021	Karol Julianna Sánchez Castro	2022	Trabajo de pregrado
	Contaminación del aire y enfermedades respiratorias, un estudio en la localidad de Kennedy.	Carolina Barrett Gil	2020	Trabajo de maestría
	Tipos De Contaminantes En El Interior De Las Viviendas y Su Afectación En La Salud De Los Habitantes Del Barrio Timiza De La Localidad De Kennedy	María Alejandra Alonso, Jesús Edilberto Martínez Miguel Ángel Ospitia	2023	Trabajo de pregrado
"competencias ambientales" AND "secundaria"	Fortalecimiento de la cultura ambiental a partir del desarrollo de competencias científicas y proambientales en estudiantes de grado noveno de básica secundaria de un colegio público de Bogotá D.C.	Martha Bibiana González Jiménez	2016	Trabajo de maestría
	Propuesta para el fortalecimiento de las competencias ambientales en	Angela Edita Frías Sánchez	2021	Trabajo de maestría (internacional)

	los estudiantes de 5to de secundaria de una Institución Educativa de Lambayeque, 2021			
enseñanza del comportamiento de los gases	La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la Química	José Joaquín García	2000	Artículo de revista
“enseñanza del comportamiento de los gases” AND “educación ambiental”	Desarrollo de habilidades de pensamiento científico desde las leyes de los gases experiencias desde el semillero de investigación CHELTON	Juan camilo guzmán, Edgar Eduardo Vargas	2021	Artículo de revista
Repositorio institucional Universidad Pedagógica Nacional (UPN)				
Contaminación Atmosférica	Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico como el análisis, argumentación y toma de decisiones desde la problemática de la contaminación del aire	Francisco Alirio Bárcenas Yaima	2024	Trabajo de pregrado
	Diseño de un MEC para el reconocimiento de las dinámicas atmosféricas a partir de la construcción de aparatos de medida desde una perspectiva constructivista	Sindy Katherine Caicedo Ortega	2018	Trabajo de pregrado
	La contaminación atmosférica: el ONEPSI como estrategia para analizar cambios en los modelos de los estudiantes a partir de una secuencia de enseñanza y aprendizaje	Andrés González Hincapié, Fanny Angulo Delgado	2017	Artículo de revista
Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia (UNAL)				
Contaminación Atmosférica	Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular	Julián Segura Juan Franco	2015	Artículo de revista

## **6.2 BASES TEÓRICAS**

### **6.2.1 Ciencia, sociedad y ambiente**

En la actualidad, la enseñanza de las ciencias en la escuela busca integrar una dimensión social y ambiental, para que los estudiantes adopten una mejor comprensión del mundo y de su actuar en relación con la sociedad, la educación científica toma en cuenta la complejidad y el carácter contextual de las realidades, comprendiendo el anclaje de la actividad científica en una realidad social (Sauvé, 2010) el mundo en la actualidad enfrenta diversas problemáticas de carácter social como la guerra entre Ucrania y Rusia o el Genocidio por parte de Israel contra el pueblo de Palestina, pero también problemáticas de carácter ambiental como: el cambio climático, la desertificación, la tala indiscriminada de árboles en el Amazonas, el aumento de gases de efecto invernadero (GEI) entre otros, que requiere atención inmediata por poner en riesgo las diferentes formas de vida.

Como lo menciona Sauvé (2010) :

Cuando la enseñanza de las ciencias trasciende los esquemas estrechos de un positivismo obsoleto y cuando va más allá del desarrollo de habilidades cognitivas dentro de una perspectiva constructivista, se inscribe, en efecto, en una perspectiva más amplia de educación científica y se abre a corrientes contemporáneas que renuevan las maneras de enseñar y de aprender (p. 6).

Cuando esto sucede, el estudiante puede abrirse a nuevas formas de pensar y de actuar, un pensar-actuar crítico frente a sus realidades, estableciendo puntos de conexión y dinámicas que se inscriben dentro de su quehacer cotidiano, de acuerdo con Sauvé (2010):

Si bien la educación científica permite acercar las realidades y fenómenos biofísicos del medio ambiente dentro de la perspectiva de las ciencias ambientales ayudando así a la toma de decisiones, la educación ambiental invita a ir más allá en un proceso transformativo en lo que concierne a nuestra relación individual y colectiva con el medio ambiente, en un proyecto de reconstrucción de la red de relaciones entre sociedad y ambiente, entre cultura y naturaleza (p. 16).

Al abordar estos tres aspectos: ciencia, sociedad y ambiente, desde las problemáticas y cuestionamientos que encuentran los estudiantes en sus realidades, el aprendizaje tiene más significación e importancia, porque son ellos los que llevan consigo las cargas, como la falta de agua potable en su lugar de vivienda, las malas condiciones de vida, la falta de acceso a una educación de calidad, los químicos dispersados en un área con glifosato, entre otros, además, la oportunidad de brindar una buena educación y contextualizada abre posibilidades de actuar frente a las decisiones políticas que los involucran comprendiendo así sus consecuencias, de esta forma “el saber científico estimula la reflexión sobre la dimensión ética de la toma de decisiones y de la acción; lleva a captar la naturaleza de los conflictos que emergen” (Colucci et al., 2006, como se citó en Sauvé, 2010), por lo anterior, la interrelación entre estas dimensiones promueven en el estudiante una formación para la participación y la toma de decisiones en momentos en los cuales sus derechos se vean vulnerados, es por esto que existe un lazo entre el saber, la ética y lo político, porque la docencia es un asunto político, para “formar ciudadanos capaces de realizar opciones responsables, individuales y colectivas, en materia de transporte, de consumo, de alimentación, de salud, de acondicionamiento, etc., (Sauvé, 2010, pág. 11) siendo así, La educación científica “trata de

formar ciudadanos capaces de transigir con la ciencia para la comprensión de las realidades y para la toma de decisiones” (Sauvé, 2010, pág. 10).

En definitiva, dicha interrelación va a generar en los estudiantes un interés por el aprendizaje de las ciencias, además surge “la necesidad de reconocer los conflictos y de comprometerse democráticamente en ellos, pero a veces también radicalmente.” (Sauvé, 2010, pág. 7) y como lo mencionan Girault y Sauvé (2010):

Al estimular el espíritu crítico, basado en la búsqueda de informaciones válidas, la enseñanza de las ciencias puede participar en el ejercicio de una democracia ilustrada en la que los saberes científicos pueden ser, por una parte, cuestionados y, por otra, se puede sacar provecho de ellos (Girault y Sauvé, 2008, como se citó en Sauvé, 2010).

El saber y la acción se construyen en reciprocidad, construyendo dinámicas de vida, donde el estudiante pueda interpretar y comprender los conflictos que se presentan en su diario vivir y de esta manera buscar mediante la acción soluciones que puedan dar fin a sus complejas realidades, el papel social de la ciencia es fundamental en el hecho que no se limita a algunas organizaciones o centro de investigación, sino que va en orientación a los estudiantes con el fin de:

Formar científicos en materia de medio ambiente va mucho más allá de la transmisión de conocimientos y de habilidades metodológicas. Hay que formar científicos que sean sensibles al hecho de trabajar con lo viviente (y no sobre lo viviente), con los sistemas de vida, con las fuerzas creativas de la naturaleza, del medio ambiente, y no contra ellas. (Sauvé, 2010, pág. 11).

Esto solo se logra si en la educación y en los educadores existe un interés por la dimensión ambiental, en sus clases abordar temas de complejidad que promuevan el pensamiento crítico y la participación, ya que se tiene en cuenta que los estudiantes serán en un futuro aquellos que tomen decisiones, serán los profesionales que traerán nuevas tecnologías, tendrán dinámicas de vida en la cual siempre puedan reflexionar acerca de sus actos y consumos y como estos continúan degradando el ambiente o si más bien proponen soluciones para cada conflicto ambiental que surge.

El desarrollo e implementación de una unidad didáctica basada en una problemática ambiental en la clase de Química, fortalece las habilidades de investigación, promueve el pensamiento crítico relacionado con el desarrollo de las ciudades y países; desde un abordaje social, cultural, económico, sin desconocer los principios teóricos y experimentales que ofrecen las ciencias naturales, favorece la apropiación de nuevos conceptos para su posterior comprensión, en el mundo actual, se necesitan estrategias didácticas que aborden las problemáticas ambientales desde las diferentes áreas de aprendizaje, ya que, esto ayuda a los estudiantes a comprender las problemáticas que se encuentran en su contexto y saber de qué manera se puede aportar a su posible solución.

### **6.2.2 Los estudiantes como sujetos epistémicos**

La enseñanza de las ciencias en la escuela desde la perspectiva tradicional, por mucho tiempo estableció una dinámica en el aula la cual se centraba en los saberes del profesor como “único dueño del conocimiento”, el cual transmitía información de manera unidireccional y consideraba a los estudiantes como recipientes vacíos que requerían ser llenados de información, desconociendo los conocimientos de los estudiantes adquiridos previamente en sus experiencias de vida; esta enseñanza muestra una pasividad del estudiante en el aula y

limita a que su actividad sea escuchar, copiar y memorizar, con una comprensión muy baja de los contenidos.

Con el paso de los años, esta enseñanza es más cuestionada, en la actualidad se cuenta diversas metodologías que promueven una participación-activa del estudiante y una enseñanza multidireccional en la escuela, donde el estudiante y el profesor interactúan con base a los contenidos establecidos en el currículo, esto ha surgido debido al reconocimiento de los estudiantes como sujetos activos y epistémicos, ya que son portadores de significados (con capacidad de reformularlos en circunstancias adecuadas) “pero también de intereses, necesidades y emociones vinculadas a la experiencia vivida, todo ello, constituye su identidad, formando un conjunto de variables que condicionan de manera determinante el proceso de aprendizaje” (Pérez & De Pro, 2013, mencionado en Porlán, 2018, Pág. 7), esta construcción de los sujetos epistémicos, permite que la educación sea transformadora, reconociendo la importancia de las ideas y saberes contextuales de cada uno de los estudiantes presentes en el aula, con el fin de implementar una educación en ciencias más dialógica y participativa.

Una vez reconocemos que los estudiantes interpretan el mundo en la manera en que han interactuado con él y dan significado desde sus experiencias y saberes, podemos decir que “los estudiantes tienen ideas y que dichas ideas tienen enorme interés desde el punto de vista didáctico” (Porlán, 2018, pág. 7), esto nos da a entender que estos sujetos epistémicos aportan conocimientos e ideas que pueden ser punto de partida en un aula de clases, además de que reconozcan que su opinión es tan válida e importante para la construcción del aprendizaje colectivo.

### **6.2.3 La educación en ciencias y su enseñanza**

En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos, el acceso a la información se hace de manera rápida y eficiente, se cuentan con revistas digitales académicas que brindan investigaciones con un lenguaje adecuado para que cualquier persona pueda leerlo e interpretarlo, también las plataformas de audio y video, permiten que las personas se informen y tomen las consideraciones que sean importantes sobre un asunto específico, ya sea de carácter ambiental, social, político, entre otros; además las plataformas gubernamentales, brindan plataformas de monitoreo (ej. redes de monitoreo de calidad del aire) las cuales permiten identificar las dinámicas de una ciudad o país, con el fin de conectar la ciencia con la comunidad, sin embargo, los estudiantes (receptores continuos de información digital) realizan sus búsquedas en plataformas como Tik Tok, Facebook o X, las cuales son redes “sociales” que conectan personas, pero que cuenta con infinidad de noticias falsas, las cuales pueden orientar y guiar de manera errónea a los estudiantes, de la misma manera, se ve el uso desbordado de plataformas que manejan un modelo de lenguaje basado en la Inteligencia Artificial (IA) como Chat GPT, Copilot, Deepseek, siendo utilizado en todos como guía en varios de los aspectos de la vida; de acuerdo con lo anterior surge una pregunta ¿Por qué en tiempos donde hay más acceso a la información es donde las personas menos acceden a ella?

Frente a este escenario, la educación en ciencias es un agente que promueve y enriquece el conocimiento común, su potencialidad transformadora se da gracias a el espíritu crítico que tiene, ya que el estudiante aprende a cuestionarse por las diferentes situaciones, también a analizar las noticias falsas o las basadas en datos verificados, además potencia habilidades

que fomentan la indagación rigurosa, lo que puede decirse que la educación científica transforma la mente y la actitud del individuo frente al mundo.

Por otra parte, la enseñanza de las ciencias debe ser “un proceso de elaboración y reconstrucción individual y colectiva de los esquemas de significados y de los modelos de los que aprenden y de los que enseñan, tanto en su dimensión cognitiva como conductual” (Johnson-Laird, 2005; Lombardi, 2010; Piaget, 1975 mencionado en Porlán, 2018, pág. 11), esto quiere decir que aprender ciencia no debe ser simplemente recibir información, si no que este es un proceso activo, donde estudiantes y profesores interactúan para construir y modificar su comprensión del mundo, teniendo en cuenta que los contenidos se van modificando y que estos no son productos acabados, sino que están en constante reestructuración.

#### **6.2.4 Hacia un nuevo paradigma**

La organización, el funcionamiento y los contenidos de las instituciones educativas deben reflejar los valores y principios de la sociedad que deseamos construir, desde la educación, estas deben “aspirar a ser experiencias ejemplificadoras de la sociedad que queremos, como nodos de transformación social y ambiental, modelos de democracia participativa y de cooperación, de justicia y de igualdad, implicadas con la comunidad en políticas para el bien común” (Porlán, 2018, pág. 11). En la actualidad se plantea un nuevo paradigma el cual surge de la necesidad de transformar los enfoques tradicionales de la educación en ciencias, que muchas veces consideraba la transmisión de conocimientos como una estrategia de enseñanza-aprendizaje, pero que al momento de implementar sus contenidos se encontraban fragmentados y descontextualizados de las realidades de los estudiantes; este nuevo paradigma propone una visión más integral, participativa y socialmente comprometida, la

cual busca la formación de ciudadanos críticos, la promoción de la inteligencia colectiva y la acción para el beneficio común.

Además, “el nuevo paradigma debe prepararlos para el compromiso y la acción solidaria en la resolución de los grandes problemas y necesidades de nuestro mundo local y global, y a favor de las mayorías sociales y del planeta” (Levinson, 2010; Santos & Mortimer, 2001; Vilches, Gil & Praia, 2011, mencionado en Porlán, 2018, pág.10) esto no solo busca el desarrollo personal del estudiante sino también el desarrollo social, ya que crecemos en sociedad y de la misma manera nos vamos formando, somos seres sociales desde el nacimiento, este desarrollo orientado hacia el compromiso con los cambiantes modelos sociales y ambientales que vemos hoy en día.

La formación científica, en consecuencia, no es solo un proceso cognitivo, sino también una vía de empoderamiento ciudadano y emancipación social, que aportan a sus conocimientos y acciones, habilidades que los ayuden a entender y comprender las dinámicas de un territorio en específico, para que no se sigan vulnerando los derechos de ningún tipo y que la educación tenga la posibilidad de transformar sus vidas.

Este nuevo paradigma implica repensar los objetivos, contenidos y prácticas educativas para formar individuos no solo competentes en conocimientos científicos, sino también comprometidos con su comunidad y capaces de actuar frente a los desafíos globales.

## **7 MARCO METODOLÓGICO**

La metodología implementada en este trabajo es cualitativa, esta se orienta mediante “la producción de datos descriptivos, como son las palabras y los discursos de las personas, quienes los expresan de forma hablada y escrita, además, de la conducta observable” (Urbina,

2020, pág. 1), además esta metodología “permite comprender la profundidad de un fenómeno a partir de la mirada de los actores sociales” (Urbina, 2020, pág. 2), dicha metodología, aporta a este trabajo el análisis descriptivo que los estudiantes hacen en las actividades propuestas, así mismo, se busca recoger las concepciones y los cambios conceptuales obtenidos después de implementada la unidad didáctica.

## **7.1 Población**

La población de estudio consta de 39 estudiantes del grado undécimo (1101) de la jornada mañana del colegio SaludCoop Sur I.E.D, ubicado en la localidad de Kennedy en Bogotá; se realizó una encuesta vía internet en la plataforma Microsoft Forms, la cual busca identificar aspectos sociales, económicos y demográficos de los estudiantes para buscar estrategias educativas que no excluyan a ninguno y, por el contrario, que se brinde una educación efectiva y pertinente desde su contexto; la encuesta muestra la siguiente información: la edad de los estudiantes se encuentra dentro del siguiente rango 15 – 19 años, distribuidos así: 3 estudiantes con 15 años (8 %), 20 estudiantes con 16 años (51 %), 11 estudiantes con 17 años (28 %), 3 estudiantes con 18 años (8 %) y 2 estudiantes con 19 años (5 %); siendo el 62 % sexo femenino, el 36 % sexo masculino y el 2 % no se identifica en ninguno de los dos sexos.

El estrato social predominante en esta población es el 2 con un 85 % de los estudiantes, con algunas excepciones en el estrato 3 que equivalen al 13 % y por último el estrato 1 con un 2 %.

Con respecto a la información sociocultural, el 72 % de los estudiantes no se identifican dentro de ningún grupo, el 15 % se identifican como afrocolombianos, el 10 % como mestizos y el 3 % como indígenas.

## **7.2 Diseño de la investigación**

Una unidad didáctica es un instrumento de planeación pedagógica que permite estructurar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, principalmente busca organizar y secuenciar los contenidos que se pretenden enseñar, adaptándose a las necesidades e intereses de los estudiantes.

Para su diseño, se debe tener en cuenta que el docente es aquel que selecciona los contenidos, los organiza y secuencia, selecciona también las actividades, la manera en que se evaluará y la organización que esta tendrá, teniendo en cuenta y readaptando los materiales propuestos con el fin de dar respuesta a las necesidades detectadas en el aula.

### **Criterios para la planeación de unidades didácticas**

Para el diseño de la unidad didáctica se tendrán en cuenta los criterios establecidos por Sanmartí (2000):

- Criterio para la definición de objetivos/finalidades: es importante tener en cuenta que el planteamiento del objetivo en la unidad didáctica debe promover una interrelación entre el docente, el estudiante, la escuela y las problemáticas socioambientales del mundo actual.
- Criterio para la selección de contenidos: algunos aspectos fundamentales al momento de seleccionar los contenidos es que estos sean significativos, ya que, en la actualidad, “al generalizarse una educación científica básica para la población es necesario plantearse la enseñanza de contenidos relevantes para comprender fenómenos y problemas cotidianos y ser capaz de actuar coherentemente” (Sanmartí, 2000, pág. 250), lo que quiere decir que los contenidos deben ser socialmente relevantes para los estudiantes y desde su contexto.

- Criterios para organizar y secuenciar los contenidos: se refiere a la selección de temáticas (de lo simple a lo complejo), las cuales serán abordadas en la unidad didáctica para visualizarlas en el tiempo en cual se dispone.
- Criterios para la selección y secuenciación de las actividades: el proceso de aprendizaje no es la actividad concreta, sino el conjunto de estas actividades organizadas y secuenciadas, lo que posibilita las interacciones entre el estudiante y el docente; por esta razón es que las actividades no promueven un determinado conocimiento, sino que plantean situaciones propicias para que los estudiantes actúen y sus ideas evolucionen en función de su situación personal (Perales & Cañal , 2000).
- Criterios para la selección y secuenciación de las actividades de evaluación: las actividades deben ser coherentes con todo el proceso de implementación de la unidad didáctica, ya que de esta manera será evaluado conforme a los objetivos planteados.
- Criterios para la organización y gestión en el aula: en el diseño de la unidad didáctica se deben crear entornos de aprendizaje los cuales fomenten un ambiente de clase reflexivo-practico y unos valores favorables que promuevan el intercambio de ideas, el respeto a todos ellos, su confrontación y la elaboración de propuestas.

La presente unidad didáctica está diseñada bajo la Enseñanza Basada en la Investigación el cual es un método activo donde los estudiantes aprenden al convertirse en investigadores. En lugar de solo recibir información, ellos mismos guían su aprendizaje, buscando respuestas, experimentando, analizando resultados. Este enfoque prioriza el proceso de construcción del conocimiento y el desarrollo del pensamiento crítico por encima de la simple memorización de conceptos, preparando así a los estudiantes para resolver problemas de manera autónoma y rigurosa, además se plantean diferentes secuencias de actividades orientadas a la práctica

y la investigación, esto desde una perspectiva local, ya que toda la propuesta está orientada hacia la localidad de Kennedy donde se encuentra ubicada la institución educativa.

La unidad didáctica tiene la siguiente estructura: objetivo de enseñanza, contenidos (declarativos, procedimentales y actitudinales) y secuencia de actividades; esto se explicará detalladamente en el siguiente capítulo.

## **8 UNIDAD DIDÁCTICA**

### **8.1 OBJETIVO DE ENSEÑANZA**

Analizar el comportamiento de los gases para propiciar la comprensión del problema de contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy y, así promover una conciencia crítica sobre los efectos ambientales y de salud de esta contaminación.

### **8.2 CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA**

La unidad didáctica presenta el contenido declarativo/conceptual, el procedimental y el actitudinal; dichos contenidos se encuentran organizados en tablas y por secuencia de actividades.

#### **8.2.1 Desarrollo del contenido declarativo/conceptual**

Los contenidos declarativos o conceptuales son aquellos que se refirieren a los hechos, datos, principios y conceptos que el estudiante debe “saber”, es el conocimiento científico que se espera aprenda el estudiante y que se expresa verbalmente.

**Tabla 2.** *Secuencia de actividades 1: la atmosfera (contenido declarativo/conceptual)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido declarativo/conceptual</b>
Actividad 1: Preguntas reflexivas sobre que saben de la atmosfera.	<ul style="list-style-type: none"><li>• La atmósfera (definición)</li><li>• Capas de la atmosfera (Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera, Exosfera)</li></ul>
Actividad 2: mostrar mediante una presentación la definición de Atmosfera y sus capas	

Actividad 3: Experimento sobre la presencia del aire en nuestro ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostración de la existencia del aire (experimentación)</li> <li>• Presión atmosférica y cambios de presión (experimentación)</li> </ul>
Actividad 4: dos experimentos sobre la presión atmosférica en nuestro ambiente	

**Tabla 3.** *Secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases (contenido declarativo/conceptual)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido declarativo/conceptual</b>
Actividad 1: Definición y características de un gas, presencia de los gases en la industria, presentación de las tres principales leyes de los gases con sus fórmulas y realización de trabajo práctico con problemas matemáticos simulando las pruebas icfes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es un gas?</li> <li>• ¿Qué son las leyes de los gases?</li> <li>• Leyes de los gases (Ley de Boyle, Ley de Charles y Ley de Gay-Lussac)</li> <li>• Ley combinada de los gases</li> <li>• Comportamiento de los gases magnitudes de temperatura, presión y volumen</li> </ul>
Actividad 2: Experimento sobre la relación entre volumen y presión de un gas (Ley de Boyle).	
Actividad 3: Experimento sobre la relación entre volumen y temperatura de un gas (Ley de Charles).	
Actividad 4: Experimento sobre la relación entre presión y temperatura de un gas (Ley de Gay Lussac).	
Actividad 5: Socialización y entrega de informe	

**Tabla 4.** *Secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica (contenido declarativo/conceptual)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido declarativo/conceptual</b>
Actividad 1: Responder cinco preguntas sobre que saben de la contaminación atmosférica mediante la página Mentimeter y socializar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de contaminación atmosférica</li> <li>• Contaminación atmosférica y sus características</li> <li>• Antecedentes globales de la contaminación atmosférica</li> <li>• Fuentes fijas, móviles y naturales</li> <li>• Contaminantes más comunes (Dióxido de Carbono-CO<sub>2</sub>, Metano-CH<sub>4</sub>, Material Particulado-MP 2.5 y 10, Dióxido de Nitrógeno-NO<sub>2</sub>, Monóxido de Carbono-CO, Ozono troposférico-O<sub>3</sub>)</li> </ul>
Actividad 2: Presentación sobre la contaminación atmosférica y sus características	
Actividad 3: Interacción con el mapa de índice de calidad del aire de la secretaria Distrital de Ambiente, para identificar zonas más contaminadas de Bogotá	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa interactivo del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA) de la Secretaría Distrital de Ambiente.</li> </ul>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 5.** *Secuencia de actividades 4: Impacto ambiental y en la salud (contenido declarativo/conceptual)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido declarativo/conceptual</b>
Actividad 1: Leer : <i>Contaminación en Bogotá está provocando cambios genéticos en las personas</i> , un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consecuencias en la salud de la exposición al MP 2.5 en los barrios Carvajal-Sevillana y Tunal en la ciudad de Bogotá.</li> </ul>

## 8.2.2 Desarrollo de los contenidos procedimentales

Los contenidos procedimentales se refieren a las estrategias, técnicas, habilidades, procedimientos, orientadas hacia la mejor comprensión del estudiante a partir de actividades prácticas del estudiante.

**Tabla 6.** *Secuencia de actividades 1: la atmosfera (contenido procedimental)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido procedimental</b>
Actividad 1: Preguntas reflexivas sobre que saben de la atmosfera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socializar respuestas</li> <li>• Tomar apuntes en el cuaderno</li> <li>• Realizar dibujos de las capas de la atmosfera</li> <li>• Realización de los experimentos propuestos</li> <li>• Informe de laboratorio</li> </ul>
Actividad 2: Mostrar mediante una presentación la definición de atmosfera y sus capas.	
Actividad 3: Experimento sobre la presencia del aire en nuestro ambiente	
Actividad 4: Dos experimentos sobre la presión atmosférica en nuestro ambiente	

**Tabla 7.** *Secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases (contenido procedimental)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido procedimental</b>
Actividad 1: Definición y características de un gas, presencia de los gases en la industria, presentación de las tres principales leyes de los gases con sus fórmulas y realización de trabajo practico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar ejercicios matemáticos con las fórmulas de cada ley similares a los presentados en las pruebas icfes.</li> </ul>

con problemas matemáticos simulando las pruebas icfes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de los experimentos propuestos</li> <li>• Tomar apuntes de las diferentes explicaciones</li> <li>• Realizar un informe de laboratorio entregable, explicando lo visto en clase correspondiente a las leyes de los gases</li> </ul>
Actividad 2: Experimento sobre la relación entre volumen y presión de un gas (Ley de Boyle).	
Actividad 3: Experimento sobre la relación entre volumen y temperatura de un gas (Ley de Charles).	
Actividad 4: Experimento sobre la relación entre presión y temperatura de un gas (Ley de Gay Lussac).	
Actividad 5: Socialización y entrega de informe	

**Tabla 8.** *Secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica (contenido procedimental)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido procedimental</b>
Actividad 1: Responder cinco preguntas sobre que saben de la contaminación atmosférica mediante la página Mentimeter y socializar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el celular para responder preguntas en una página web</li> <li>• Socialización de las preguntas</li> <li>• Toma de apuntes</li> <li>• Realizar dibujos</li> <li>• Interacción con el mapa de monitoreo de calidad del aire</li> </ul>
Actividad 2: Presentación sobre la contaminación atmosférica y sus características	
Actividad 3: Interacción con el mapa de índice de calidad del aire de la secretaria Distrital de Ambiente, para identificar zonas más contaminadas de Bogotá	

**Tabla 9.** *Secuencia de actividades 4: impacto ambiental y en la salud (contenido procedimental)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido procedimental</b>
Actividad 1: Leer : <i>Contaminación en Bogotá está provocando cambios genéticos en las personas</i> , un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leer en clase</li> <li>• Tomar apuntes</li> <li>• Socializar</li> </ul>

### 8.2.3 Desarrollo de los contenidos actitudinales

Se refiere a los valores, actitudes, normas y creencias que configuran el saber ser de la persona, se centra en cómo es y cómo se relaciona consigo mismo, con los demás y con el entorno.

**Tabla 10.** *Secuencia de actividades 1: la atmosfera (contenido actitudinal)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido actitudinal</b>
Actividad 1: Preguntas reflexivas sobre que saben de la atmosfera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pensamiento reflexivo</li> <li>● Curiosidad e interés por el conocimiento</li> <li>● Responsabilidad en el trabajo individual y grupal</li> <li>● Pensamiento crítico y capacidad de análisis</li> <li>● Motivación por la investigación</li> </ul>
Actividad 2: Mostrar mediante una presentación la definición de atmosfera y sus capas.	
Actividad 3: Experimento sobre la presencia del aire en nuestro ambiente	
Actividad 4: Dos experimentos sobre la presión atmosférica en nuestro ambiente	

**Tabla 11.** *Secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases (contenido actitudinal)*

<b>Actividades</b>	<b>Contenido actitudinal</b>
Actividad 1: Definición y características de un gas, presencia de los gases en la industria, presentación de las tres principales leyes de los gases con sus fórmulas y realización de trabajo practico con problemas matemáticos simulando las pruebas icfes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Interés por la aplicación practica</li> <li>● Trabajo en equipo</li> <li>● Apertura a nuevos conocimientos y significados</li> <li>● Comunicación asertiva y clara</li> <li>● Responsabilidad compartida</li> <li>● Asombro</li> <li>● Creatividad e innovación</li> <li>● Actitud crítica</li> </ul>
Actividad 2: Experimento sobre la relación entre volumen y presión de un gas (Ley de Boyle).	
Actividad 3: Experimento sobre la relación entre volumen y temperatura de un gas (Ley de Charles).	
Actividad 4: Experimento sobre la relación entre presión y temperatura de un gas (Ley de Gay Lussac).	
Actividad 5: Socialización y entrega de informe	

**Tabla 12.** *Secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica (contenido actitudinal)*

Actividades	Contenido actitudinal
Actividad 1: Responder cinco preguntas sobre que saben de la contaminación atmosférica mediante la página Mentimeter y socializar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Autorreflexión crítica</li> <li>● Participación</li> <li>● Responsabilidad y seriedad ante la problemática</li> </ul>
Actividad 2: Presentación sobre la contaminación atmosférica y sus características	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cuestionar y analizar datos públicos</li> <li>● Pertinencia y conexión profunda con el problema</li> </ul>
Actividad 3: Interacción con el mapa de índice de calidad del aire de la secretaria Distrital de Ambiente, para identificar zonas más contaminadas de Bogotá	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conciencia socioambiental</li> <li>● Búsqueda de soluciones locales y globales</li> <li>● Curiosidad e interés</li> <li>● Capacidad de leer e interpretar indicadores ambientales en la web</li> </ul>

**Tabla 13.** *Secuencia de actividades 4: impacto ambiental y en la salud (contenido actitudinal)*

Actividades	Contenido actitudinal
Actividad 1: Leer : <i>Contaminación en Bogotá está provocando cambios genéticos en las personas</i> , un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) sobre los efectos de la contaminación atmosférica en la salud.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprensión de vocabulario técnico-científico</li> <li>● Analiza y comprende la relación causal directa</li> <li>● Conexión ciencia, sociedad y ambiente</li> <li>● Cuestionamiento</li> <li>● Habilidades de argumentación</li> </ul>

### 8.3 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Las secuencias de actividades de la unidad didáctica se encuentran organizadas así: cuestionario inicial, secuencia de actividades 1: La atmosfera; secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases; secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica; secuencia de actividades 4: impacto ambiental y en la salud; y, secuencia de actividades 5: acciones y soluciones y evaluación de aprendizaje.

### 8.3.1 Cuestionario inicial

Para dar inicio a la práctica de enseñanza, que, como estudiante de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica Nacional, llevé a cabo con los estudiantes de la IED, amablemente les solicité contestar las siguientes preguntas, con base en su conocimiento y experiencia actual.

1. ¿Qué pasaría si no tuviéramos atmósfera?
2. ¿Qué leyes de los gases conoce?
3. ¿Por qué es importante cuidar el aire que respiramos?
4. ¿Qué pueden hacer usted y sus compañeros de curso para aportar a la solución del problema de contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy?
5. ¿Cuáles considera en su localidad focos de contaminación atmosférica y por qué?

### 8.3.2 Secuencia de actividades 1: La Atmosfera

Objetivo de enseñanza de la secuencia: Construir significado al concepto de atmósfera a través de una secuencia de actividades que favorecen la participación de los estudiantes.

#### Actividad 1

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** conocer cómo piensan los estudiantes acerca del significado de atmósfera.

Preguntas para despertar la curiosidad y la reflexión

1. ¿Qué es la atmósfera?
2. ¿Qué hay arriba de nosotros, más allá de las nubes?
3. ¿Cómo respiramos y por qué no podemos hacerlo en el espacio?
4. ¿Qué nos protege de los rayos del sol o de los meteoritos?

Los estudiantes contestan en forma individual este conjunto de preguntas.

#### Puesta en común

Los estudiantes socializan con los demás compañeros y el docente, las respuestas que dieron a las preguntas planteadas.

### **Resultados esperados**

Con base en las respuestas socializadas, se resalta lo que los estudiantes piensan acerca de la atmósfera.

## **Actividad 2**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Identificar las capas de la atmósfera y sus características principales.

### **¿Qué es la atmósfera?**

La atmósfera es la capa de gases que rodea el planeta Tierra. Habitualmente nos referimos a la atmósfera como el aire que respiramos. La atmósfera es como un manto invisible que cubre la Tierra.

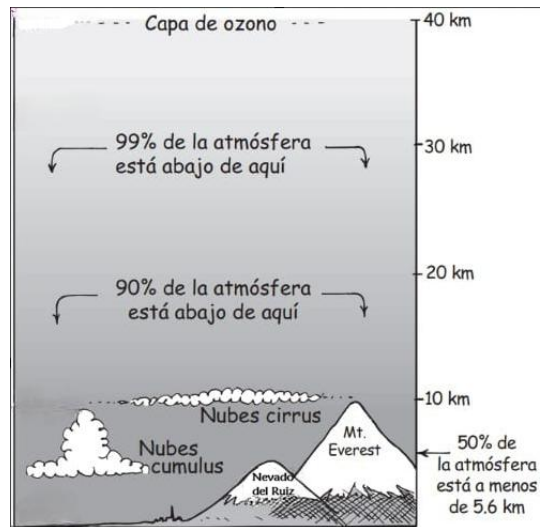
### **¿Qué función tiene la atmósfera?**

La atmósfera nos protege de la radiación solar, regula la temperatura y permite la vida en la Tierra; lo que significa que sin atmósfera no hay vida en nuestro planeta. Por ejemplo, en Marte la atmósfera es una capa muy delgada y no es apta para la vida.

### **¿Cómo varía porcentualmente la atmósfera con relación a la altura?**

Como menciona Paul “aproximadamente el 50% de la atmósfera se encuentra por debajo de la altitud de 5.6 km, el 75% por debajo de 11 km, el 90 % por debajo de 18 km y el 99% por debajo de unos 30 km” (Hewitt, 2007, pág. 268) como se ve en la siguiente ilustración.

**Ilustración 3.** *Variación porcentual de la atmósfera con relación a la altura*



Nota: Adaptado de *Física Conceptual. Décima edición* (p.269), por Paul G. Hewitt, 2007, Pearson Educación

### ¿Cómo está compuesta la atmósfera?

La atmósfera está compuesta de muchos gases, en particular, el 78% es Nitrógeno y el 21% es Oxígeno; contiene pequeñas cantidades de gases como Dióxido de carbono y vapor de agua.

### ¿Cuáles son las capas que componen la atmósfera?

La atmósfera tiene varias capas, desde la más cercana de la superficie de la Tierra hasta la más lejana (ver ilustración 3), estas son:

- **Troposfera**, es la capa donde respiramos y vivimos, también se producen los fenómenos meteorológicos. La temperatura en esta capa oscila aproximadamente entre 25° C y -60° C; y la altura de esta capa alcanza 10 km desde la superficie de la Tierra.
- **Estratosfera**, se encuentra entre la troposfera y la mesosfera. En esta capa se encuentra la capa de ozono. La temperatura en esta capa oscila entre -60° C y -5° C; y la altura de esta capa está entre 10 km y 50 km medidos desde la superficie de la Tierra.

- **Mesosfera**, se encuentra entre la estratosfera y la termosfera, la temperatura en esta capa se encuentra aproximadamente a  $-95^{\circ}\text{C}$ , es la capa más fría de la atmósfera, la altura de esta capa está entre 50 km y 80 km medidos desde la superficie de la Tierra.

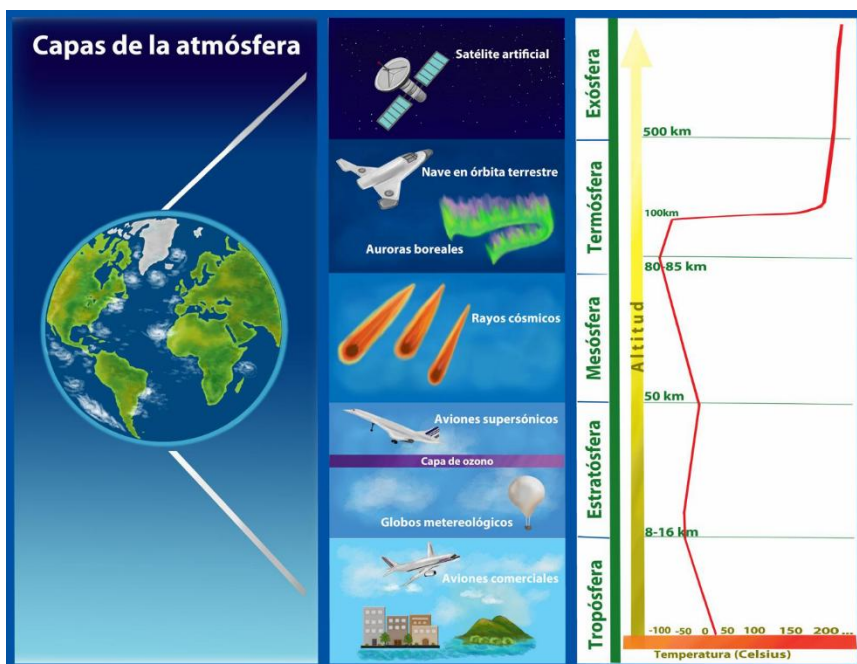
Esta capa se caracteriza porque allí se desintegran la mayor parte de los meteoritos que ingresan a la atmósfera a gran velocidad, formando las llamadas “estrellas fugaces”; esta desintegración se debe a la densidad de materia de esta capa y a la velocidad con que llegan los meteoritos, lo que hace que la fricción entre este y las moléculas de aire cause un calentamiento intenso, haciendo que la temperatura del meteorito pueda alcanzar miles de grados Celsius.

- **Termosfera**, es la penúltima capa de la atmósfera antes del espacio exterior. Una de las capas con mayor temperatura debido a la absorción de la radiación solar (rayos X y UV), ¿puede alcanzar los  $500^{\circ}\text{C}$  y los  $1000^{\circ}\text{C}$ . La altura de esta capa oscila entre los 80 km y los 500 km.

Allí ocurren las auroras boreales y australes, esto ocurre por el viento solar, que son partículas cargadas lanzadas por el Sol, y su interacción con el campo magnético terrestre, un escudo protector de la Tierra. Sin embargo, algunas de las partículas cargadas son atrapadas por este campo y dirigidas hacia los polos magnéticos norte y sur. Las colisiones entre las partículas cargadas y los átomos o moléculas de la termosfera liberan energía en forma de luz, la cual vemos como auroras.

- **Exosfera**, la capa más extensa de la atmósfera y donde se produce la transición entre la atmósfera y el espacio exterior, la temperatura puede superar los  $2.500^{\circ}\text{C}$ , debido a la radiación solar directa y su altitud puede ser entre los 500 km y los 10.000 km.

Ilustración 4. Capas de la atmósfera y algunas de sus características



Nota: la línea roja representa la variación de temperatura que se da en cada una de las capas de la atmósfera, en las imágenes de la izquierda se puede observar las características que representa cada una de las capas. Adaptado de *Cambio climático manual para estudiantes* (<https://acortar.link/IL9CKr>)

### Actividad

Realizar el dibujo anterior en sus cuadernos.

### Resultados esperados

Se revisa el dibujo y nuevamente se resalta cuáles son las capas de la atmósfera y algunas de sus características para que quede claro el tema.

### Actividad 3

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Reconocer la existencia del aire y el espacio que ocupa, a través de un experimento.

### Pregunta

¿Si el aire es invisible, como podemos demostrar que está presente en nuestro alrededor?

### Experimento

Para llevar a cabo este experimento emplee un vaso de vidrio transparente, una hoja de papel reciclada, un recipiente hondo transparente y colorante (opcional).

Vierta agua en el recipiente hondo transparente y aplíquelo unas gotas de colorante (opcional).

En el fondo del vaso transparente, con la hoja de papel, realice una bola de tal manera que no se salga al poner el vaso boca abajo de forma vertical.

Introduzca el vaso dentro del recipiente, hasta que la boca del vaso toque el fondo del recipiente.

Saque el vaso verticalmente y observe qué sucede.

### **Preguntas**

¿Qué observo?

### **Explicación**

El vaso se encuentra lleno de aire, así no lo veamos, al introducir el vaso de forma vertical, este se abre espacio y desplaza el agua hacia los lados, a medida que se va llenando el vaso de agua, el aire ejerce presión hacia abajo dentro del vaso, ocupando espacio; como resultado final se logra ver una burbuja de aire, junto con el papel que no se moja, en el fondo del vaso, por lo que se hace evidente la existencia del aire y el espacio que este ocupa.

### **Resultados esperados**

Después de analizar lo observado en el experimento, se resalta que esta experiencia permite mostrar que al aire está presente en nuestro alrededor y que ocupa un espacio.

## Actividad 4

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Experimentar la presión atmosférica ejercida sobre un objeto.

### Pregunta

¿Cómo podemos observar el fenómeno de presión atmosférica?

### Experimento presión atmosférica 1

Para llevar a cabo este experimento es necesario utilizar los siguientes materiales: un vaso de vidrio transparente (que sea de borde liso), una tarjeta pequeña rígida o una ficha bibliográfica, la cual cubra la boca del vaso, agua y un recipiente o bandeja que evite derrames.

Llenar el vaso con agua, asegurándose de que esté completamente lleno, sin que le quede espacio de aire.

Coloque la cartulina encima de la boca del vaso, de tal manera que no quede ningún espacio de aire entre el borde del vaso y la cartulina.

Con una mano va a sujetar la cartulina y con la otra mano el vaso, a continuación, dele la vuelta al vaso rápidamente, con el fin de que el vaso quede boca abajo.

Por último, retire la mano de la cartulina.

¿Qué ocurre? Describa lo observado.

### Preguntas

1. ¿Qué sucedió?
2. ¿Cómo influye la cantidad de agua en el vaso?

## **Explicación**

Es importante tener en cuenta que cada objeto en la superficie terrestre es atraído por la fuerza de gravedad hacia esta, es por esto por lo que no flotamos, porque podemos caminar y si tropezamos caemos en seguida, en este experimento la fuerza de gravedad también afecta al agua del vaso, sin embargo, hay una fuerza mayor que se opone a la gravedad, es la presión atmosférica impidiendo que el agua se derrame. Actúan dos fuerzas opuestas la de la gravedad actuando en el agua y la de la presión atmosférica en la cartulina empujando en este caso hacia arriba, considerando que esta presión atmosférica actúa en todas direcciones.

## **Resultados esperados**

Después de observar con detalle el experimento y analizar las respuestas de los estudiantes, se logra identificar la fuerza que ejerce la presión atmosférica sobre cualquier objeto presente en la superficie terrestre.

## **Experimento de presión atmosférica 2**

Para llevar a cabo este experimento se necesitan los siguientes materiales: una regla, un rollo de cinta o un objeto no tan pesado, que se pueda lanzar al piso, una hoja de papel y una mesa despejada, para utilizarla como base del experimento.

Primeramente, debemos colocar la regla sobre la mesa, de tal manera que sobresalga la mitad de la regla (aproximadamente 15 cm) por fuera de la mesa; después se debe soltar la cinta o el objeto que la reemplaza, encima de la regla, en la zona en la que se encuentra por fuera de la mesa.

Después, realizar el mismo procedimiento que en el paso anterior, solo que en este caso debemos poner la hoja de papel en forma horizontal encima de la regla, en la zona que queda encima de la mesa y luego soltar la cinta o el objeto que la reemplaza.

¿Qué ocurre? Describa lo observado

### **Explicación**

En el primer paso del experimento, la regla sale disparada y debido a la gravedad que actúa sobre todos los objetos en el planeta Tierra, esta cae al suelo.

Para la segunda parte del experimento, cuando se golpea el extremo de la regla que sobresale, el otro extremo de la regla golpea la hoja, pero debido a la presión del aire, esta no permite que surja efecto de caída de la regla,

### **Actividad**

Después de observar y describir los experimentos, haga un informe de los tres experimentos realizados en casa con los siguientes criterios de evaluación: presentación, coherencia de objetivos, procedimiento, marco teórico, datos del grupo y análisis de resultados.

### **Evaluación de la secuencia**

- ¿Qué pasaría si no tuviéramos atmósfera?
- ¿Por qué es importante cuidar el aire que respiramos?

## **8.3.3 Secuencia de actividades 2: Introducción al comportamiento de los gases**

**Objetivo de aprendizaje de la secuencia:** Reconocer experimental y teóricamente cómo se comportan los gases.

## Actividad 1

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Definir las leyes de los gases a través de ejercicios prácticos matemáticos.

### Propuesta de implementación

Realizar una explicación sobre las leyes de los gases mediante unas diapositivas explicando las ecuaciones y los enunciados de las tres leyes principales de los gases, desarrollar unos ejercicios matemáticos para fortalecer estas leyes, con el fin de poder demostrar mediante experimentos (en próximas sesiones) como interactúan las diferentes magnitudes con el gas presente en la atmosfera.

### ¿Qué es un gas?

El estado gaseoso es uno de los estados más comunes de la materia; algunas de sus características son: no tienen forma ni volumen definido, se expanden ocupando el espacio disponible, ejemplo un globo; sus partículas (átomos o moléculas) siempre están en movimiento, con alta energía cinética; son altamente compresible a comparación de los líquidos y sólidos; se encuentran presentes en la atmosfera terrestre y en diversos procesos industriales; son importantes en fenómenos como la respiración, combustión y fotosíntesis. Algunos ejemplos de gases: oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua, helio, entre otros.

### ¿Qué son las leyes de los gases?

Estas leyes surgen de experimentos realizados por científicos entre los siglos XVII y XIX y que hoy en día siguen siendo de gran importancia para entender los estudios en termodinámica y la teoría cinética de los gases. Comprender estas leyes permite predecir

como un gas responderá al modificar una o más de sus variables, presión, volumen, temperatura o cantidad de sustancia; Cada una de las leyes de los gases estudia cómo se relacionan dos variables específicas, siempre y cuando las otras variables se mantengan sin cambios.

Estas leyes explican el mundo que nos rodea y hacen posible algunas aplicaciones en diferentes áreas del conocimiento.

### **Algunas aplicaciones**

- La teoría cinética de los gases, la cual explica cómo se mueven las partículas en un gas.
- Optimización en el rendimiento de motores de autos y aviones
- Los sistemas de las neveras y los aires acondicionados se basan en la compresión y expansión de gases
- Globos meteorológicos, usan la expansión de gases a alturas elevadas
- Viajes espaciales, diseño de trajes y cápsulas presurizadas para astronautas
- Neumáticos, mantienen su forma y adherencia gracias a la presión interna del aire.

### **Ley de combinada de los gases**

Para cambios simultáneos de P, V y T.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

### **Primera ley de los gases o Ley de Boyle**

Enunciado: A temperatura constante, el volumen del gas disminuye en forma inversamente proporcional al aumento de la presión.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

### **Segunda ley de los gases o Ley de Charles**

Enunciado: A presión constante, el volumen del gas aumenta en forma directamente proporcional al aumento de la temperatura.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

### **Tercera ley de los gases o Ley de Gay Lussac**

Enunciado: A volumen constante, la presión del gas aumenta en forma directamente proporcional al aumento de la temperatura.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

### **Resultados esperados**

Se realizan los ejercicios planteados con el fin de comprender teóricamente cómo se comportan los gases en diferentes situaciones siempre y cuando una de sus variables se mantenga constante, esto apoyado de ejercicios similares a los presentados en las pruebas saber 11.

### **Actividad 2**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Reconocer la relación entre presión y volumen, mediante un experimento, con el fin de identificar la primera ley de los gases (ley de Boyle).

### **Pregunta**

¿Cómo se comporta el aire a temperatura constante variando las magnitudes presión y volumen?

## **Experimento**

Para este experimento son necesarios los siguientes materiales: una botella plástica vacía (500 ml), un globo, un clavo, agua y recipiente.

- Montaje inicial: Infla ligeramente el globo y colócalo en la boca de la botella vacía, asegurándote que quede sellada. Intenta volver a inflar el globo. Observa qué ocurre.
- Modificación del sistema: realiza un agujero en la base de la botella usando el clavo, tapa el agujero con un dedo y repite el paso 1, ahora, destapa el agujero e intenta inflar el globo nuevamente.
- Variante con agua: llena la botella con agua y tapa el agujero, observa si el globo se infla o se desinfla al destapar el agujero.

## **Explicación**

Sin agujero en la botella: el aire atrapado en la botella ejerce presión atmosférica contra las paredes del globo; al intentar inflarlo, el volumen de aire dentro de la botella se reduce, aumentando la presión (Ley de Boyle:  $P_1V_1 = P_2V_2$ ), la presión externa del aire en la botella supera la fuerza que ejerces al soplar, impidiendo que el globo se infle.

Con agujero destapado: el aire puede escapar por el agujero, igualando la presión interna con la atmosférica; ahora sí es posible inflar el globo, pues el aire sale por el orificio en lugar de comprimirse.

Variante con agua: al destapar el agujero, el agua sale por gravedad, reduciendo la presión interna; la presión externa (atmosférica) empuja las paredes del globo hacia adentro, desinflándolo o impidiendo su expansión.

Al reducir el volumen disponible para el aire en la botella (al inflar el globo), aumenta la presión interna.

El sistema busca equilibrarse: sin agujero, la presión frena la expansión; con agujero, el aire sale para mantener la presión constante.

### **Resultados esperados**

Este experimento demuestra cómo se relacionan las variables de presión y volumen en un gas, experimentando la Ley de Boyle.

## **Actividad 3**

### **Objetivo de aprendizaje de la actividad:**

Reconocer la relación directamente proporcional entre volumen y temperatura, mediante un experimento, con el fin de identificar la segunda ley de los gases (ley de Charles).

### **Pregunta**

¿Cómo se relaciona el volumen y la temperatura en un gas?

### **Experimento**

Para este experimento es necesario utilizar los siguientes materiales: una botella plástica, un globo, cinta adhesiva, dos recipientes del mismo tamaño y agua.

Para comenzar vamos a colocar la bomba en la boca de la botella, de tal manera que no esta no se caiga y quede bien ajustada, si es necesario se le pone cinta alrededor para que quede mucho más ajustada.

Luego en un primer recipiente vamos a introducir agua fría si es posible con hielos y en el otro recipiente introducir agua caliente, casi que a punto de ebullición.

Después introduciremos la botella en cada uno de los recipientes por aproximadamente 10-15 segundos para observar que sucede.

## **Explicación**

Para este experimento se hacen evidentes las variables de volumen y temperatura en un gas a presión constante, cuando introducimos la botella en agua fría, la bomba no tiene ninguna reacción se mantiene como al comienzo del experimento, pero cuando introducimos la botella en agua caliente, poco a poco la bomba se infla, aquí logramos ver una relación directamente proporcional cuando una variable aumenta en este caso la temperatura, la otra también aumenta como el volumen por eso se infla el globo y cuando la temperatura disminuye el volumen lo hace de la misma manera.

## **Preguntas**

¿Cómo se explica la relación de variables en este caso? ¿Qué sucede con la presión en este experimento?

## **Resultados esperados**

Se observó la relación entre temperatura y volumen a presión constante, mediante este experimento sencillo, lo que permite identificar la Ley de Charles.

## **Actividad 4**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Reconocer la relación entre presión y temperatura, mediante un experimento, con el fin de identificar la tercera ley de los gases (ley de Gay Lussac).

## **Pregunta**

¿Cómo se evidencia la relación entre temperatura y presión a través de un experimento?

## **Experimento**

Para realizar este experimento es necesario utilizar los siguientes materiales; una lata de aluminio vacía, agua (poca cantidad), una fuente de calor (mechero bunsen), pinzas o

guantes para manipular la lata caliente y, por último, un recipiente con agua fría y si es posible introducir algunos hielos.

### **¡Precauciones!**

Utilizar de manera adecuada las pinzas o guantes con el fin de evitar quemaduras.

Iniciamos el experimento agregando un poco de agua (10-15 ml) a la lata de aluminio.

Calentar la lata de aluminio con la fuente de calor, hasta que el agua hierva y el vapor comience a salir por la apertura de la lata.

Utilizar las pinzas para tomar la lata caliente y luego invertirla rápidamente para introducirla en el recipiente con agua fría.

¿Qué ocurrió? Describe lo observado.

### **Preguntas**

¿Por qué la lata se aplasta al enfriarse? ¿Qué pasaría si no hubiera agua en la lata antes de calentarla? ¿Cómo afectaría el tamaño de la lata al resultado del experimento?

### **Explicación**

Cuando se calienta la lata con el agua dentro, esta se convierte en vapor; aumentando la temperatura del gas; de igual manera aumenta la presión interna, cuando enfriamos la lata rápidamente, el vapor se condensa rápidamente disminuyendo la temperatura del gas y, por lo tanto, reduciendo su presión interna, lo que provoca que la lata se aplaste debido a que la presión atmosférica externa es mayor que la interna en la lata.

### **Resultados esperados**

Después de realizar el experimento se logra identificar la interacción entre estas variables.

## **Actividad**

Después de experimentar con un gas como el aire, se realiza una evaluación grupal donde los estudiantes mencionaran con sus propias palabras, el cómo y el por qué suceden esos fenómenos, mencionando las magnitudes que interactúan en el experimento e identificando cual es la ley del gas adecuada para cada experimento.

### **8.3.4 Secuencia de actividades 3: Contaminación atmosférica**

**Objetivo de aprendizaje de la secuencia:** Analizar las causas y consecuencias de la contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy.

#### **Actividad 1**

**Objetivo de aprendizaje:** Conocer las ideas previas de los estudiantes sobre contaminación atmosférica

#### **Ideas previas**

Se les pide a los estudiantes contestar cinco preguntas que están en la aplicación Mentimeter.

#### **Preguntas**

1. ¿Qué es la contaminación atmosférica?
2. ¿De qué manera usted ha sentido la contaminación del aire?
3. ¿Qué problemas crees que causa la contaminación del aire en las personas?
4. ¿Quiénes crees que son los principales responsables de la contaminación del aire?
5. ¿De qué manera los habitantes de Kennedy contribuyen a la contaminación del aire?

#### **Resultados esperados**

Se recogen las ideas previas de los estudiantes, haciendo uso del análisis que ofrece la aplicación Mentimeter. Se reconocen las concepciones que tienen los estudiantes sobre la contaminación atmosférica en su localidad.

## Actividad 2

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Conceptualizar sobre la problemática ambiental de contaminación atmosférica y sus características.

### Introducción

Una de las problemáticas ambientales y de salud pública más graves a nivel mundial, es la contaminación atmosférica, y muy poco se habla de ella, se le atribuyen 1 de cada 8 muertes en todo el mundo. La contaminación del aire se ha convertido en el segundo factor global de riesgo de muerte, dejando atrás al tabaco y a la desnutrición como factores de riesgo de muerte, y siendo superado sólo por la hipertensión arterial.

### Antecedentes

- **En la época antigua**

En la Roma Antigua, la quema de madera y carbón, utilizada para la calefacción de las viviendas y la producción de cerámica, ya causaba problemas de smog, especialmente en áreas urbanas.

- **Revolución Industrial (Siglos XVIII-XIX)**

El uso masivo de carbón en fábricas, trenes y barcos generó grandes emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y hollín.

- **Siglo XX: Expansión de la Contaminación Industrial**

El uso de petróleo y gasolina en automóviles aumentó la emisión de contaminantes a la atmosfera.

Londres sufrió uno de varios episodios de smog, nombrado en el "Gran Smog de Londres" (1952), que causó aproximadamente 12 mil muertes. Estados Unidos, el smog en Los Ángeles (años 40-50).

Estos y más episodios en la historia llevaron a la creación de leyes ambientales a nivel global.

### **¿Qué es la contaminación atmosférica?**

Es la acumulación o concentración de contaminantes en la atmosfera, que solos, en combinación o como producto de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, causas naturales o de una combinación de estas, generando efectos adversos en el ambiente, en los recursos naturales renovables y la salud humana.

Cuando las emisiones de CO<sub>2</sub> superan la capacidad de absorción de los ecosistemas vegetales, se altera este ciclo, aumentando el efecto invernadero y reduciendo la eficiencia fotosintética en algunas especies.

### **Fuentes fijas**

Emisiones generadas en ubicaciones geográficas específicas, generalmente asociadas a procesos industriales, energéticos o comerciales:

- Industria cementera: Emisiones de polvo, CO<sub>2</sub> y metales pesados
- Siderúrgicas y metalúrgicas: Generan óxidos de azufre, plomo, arsénico y mercurio.
- Calderas y hornos: Uso de combustibles fósiles en procesos térmicos
- Sistemas de calefacción: Quema de leña, carbón o diésel
- Incineradoras de residuos: Emiten dioxinas, furanos y metales pesados.
- Actividades mineras: Liberan polvo en suspensión y gases tóxicos como arsénico.

### **Fuentes móviles**

Emisiones contaminantes a partir de vehículos o maquinaria en movimiento.

- Automóviles y motocicletas
- Camiones y autobuses
- Vehículos pesados Aviones
- Helicópteros
- Barcos de carga
- Ferris
- Equipos de construcción
- Maquinaria agrícola

### **Fuentes naturales**

Contribuyen significativamente a la emisión de partículas y gases contaminantes.

- Volcanes: liberan dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), cenizas volcánicas (PM10 y PM2.5), cloro (Cl) y CO<sub>2</sub>.
- Quema de biomasa (bosques, pastizales)
- Tormentas de arena y polvo.
- Humedales y pantanos emiten metano (CH<sub>4</sub>).
- Rayos: Producen óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) al reaccionar el nitrógeno y oxígeno del aire.
- Olas y salpicaduras: Liberan cloruro de sodio (sal marina).

### **Algunos contaminantes**

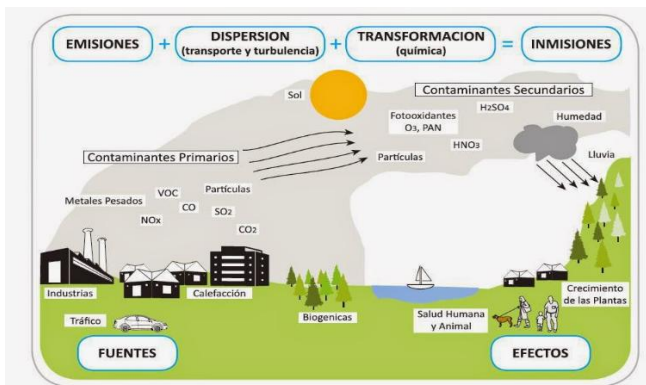
**Material particulado (MP):** pequeñas partículas tanto sólidas como líquidas que se encuentran en el aire y constituyen uno de los agentes contaminantes de la atmósfera.

- PM10: Son aquellas cuyo diámetro está por debajo de las 10 micras.
- PM2.5: Son aquellas cuyo diámetro está por debajo de las 2.5 micras.

**Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>):** Un compuesto químico que se encuentra mayormente en la atmósfera, formando parte del ciclo del carbono, vital para la vida en la Tierra. El dióxido de carbono tiene la función de mantener el calor de la atmósfera evitando que la Tierra se congele. Este fenómeno se llama efecto invernadero.

**Metano (CH<sub>4</sub>):** Se extrae principalmente de yacimientos para emplearlo como combustible y también en la industria. El metano es producido por la descomposición anaeróbica (sin necesidad de oxígeno) de la materia orgánica. Si es inhalado en grandes cantidades puede comportar ciertas dolencias en el ser humano, como desmayos, asfixia o paro cardíaco.

*Ilustración 5. Ciclo de gases contaminantes*



Nota: podemos ver en la imagen el proceso que se da entre las fuentes, los contaminantes primarios, los contaminantes secundarios y sus efectos. Adaptado de *La contaminación del aire* (<https://acortar.link/F9vt4L>)

## Resultados esperados

Con la información anterior, los estudiantes comprenden la problemática de contaminación atmosférica y sus características principales y reconocen las fuentes de emisiones de gases contaminantes.

### Actividad 3

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Identificar las zonas de Bogotá que más presentan baja calidad del aire, mediante al mapa interactivo de la secretaria Distrital de Ambiente IBOCA (Índice Bogotano de Calidad del Aire).

#### Introducción

Para esta actividad es necesario observar el video de YouTube titulado: Todo lo que debes saber sobre la calidad del aire, este video lo pone a disposición el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del gobierno de Colombia, el cual muestra algunas características sobre la contaminación del aire y también, como interpretar los datos que se presentan en el mapa interactivo IBOCA, ingresando desde el siguiente enlace: [Mapa de calidad del aire de Bogotá](#)

#### Mapa interactivo

Al ingresar a la página, aparece el mapa de la ciudad de Bogotá delimitado y coloreado, este color demuestra cómo se encuentra la calidad del aire en tiempo real y medido por la siguiente escala.

**Ilustración 6.** Escala de colores y niveles de calidad del aire



Nota: esta escala muestra mediante colores y niveles la presencia de contaminantes en el aire mediante los colores y de acuerdo con su riesgo en la salud. Adaptado de *Mapa de IBOCA (Índice bogotano de calidad del aire)* (<https://acortar.link/Yu132Q>)

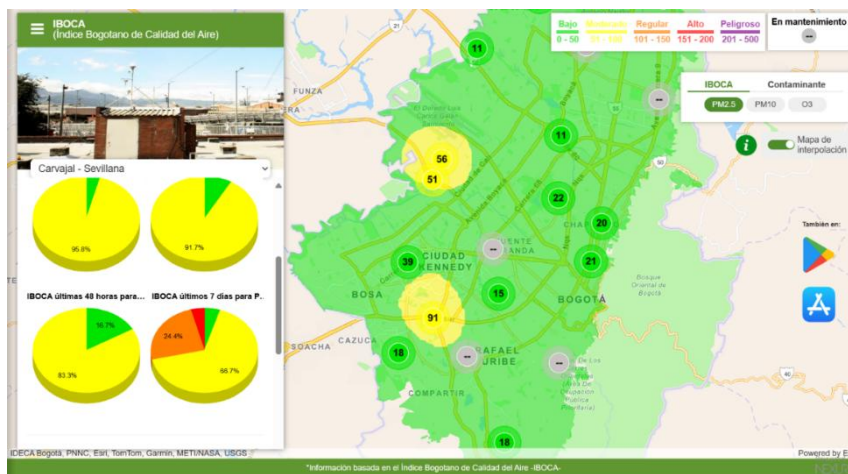
En la página se encuentra un listado con las estaciones de calidad del aire que hay por toda la ciudad, con información como: reportes (medidos por grafica de torta), histórico (medido por grafico lineal), pronostico y recomendaciones para la salud, los cuales no tenían ninguna información.

También aparece información de los contaminantes que se analizan, los cuales son PM 2.5, PM 10 y O<sub>3</sub>, para indicar el que se quiera consultar.

En el mapa aparecen los barrios y las localidades de la ciudad de Bogotá, allí demuestra mediante el color en qué estado en tiempo real se encuentra los diferentes barrios.

La siguiente imagen muestra la estación de calidad del aire de Carvajal-Sevillana, como se puede observar, es una estación crítica para la salud, según el reporte de los últimos 7 días, demuestra que ha tenido altos niveles de concentración del contaminante PM 2.5, y se también indica que es una estación que indica que su nivel de contaminación está frecuentemente en moderado, esto se puede identificar mediante las gráficas de torta y se puede comparar con otras estaciones de la ciudad.

*Ilustración 7. Monitoreo de calidad del aire en tiempo real*



Nota: para la estación de monitoreo Carvajal-Sevillana se puede observar que la calidad del aire ha sido moderada y ha llegado a niveles altos en el transcurso de 7 días, en comparación con toda la ciudad. Adaptado de Mapa de IBOCA (Índice bogotano de calidad del aire) (<https://acortar.link/Yu132Q>)

## Resultados esperados

Con los estudiantes se comparan diferentes estaciones de la ciudad, con ubicación en el Sur, Norte, Oriente y Occidente de la ciudad, para determinar que dinámicas influyen en esta baja

calidad del aire, también considerando, las fuentes fijas, móviles y naturales de la actividad anterior.

### **8.3.5 Secuencia de actividades 4: Impacto ambiental y en la salud**

**Objetivo de aprendizaje de la secuencia:** Comprender los efectos de la contaminación en la salud humana y en los ecosistemas

#### **Actividad 1**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Analizar mediante una lectura los efectos que tiene la contaminación atmosférica en la salud.

#### **Introducción**

Se propone la lectura: *Contaminación en Bogotá está provocando cambios genéticos en las personas*, un estudio publicado el 18 de marzo de 2025, por la agencia de noticias UNAL (Universidad Nacional de Colombia), donde analizan un estudio de exposición al PM 2.5, en la ciudad de Bogotá, principalmente en los barrios Carvajal-Sevillana y El Tunal, de las localidades de Tunjuelito y Kennedy.

#### **Lectura**

La lectura se proyectará en el televisor o se imprimirán dos copias para que los estudiantes la realicen en el salón, ellos mismos la leerán en voz alta, con indicación del profesor de quien va leyendo, al finalizar la lectura, analizamos y escribimos en el tablero los aspectos más importantes que tiene, escuchamos que entienden de la lectura, luego se aclaran algunas dudas que surgen, todo con el fin de comprender mejor la lectura.

#### **Resultados esperados**

Los estudiantes deben comprender como afecta la contaminación atmosférica a nuestra salud, teniendo en cuenta, los aspectos importantes mencionados en la lectura.

## Actividad 2

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Analizar el impacto de un gas contaminante específico ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM 2.5}$ , etc.) en la salud y el ambiente, desarrollando habilidades de investigación, trabajo colaborativo y divulgación científica.

### Organización

Al iniciar la clase se deben establecer los grupos de 4 a 5 estudiantes y los temas de selección de interés de cada grupo, los temas son:

- $\text{CO}_2$  - cambio climático
- $\text{NO}_x$  - Smog y lluvia acida
- $\text{SO}_2$  - industria y salud respiratoria
- $\text{PM 2.5}$  - enfermedades cardiovasculares
- $\text{CH}_4$  – efecto invernadero
- $\text{CO}$  - salud
- $\text{O}_3$  - cultivos
- $\text{NH}_3$  - eutrofización de aguas

Se deja claro que la sustentación no debe superar los 15 minutos.

### Orientaciones

Los estudiantes deben presentar en su sustentación lo siguiente: el origen (fuentes), impacto ambiental, impacto en la salud, posibles soluciones y datos curiosos.

Se pueden utilizar diferentes recursos de información, como recursos audiovisuales, noticias de revista de ciencia, artículos de ciencia, sitios gubernamentales, entre otros, los estudiantes deben indicar de donde obtienen la información, para la sustentación se pueden utilizar

diferentes formatos creativos como presentaciones digitales, maquetas o posters, infografías, entre otros, y deben incluir como mínimo un gráfico o imagen y una estadística relevante.

### **Resultados esperados**

Se realiza una reflexión sobre los diferentes temas, se retroalimenta de ser necesario y se identifica como estos gases afectan a la salud y el ambiente, desarrollando las diferentes habilidades.

### **Actividad 3**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Observar como las partículas contaminantes del aire se adhieren a una sustancia pegajosa, simulando lo que ocurre en nuestras vías respiratorias.

### **Materiales**

Para este experimento se solicita los siguientes materiales:

- Portaobjetos (o un vidrio pequeño, plástico o cartón que sea resistente)
- Vaselina (pegajosa y transparente)
- Lupa (para observar detalles)
- Cinta adhesiva (para fijar el portaobjetos)
- Cuaderno para tomar registros (observaciones)

### **Procedimiento**

El estudiante debe aplicar una capa delgada y uniforme de vaselina en el portaobjetos, luego debe colocar el portaobjetos con vaselina en un lugar expuesto al aire libre en su casa, ya sea en la terraza, en el balcón, en la ventana, entre otras y fijarlo con cinta para que no se caiga. En otra zona como parque o zona rural, colocar otra muestra con las mismas características.

El tiempo de exposición del objeto en el exterior debe ser de 3 a 5 días, dependiendo del nivel de contaminación de la zona.

Pasado el tiempo determinado, se debe retirar la muestra y examinarla con la lupa a simple vista.

Para la toma de registros se debe tener en cuenta; color (gris, negro, amarillo, otros), cantidad (pocas o muchas) y la textura (finas o gruesas) de las partículas adheridas a la muestra.

### **Análisis**

El estudiante debe comparar las dos muestras.

### **Actividad grupal de discusión**

Se van a realizar unas preguntas guía de la discusión: ¿Por qué creen que se adhirieron partículas a la vaselina? ¿En qué zona hubo más contaminación y por qué? ¿Cómo afecta esto a nuestra salud y al medio ambiente?

### **Resultados esperados**

Después de presentar el experimento y haber guiado la discusión se pretende que el estudiante reconozca la presencia de partículas tanto naturales como artificiales en el aire y reflexione sobre la relación entre las enfermedades respiratorias y la contaminación atmosférica.

## **8.3.6 Secuencia de actividades 5: Acciones y soluciones**

**Objetivo de aprendizaje de la secuencia:** Explorar soluciones con respecto a la contaminación del aire y fomentar la acción.

### **Actividad 1**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Analizar soluciones innovadoras basadas en evidencia para reducir la contaminación atmosférica

## **Exploración**

Esta exploración se hace con el análisis de tres estudios de caso:

- Estudio de los filtros urbanos (Torre de Smog en China)
- Techos verdes (Edificios públicos en Bogotá)
- Combustibles limpios (Hidrogeno verde en transporte)

Lo que da paso a proponer una discusión guiada con las siguientes preguntas: ¿Cómo funcionan estas tecnologías? ¿podrían aplicarse a nuestra ciudad y otras ciudades de Colombia?

## **Prototipado rápido**

Se deben organizar en grupos y deben llevar materiales reciclables, esto con el fin de diseñar un prototipado para una solución tecnológica para mejorar la calidad del aire en Kennedy, un ejemplo: la maqueta de un “árbol artificial” que absorba CO<sub>2</sub>, se debe explicar su función, materialidad y viabilidad.

## **Socialización**

Cada grupo debe presentar su prototipado en 5 minutos y después se realiza una votación entre los estudiantes teniendo en cuenta la siguiente pregunta ¿Cuál es la solución más creativa y realista?

## **Resultados esperados**

Se analizaron y propusieron soluciones con el fin de que los estudiantes contribuyan a la problemática de la contaminación atmosférica

## **Actividad 2**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Identificar focos de contaminación local y proponer acciones

### **Recolección de datos**

Se propone realizar una salida pedagógica a los alrededores del colegio y por el barrio, con el fin de identificar los focos de contaminación (vías congestionadas, fabricas, etc.) se debe marcar zonas verdes y puntos críticos de salud (hospitales, escuelas, etc.).

### **Reunión de grupos**

Los grupos se reúnen para analizar y organizar los datos recopilados previamente, discutirán como presentar la información clara y comprensible.

### **Creación de campaña**

El grupo se encargará de seleccionar un formato para su campaña, pueden ser: afiches (digitales o impresos) con mensajes claros e imágenes alusivas al tema, videos cortos de 5 minutos (donde se destaque causas, efectos y soluciones), presentaciones multimedia (herramientas digitales), entre otros, pueden utilizar imágenes, videos, datos estadísticos para potenciar su trabajo.

### **Presentación**

Cada grupo comparte su campaña con el resto de la clase, explicando su enfoque y mensaje clave.

### **Resultados esperados**

En conclusión, los estudiantes podrán reconocer de manera directa los focos de contaminación y así accionar frente a los problemas de contaminación atmosférica identificados.

## **Actividad 3**

**Objetivo de aprendizaje de la actividad:** Fomentar la acción directa mediante una actividad de concientización.

## **Consideraciones**

Los estudiantes retomaran la propuesta presentada anteriormente y la modificaran de acuerdo con los ajustes solicitados por el docente, para su posterior presentación.

## **Presentación**

Una vez realizados los ajustes de diseño, edición, recolección de información y presentación, se convocará a una actividad de puertas abiertas en la institución, donde los estudiantes presentaran de manera creativa e innovadora y si es posible mediante experimentos el tema de contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy, considerando los temas vistos durante las clases: dicha actividad busca que los asistentes al espacio recorran cada stand diseñado y decorado por los estudiantes.

## **Convocatoria**

Se hará una convocatoria para la asistencia de padres y familiares de los estudiantes al espacio, pero al ser este un espacio abierto, podrán ingresar personas de la comunidad académica, es decir, otros docentes, otros estudiantes, personal administrativo, etc. Con el fin de hacer una actividad de concientización en la población de esta zona.

## **Resultados esperados**

Esta actividad busca concientizar a la población que transcurre por esta zona día tras día, demostrando que hay unas dinámicas que están afectando a nuestra salud, y que en ocasiones desconocemos, pero sabemos que están presentes afectando a los seres vivos que allí habitan, esta actividad fomenta la acción y la crítica en los estudiantes, con respecto al interés económico de las empresas, desconociendo en ocasiones los efectos que generan en una población.

### 8.3.7 Evaluación de aprendizaje

Esta evaluación está dirigida a estudiantes de la Institución Educativa Distrital SaludCoop Sur, ubicado en la localidad de Kennedy, en el barrio Calandaima.

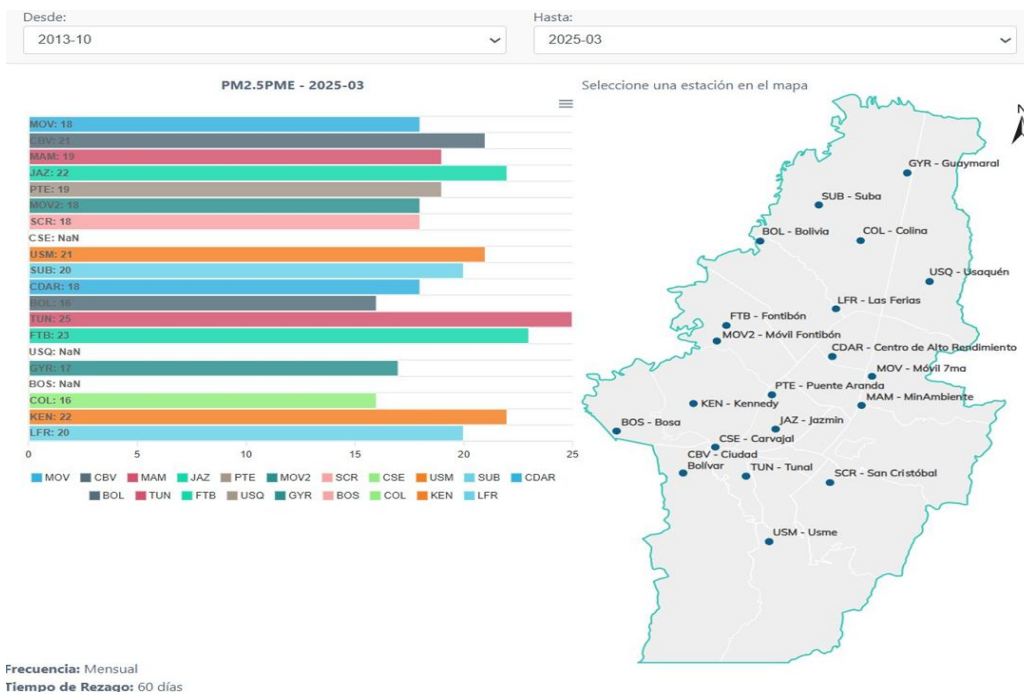
**Objetivo:** Evaluar los aprendizajes esperados en los estudiantes.

Esta evaluación de aprendizajes se da en el contexto de la Práctica Pedagógica, que, como estudiante de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica Nacional, llevé a cabo con los estudiantes de esta IED; en este sentido, amablemente les solicité contestar las siguientes preguntas con base en lo aprendido en clase:

1. Explica de qué manera se deteriora la capa de ozono.
2. ¿Cuáles son las tres leyes de los gases y cuáles son las variables relacionadas en ellas?
3. Nombre dos ciudades de Colombia, indique cuál tiene mayor presión atmosférica y cuál tiene menor presión atmosférica, y escriba por qué se da esta diferencia.
4. Observe la imagen del mapa parcial del Distrito Capital de Bogotá e identifique las cinco estaciones de calidad del aire con más presencia de material particulado 2.5 (PM 2.5), las cinco estaciones de monitoreo con menos presencia de PM 2.5, y explique cuáles son los factores que determinan esta situación. (ver ilustración)
5. Elabore un dibujo mostrando como se contamina el aire en la ciudad de Bogotá, con sus fuentes (fijas, móviles y naturales) y explique en dos párrafos cómo sucede esto y que contaminantes están presentes.

- Proponga una actividad de manera detallada y fundamentada, para disminuir la contaminación del aire en su localidad y barrio.

**Ilustración 8.** Estadística de contaminación por MP 2.5 en la ciudad de Bogotá. D.C.



Nota: se estableció la actividad en un rango de estudio desde el año 2013 hasta el año 2025 y el resultado se da en una grafica de barras mediante los colores y su respectiva estación. Adaptado de *Secretaria Distrital de Ambiente/consulta datos* (<https://acortar.link/cW5LrQ>)

## 9 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DIDACTICA

Para realizar el análisis de los resultados después de implementado el cuestionario inicial, las secuencias de actividades y la evaluación final, se utilizó la herramienta de escalera de aprendizaje propuesta por Rafael Porlán, la cual se define como un “instrumento de evaluación formativa que representa los diferentes niveles de comprensión o dominio que los estudiantes pueden alcanzar respecto a un concepto o habilidad específica” (Rafael, 2013, pág. 45); en el marco de esta investigación, se diseñaron escaleras de aprendizaje para cada pregunta del cuestionario inicial y la evaluación final, estableciéndose cinco escaleras de

aprendizaje para el cuestionario inicial y seis escaleras de aprendizaje para la evaluación final. Estas escaleras presentan una estructura de niveles de desempeño progresivos, donde el nivel 1 corresponde al bajo conocimiento y el nivel 4 al conocimiento alto del tema; la diferencia en el número de niveles (3 o 4) se debe al tipo de pregunta evaluada, las preguntas con respuestas más variadas y complejas necesitaron 4 niveles para clasificarlas con mayor detalle, mientras que las que tenían respuestas más simples requirieron únicamente 3 niveles. Esto permitió medir el aprendizaje de manera más precisa.

Durante el desarrollo de la investigación, la implementación de la unidad didáctica diseñada se vio limitada por las demandas curriculares institucionales, las cuales exigían a la docente titular avanzar en contenidos preestablecidos. Esta restricción temporal impidió ejecutar la totalidad de la secuencia planificada, lográndose aplicar únicamente hasta la Actividad 1 de la Secuencia de actividades 4. Si bien esta circunstancia redujo el alcance inicial del proyecto, las sesiones implementadas proporcionaron datos valiosos para analizar la viabilidad y los efectos parciales de la propuesta didáctica en el proceso de aprendizaje.

## **9.1 RESULTADOS FASE 1: DIAGNOSTICO**

### **9.1.1 IMPLEMENTACIÓN DEL CUESTIONARIO INICIAL**

El cuestionario se realizó el día 27 de marzo de 2025 en la segunda hora de clases, en las instalaciones de la IED SaludCoop Sur de manera presencial, con un total de 39 estudiantes del grado 1101 de la jornada mañana, la implementación se llevó a cabo con la presencia de la docente titular de Química, el cuestionario fue impreso y entregado a los estudiantes en una hoja de papel, que constaba de 5 preguntas las cuales son:

1. ¿Qué pasaría si no tuviéramos atmósfera?
2. ¿Qué leyes de los gases conoce?

3. ¿Por qué es importante cuidar el aire que respiramos?
4. ¿Qué pueden hacer usted y sus compañeros de curso para aportar a la solución del problema de contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy?,
5. ¿Cuáles considera en su localidad focos de contaminación atmosférica y por qué?

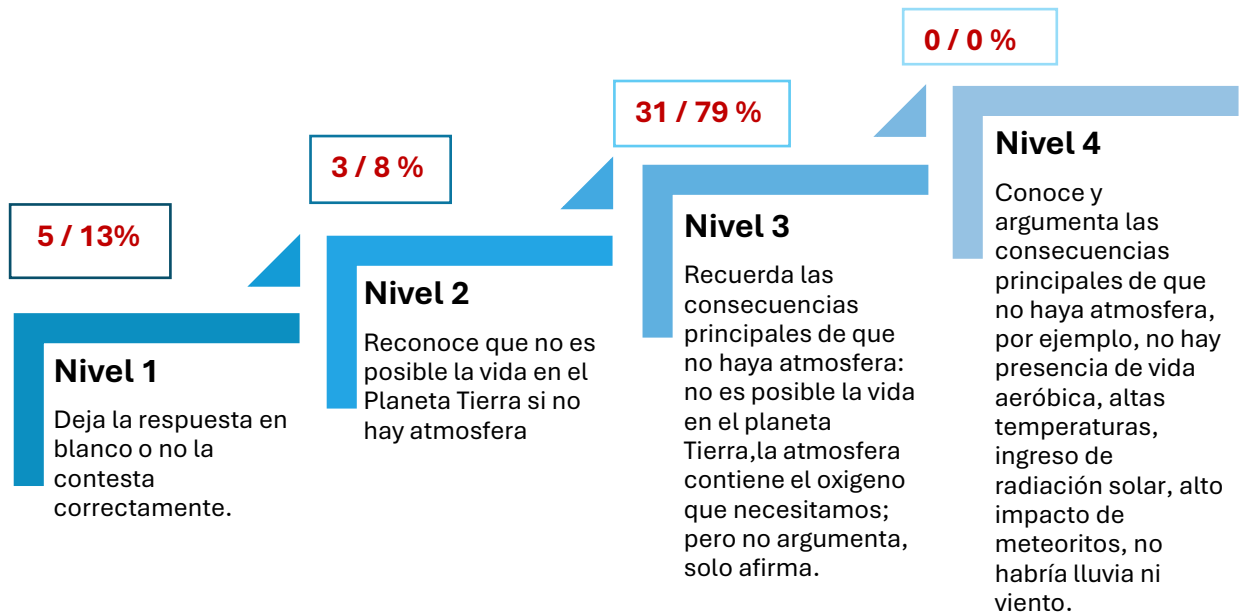
La última pregunta, fue sugerida por la docente titular de la clase de Química; dicha pregunta fue escrita por los estudiantes al momento de responder al cuestionario, por lo que no venía en la impresión asignada. Al momento de responder el cuestionario los estudiantes se mostraban tranquilos y dispuestos a la actividad, siguieron las indicaciones con respeto y respondieron con sus propias palabras, sin apoyo de dispositivos electrónicos ni de los apuntes de clase.

### **9.1.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS AL CUESTIONARIO INICIAL**

A continuación, se presentan los niveles en los que se clasificó a los estudiantes por su cercanía a la respuesta más acertada, en las escaleras de aprendizaje se ven dos números, el primer número muestra la cantidad de estudiantes que se encuentran en cada nivel y el segundo número muestra el porcentaje de estudiantes por nivel sobre el 100 %.

- **Pregunta 1: ¿Qué pasaría si no tuviéramos atmósfera?**

*Gráfico 1. Escalera de aprendizaje pregunta 1 del cuestionario inicial*



El mayor porcentaje de estudiantes se encuentra en el nivel 3 con un 79 %, esto indica que los estudiantes reconocen las funciones básicas de la atmosfera, especialmente su importancia para la existencia de la vida. Sin embargo, sus respuestas son descriptivas y no incluyen explicaciones argumentadas.

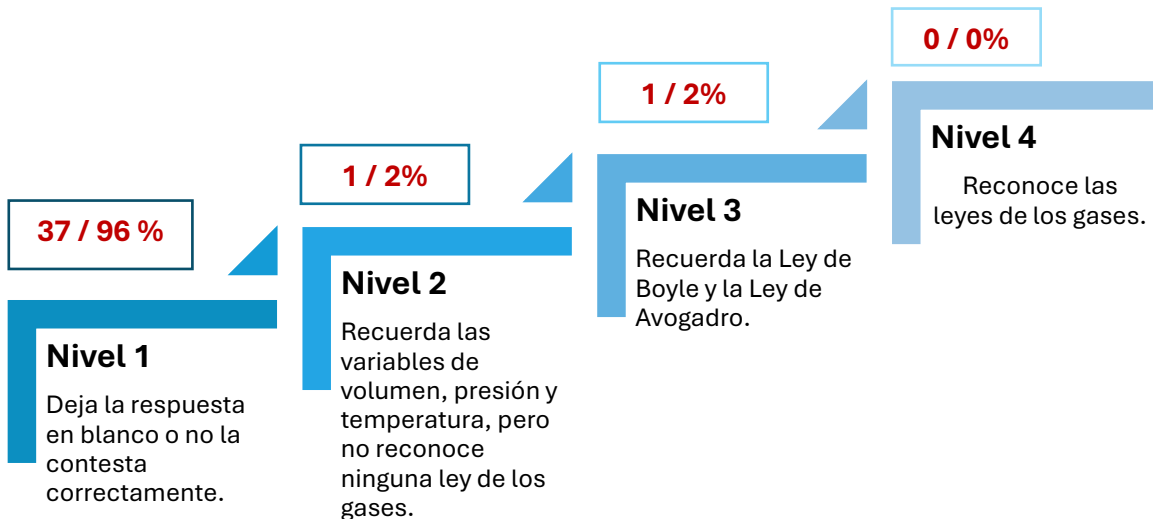
Un 13% de los estudiantes se encuentran en el nivel 1, dejando la respuesta en blanco o sin responder correctamente, esto evidencia vacíos conceptuales importantes.

En el nivel 2 se ubica un 8% quienes reconocen la imposibilidad de la vida sin atmosfera, pero sin profundizar en las razones científicas que lo sustentan. Finalmente, ningún estudiante alcanzó el nivel 4; el cual requiere una comprensión más compleja y argumentativa sobre las consecuencias en el caso de la ausencia de la atmosfera.

De esta manera, los resultados reflejan que, aunque la mayoría posee una noción básica sobre la importancia de la atmosfera, existen vacíos de razonamiento científico y argumentativo.

- **Pregunta 2: ¿Qué leyes de los gases conoce?**

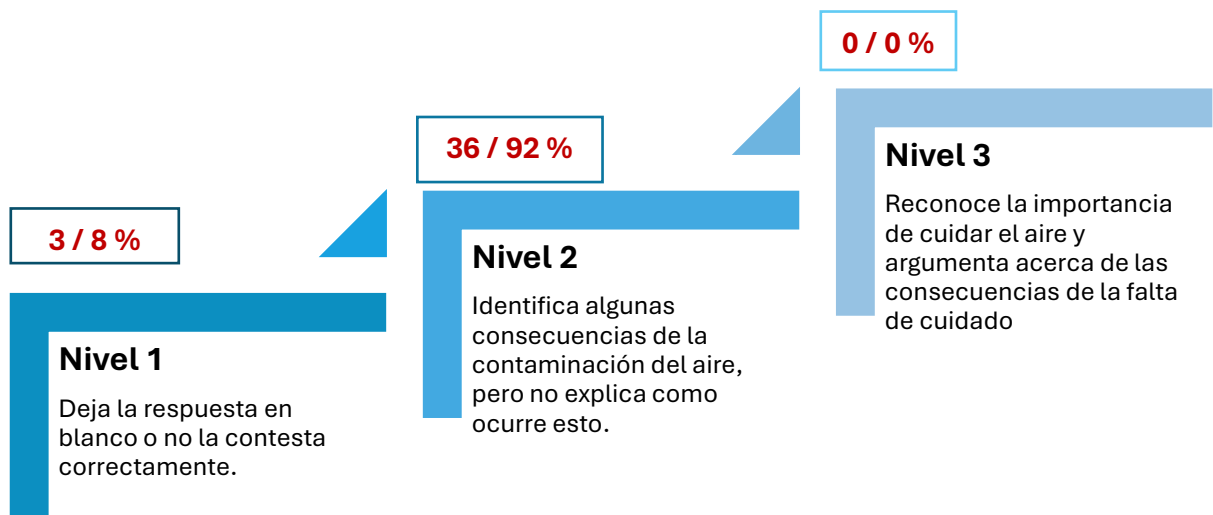
Gráfico 2. Escalera de aprendizaje pregunta 2 del cuestionario inicial



Los resultados para esta pregunta evidencian un bajo conocimiento de las leyes de los gases, encontrando el 96% de los estudiantes en el nivel 1 (respuesta en blanco o incorrecta), el 2% en el nivel 2, identifica algunas variables de las leyes de los gases y el otro 2% en el nivel 3 recuerda una o dos leyes específicas de los gases, mientras que ningún estudiante demuestra una comprensión integral de las leyes de los gases; se reflejan dificultades de asimilación conceptual, lo cual sugiere la necesidad de replantear estrategias didácticas

- **Pregunta 3: ¿Por qué es importante cuidar el aire que respiramos?**

Gráfico 3. Escalera de aprendizaje pregunta 3 del cuestionario inicial

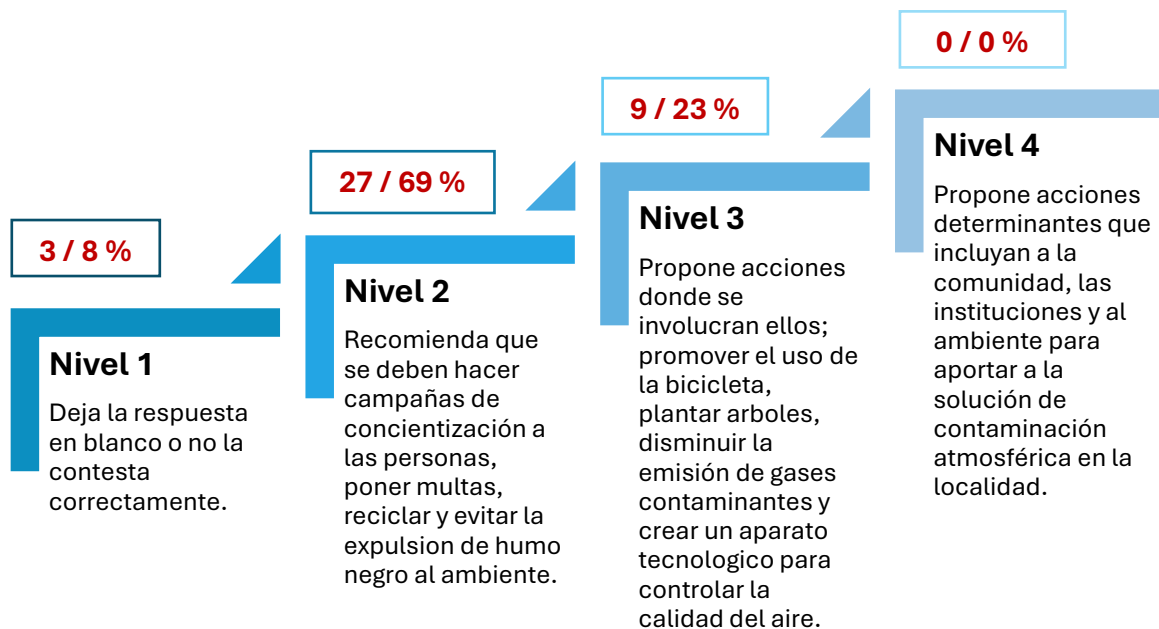


El 92% de los estudiantes se ubican en el nivel 2, lo que indica una comprensión parcial del concepto, aunque los estudiantes logran identificar algunas consecuencias de la contaminación del aire no establecen relaciones causales ni explican los procesos o acciones que sustentan dichas consecuencias. De esta manera se evidencia que las respuestas son orientadas hacia lo descriptivo y de carácter memorístico, pero sin argumentación.

El 8% restante de los estudiantes se encuentran en el nivel 1, donde su respuesta es incorrecta o no resuelta, identificando que los estudiantes no reconocen la importancia del cuidado del aire presenten en nuestro ambiente; ningún estudiante alcanzó el Nivel 3 (0%), debido a que este nivel demanda comprensión argumentativa y la capacidad de relacionar conceptos como cuidado del aire y salud.

- **Pregunta 4: ¿Qué pueden hacer usted y sus compañeros de curso para aportar a la solución del problema de contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy?**

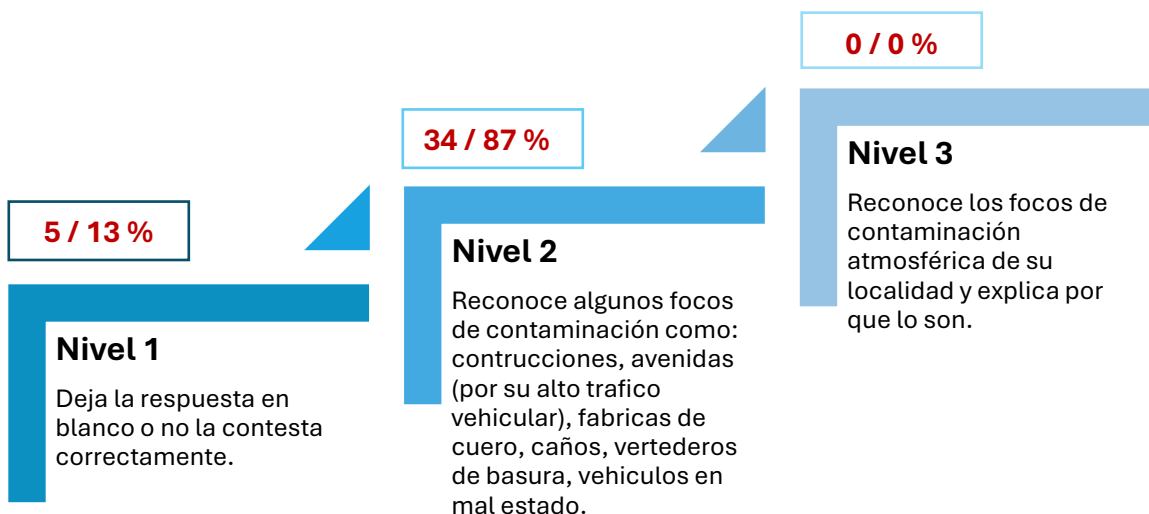
**Gráfico 4.** Escalera de aprendizaje pregunta 4 del cuestionario inicial



El 69% de los estudiantes se concentra en el nivel 2 donde se limitan a proponer acciones, tales como campañas de concientización o sanciones, sin demostrar una comprensión más profunda que demuestre de manera estructural el problema ambiental. El 23% de los estudiantes se ubica en el Nivel 3, mostrando avances hacia una mayor implicación personal y propositiva, dado que plantea acciones concretas para reducir la contaminación del aire; sin embargo, dichas propuestas se mantienen en el ámbito individual o doméstico, sin integrar variables políticas, institucionales, entre otras, que permitan una comprensión general de la problemática. Por otra parte, el 8% de los estudiantes se ubica en el Nivel 1, que refleja ausencia de respuesta o desconocimiento conceptual. Por último, ningún estudiante alcanzó el Nivel 4, lo que indica carencia de herramientas cognitivas para lograr vincular factores sociales, económicos y ambientales en pro de la formulación de soluciones colectivas.

## Pregunta 5: ¿Cuáles considera en su localidad focos de contaminación atmosférica y por qué?

Gráfico 5. Escalera de aprendizaje pregunta 5 del cuestionario inicial



El 87% de los estudiantes se ubica en el nivel 2, lo cual indica que la mayoría reconoce focos de contaminación atmosférica en su localidad, como las construcciones, los vehículos o las fábricas, pero no logra explicar las causas por las cuales se convierten en fuentes contaminantes. El 13% restante de los estudiantes corresponde al nivel 1, donde su respuesta fue dejar en blanco o no contestar adecuadamente; de esta manera se evidencian las dificultades para relacionar la teoría con el contexto local. Por último, ningún estudiante alcanzó el nivel 3 (0%), este nivel exige reconocer y explicar los focos de contaminación atmosférica desde un enfoque científico contextualizado.

## 9.2 RESULTADOS FASE 2: IMPLEMENTACIÓN

En esta fase dos, se hablará sobre la implementación de la unidad didáctica (secuencias de actividades) formulada bajo el análisis de conocimientos previos de los estudiantes y

enfocada en sus necesidades educativas, para el fortalecimiento de los saberes relacionados con la contaminación atmosférica y sus consecuencias en la salud y el ambiente.

### **9.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE LAS SECUENCIAS DE ACTIVIDADES**

Secuencia de actividades 1: la implementación de la primera secuencia de actividades sobre la atmosfera se llevó a cabo desde el lunes 31 de marzo de 2025 hasta el jueves 3 de abril de 2025, en tres sesiones; dos sesiones de una hora y una sesión de dos horas, en ella se realizó como primera actividad, una socialización sobre sus ideas previas acerca de la atmosfera, como segunda actividad, se realizó una presentación que mostraba las características principales de la atmosfera y sus capas, para la tercera actividad se desarrolló el experimento de la presencia del aire en nuestro entorno, y para la cuarta actividad se realizaron dos experimentos relacionados con la presión atmosférica y la entrega de su respectivo informe.

Secuencia de actividades 2: la implementación de la segunda secuencia de actividades sobre la introducción al comportamiento de los gases se llevó a cabo desde el 7 de abril de 2025 hasta el 10 de abril de 2025, en tres sesiones, dos sesiones de una hora y una sesión de dos horas; las actividades en esta secuencia principalmente fueron practicas experimentales asociadas a las tres leyes de los gases; esto apoyado en los contenidos seleccionados, mostrado mediante una presentación y con ejercicios prácticos matemáticos, para finalizar con una socialización y una presentación de informe de los experimentos realizados.

Secuencia de actividades 3: la implementación de la tercera secuencia de actividades sobre la contaminación atmosférica se llevó a cabo desde el día 21 de abril de 2025 hasta el 24 de abril de 2025, en tres sesiones; dos sesiones de una hora y una sesión de dos horas; para las actividades de esta secuencia era necesario el uso de medios tecnológicos ya que se ingresaba


a paginas como Mentimeter, para realizar el monitoreo en tiempo real de la calidad del aire y para ver unos videos que apoyaban la explicación de la contaminación atmosférica.

Secuencia de actividades 4: la implementación de la cuarta secuencia de actividades sobre impacto ambiental y en la salud, se llevó a cabo el día 28 de abril de 2025 solo para la primera actividad propuesta de la secuencia, esto se realizó en una única sesión, de una hora, para esta actividad se requería la impresión de la lectura: *Contaminación en Bogotá está provocando cambios genéticos en las personas* y se trabajó en clase, no se llevó ninguna actividad más acabo debido a limitaciones de tiempo en la institución.

## 9.2.2 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SECUENCIAS DIDACTICAS

Se presentan tablas para una mejor comprensión y organización de la información correspondiente al análisis de la implementación.

**Tabla 14.** Análisis de la secuencia de actividades 1

<b>Análisis de la secuencia de actividades 1: la atmósfera</b>	
<p>Primera actividad de la secuencia</p> 	<p>Las preguntas de esta actividad son: ¿Qué es la atmósfera?¿Qué hay arriba de nosotros, más allá de las nubes?¿Cómo respiramos y por qué no podemos hacerlo en el espacio?¿Qué nos protege de los rayos del sol o de los meteoritos?, al realizar la implementación de la actividad de ideas previas, <b>se observó que los estudiantes mostraban dificultad para comprender las preguntas lo que daba paso a considerar su bajo nivel de conocimiento y argumentación.</b></p>
<p>Segunda actividad de la secuencia</p>	<p>La implementación de esta segunda actividad de la secuencia orientada a la conceptualización de la atmósfera <b>permitió identificar un interés y un cuestionamiento por parte de los</b></p>

1. ¿PORQUÉ NO SE MOJA EL PAPEL?  
 porque el aire dentro del vaso ocupa espacio y actúa como una barrera. Cuando introduces el vaso al agua, el aire (ejerce) atrapado en su interior evita que el agua entre y toque el papel. El aire ejerce presión hacia abajo y mantiene el agua fuera del vaso.



Tercera actividad de la secuencia

estudiantes con respecto a los contenidos presentados; utilizar representaciones e imágenes facilita la comprensión de los conceptos y el análisis por parte de los estudiantes, por otro lado, al utilizar ejemplos contextuales permite dar paso para que los estudiantes aporten desde su conocimiento y percepción sobre el contenido trabajado, mediante la realización del dibujo permite entender la percepción que los estudiantes tiene sobre cada concepto.



Cuarta actividad de la secuencia

En esta actividad practica experimental los estudiantes estuvieron dispuestos al aprendizaje mediante la experimentación, sin embargo, se evidencia la falta de instrumentos para realizarlo, cabe resaltar que el experimento se llevó a cabo de manera satisfactoria, algunos grupos de estudiantes lo hicieron siguiendo las indicaciones y trabajando colectivamente, en otros casos, algunos grupos no consiguieron los resultados esperados.


Las imágenes presentadas son de dos informes presentados por grupos de estudiantes, se evidencia una comprensión de los efectos de la presión en la experimentación y desde su interpretación, también, se evidencia que por medio de la actividad se realiza un refuerzo conceptual y experimental en los estudiantes.

La implementación de esta actividad en dos experimentos promovió un interés por el tema y se veían motivados por los experimentos, mediante estos experimentos sencillos se desarrollaron habilidades como: manipulación de materiales para lograr buenos resultados, trabajo en equipo, evaluación de variables, autoevaluación, interpretación de resultados y comunicación científica.

En las imágenes adjuntas se evidencia una apropiación del concepto de presión

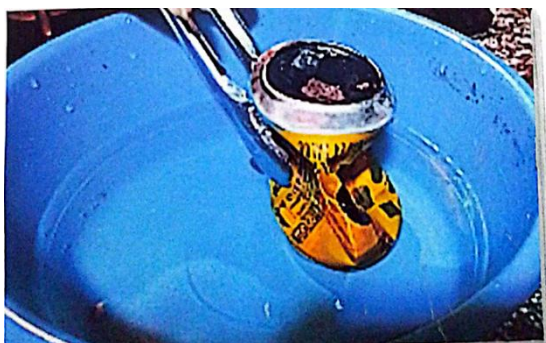
<p>Experimento #2</p> <p>- En este experimento encontramos que se ejerce una presión atmosférica donde vivimos como la cartulina empuja hacia arriba y mantiene el agua dentro del vaso. Aplicando una fuerza más fuerte que el peso del agua por lo que invade que esta se caiga.</p> <p>Ejercicio #3</p> <p>- En este experimento observamos una presión atmosférica en donde colocamos la hoja con la regla donde permite que la regla no se caiga al suelo por el impacto con el papel. Sin el papel no hay suficiente aire para soportar el golpe de la regla. Al poner la hoja esta crea una presión atmosférica que trabaja extendida hacia abajo creando una barrera cuando golpeas el otro extremo de la regla donde se opone a la presión atmosférica.</p>	<p>atmosférica, una mejoría en la argumentación y el papel de la presión atmosférica en los experimentos realizados, estas evidencias son valiosas porque hacen visible el progreso en el pensamiento de los estudiantes.</p> <p>Las actividades propuestas promovieron desde lo conceptual y lo práctico la promoción de algunos contenidos actitudinales, como: pensamiento reflexivo, responsabilidad en el trabajo individual y grupal, pensamiento crítico y capacidad de análisis y motivación por la investigación.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 15. Análisis de la secuencia de actividades 2

<b>Análisis de la secuencia de actividades 2: introducción al comportamiento de los gases</b>	
<p>Primera actividad de la secuencia</p> 	<p>La actividad implementada fue teórico-práctica, haciendo uso del tablero del salón; aquí se explicó la ley combinada de los gases, y las tres leyes de los gases principales, con sus variables; esta explicación aporta en gran medida a la comprensión del comportamiento de los gases bajo diferentes condiciones, con el fin de aportar a nuevos conocimientos y significados que puedan ser interiorizados, esto fue recibido de la mejor manera por los estudiantes, los cuales fueron mejorando su argumentación y aprendiendo las fórmulas mencionadas, después de la explicación se presentaron unos problemas matemáticos relacionados a las pruebas icfes, por solicitud de los estudiantes, ya que prontamente la tendrían, se buscaron problemas relacionados a dicha prueba y se dio solución en clase, dando algunos puntos a tener en cuenta al momento de presentar las pruebas, esto fortalece la capacidad de estudiar problemas reales relacionados a los contenidos presentados, la actividad tuvo una acogida positiva entre los estudiantes, sin embargo, se considera que se debe mejorar la explicación mediante el uso de simuladores interactivos como el Phet, para mejorar la apropiación y comprensión de los conceptos trabajados.</p>



Actividades experimentales de las leyes de los gases (Ley de Boyle, Ley de Charles y Ley de Gay-Lussac).



Estas actividades nos ayudan a ver de forma práctica como funciona la atmosfera a aprender de manera mas fácil y divertida.

Las prácticas de laboratorio se llevaron a cabo en el mismo salón que se venía trabajando, claro está con todos los elementos de protección necesarios para hacer la práctica de manera satisfactoria; la realización de los experimentos fortaleció el trabajo en equipo entre los estudiantes, durante el desarrollo de los laboratorios; los estudiantes se organizaron autónomamente en grupos de trabajo, y los pocos estudiantes que no llevaron ningún material, se unían a uno de los grupos ya consolidados; estas prácticas de laboratorio trasciende la mera transmisión de conocimientos teóricos al promover el desarrollo de competencias científicas esenciales para los estudiantes, lo cual se evidencia mediante la actitud participativa mostrada por los estudiantes; la práctica de laboratorio facilitó la comprensión significativa de conceptos desconocidos al contextualizarlos en fenómenos observables, como se ve en una de las imágenes adjuntas los estudiantes sienten más afinidad con la implementación de experimentos en sus clases, en este caso fue importante utilizar esta metodología experimental, para hacer más práctica la teoría y propender a innovadoras maneras de enseñar las ciencias.

## Actividad Informe de laboratorio

**OBJETIVOS**

Lograr que los estudiantes comprendieran mejor la atmósfera a través de experimentos prácticos que ayudaron a que el aprendizaje fuera más claro y significativa.

Con esta actividad buscamos no solo aprender la teoría del tema sino también observar y entender de manera sencilla los procesos que ocurren en la atmósfera. Los experimentos fueron una experiencia interesante y educativa que nos permitió mejorar nuestras habilidades de observación y reforzar lo aprendido, demostrando que hacer actividades prácticas es una excelente forma de entender fenómenos naturales que pueden ser difíciles de imaginar solo con palabras.


Desarrollar experimentos sencillos para entender mejor el proceso de evaporación y los cambios de presión que ocurren en el ciclo de la atmósfera. Para esto realizamos dos actividades:

- usamos una lata con un poco de agua y una vela para calentarla hasta que el agua hiriera.
- utilizamos una olla con agua caliente y colocamos una botella Plástica con un globo encima para observar como el vapor infla el globo.

Estas actividades nos ayudaron a ver de forma práctica como funciona la atmósfera a aprender de manera más fácil y divertida.

En la práctica educativa es fundamental evaluar de manera cuantitativa los procesos de aprendizaje que van adquiriendo los estudiantes para ello se solicitan unos productos entregables que sirven como sustento del trabajo en clase, estos informes y otras actividades fueron parte de las notas solicitadas por la docente titular de la clase, además que mediante estos informes de laboratorio se buscaba documentar procesos, analizar resultados y comunicar hallazgos obtenidos en los mismos, también identificaron la relación entre teoría y práctica que mejora la comprensión mediante estas actividades, en esta práctica los estudiante no solo hacen ciencia sino también aprenden a comunicarla, en este caso fue de manera escrita; aunque los estudiantes lo presentaron sin un orden específico, ellos presentaron: portada, objetivos, materiales- reactivos, marco teórico, procedimientos y resultados; al momento de poner título a la práctica de laboratorio, los estudiantes no reconocieron el tema trabajado; pero hubo concordancia con los objetivos planteados; como se ve en las imágenes.

Tabla 16. Análisis de la secuencia de actividades 3

<b>Análisis de la secuencia de actividades 3: contaminación atmosférica</b>	
<p>Primera actividad de la secuencia</p> 	<p>Esta actividad fue de suma importancia y muy interactiva con los estudiantes, se hizo uso de la herramienta en línea Mentimeter, para identificar lo que consideraban o conocían los estudiantes sobre contaminación atmosférica, esta herramienta en línea ofrece la posibilidad de recopilar instantáneamente las respuestas mediante nubes de palabras, promueve la participación equitativa ya que es anónima y así los estudiantes se sienten más seguros de participar, se permite proyectar las respuestas y los estudiantes pueden contrastar sus ideas con las de sus compañeros y así abrir la posibilidad a nuevas ideas, por último, el docente puede identificar errores conceptuales comunes o vacíos de conocimiento, así mismo ajustar sus clases para fortalecer los conocimientos previos.</p>



	contaminación, lo que da paso a considerar que se hagan parte de la solución al problema y que busquen soluciones próximas.
<p>Tercera actividad de la secuencia</p> 	<p>Esta actividad fue interactiva, utilizando la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá, esta se realizó en el computador que estaba en el salón y proyectado en el televisor para los estudiantes, se analizaron varios puntos de la ciudad donde había más baja calidad del aire y se contrastaron con otros puntos con mejor calidad del aire; esta estrategia fortaleció el análisis e interpretación de datos, la comprensión de los indicadores ambientales, la conciencia ambiental, la argumentación basada en evidencia, el sentido de responsabilidad social; esta actividad situó a los estudiantes como analistas de datos reales, al generar esa habilidades de interpretación; con esta actividad los estudiantes interactuaron con la plataforma y permitieron preguntarse por qué unas localidades tienen más contaminación, justamente donde ellos residen y otras donde no hay mucha presencia de contaminación.</p>

Tabla 17. Análisis de la secuencia de actividades 4

<b>Análisis de la secuencia de actividades 4: impacto ambiental y en la salud</b>	
<p>Primera actividad de la secuencia</p> 	<p>El desarrollo de la lectura en grupo permitió que los estudiantes desarrollaran competencias comunicativas, como la lectura en voz alta, también el fomento de la participación de todos; la lectura se fue realizando con todos los estudiantes y si surgían algunas dudas se iban resolviendo a medida que se avanzaba, los temas mencionados en la lectura eran muy pertinentes para su abordaje, estaban relacionados a un barrio de la localidad como lo es Carvajal, lo que aporta a la comprensión un carácter contextual y al análisis de un estudio grave que afecta la salud de las personas; si bien fue importante analizar la lectura, se podría realizar otra actividad que motive a los estudiantes a seguir indagando.</p>

Para esta actividad evidenciamos que fue de utilidad hacer la implementación del formulario, dado que permite evidenciar los vacíos conceptuales de los estudiantes, además de esto

permite generar una mejor orientación a las actividades y enfocarse en las necesidades de los estudiantes.

### **9.3 RESULTADOS FASE 3: EVALUACIÓN FINAL**

Para la creación de las preguntas evaluativas se utilizó la Taxonomía de Bloom la cual se entiende como un sistema de clasificación jerárquica, para establecer y diferenciar diversos grados de complejidad cognitiva, en ella “se estructuran los distintos procesos de aprendizaje y se ordenan desde las habilidades de orden inferior a las habilidades de orden superior” (Francisco, 2017, pág. 177), para este caso se establecieron seis niveles desde el de menor complejidad hasta el de mayor complejidad, estas son: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear; cada nivel corresponde a una de las preguntas planteadas en la evaluación, fomentando así un entendimiento más profundo y relevante al orientar a los alumnos a través de un proceso que trasciende a la simple memorización de contenidos.

#### **9.3.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA EVALUACIÓN FINAL**

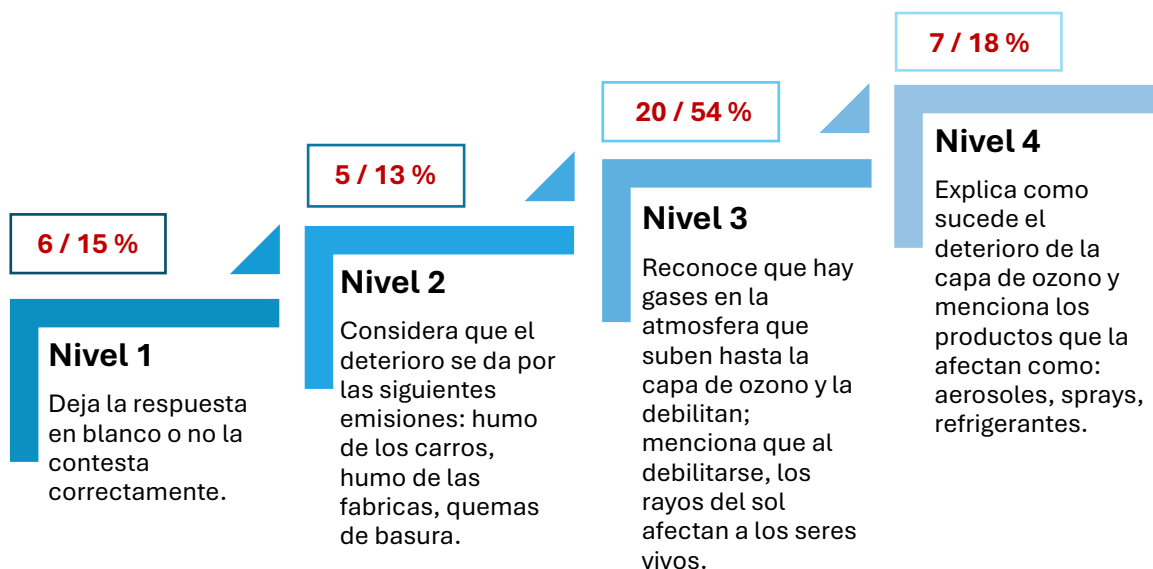
La evaluación final se realizó el día 29 de abril de 2025 en la dos segundas horas de clases en la jornada mañana de manera presencial en la IED SaludCoop Sur, con 38 estudiantes presentes en el salón, por la inasistencia de uno de los estudiantes, para la implementación se utilizó el tv para presentar la evaluación con el fin de no utilizar hojas de papel en la impresión de la misma, la evaluación se realizó de manera individual, y con la presencia de la docente titular de Química; para responder se solicitó elementos básicos como colores, una hoja, lapiceros y cartuchera; hubo disposición por parte de los estudiantes, se veían algunos confiados respondiendo a las preguntas y el tiempo de evaluación fue de aproximadamente dos horas.

### 9.3.2 RESULTADOS Y ANALISIS DE LA EVALUACIÓN FINAL

A continuación, se presentan los niveles en los que se clasificó a los estudiantes por su cercanía a la respuesta más acertada.

- **Pregunta 1: Explica de qué manera se deteriora la capa de ozono.**

Gráfico 6. Escalera de aprendizaje pregunta 1 de la evaluación final



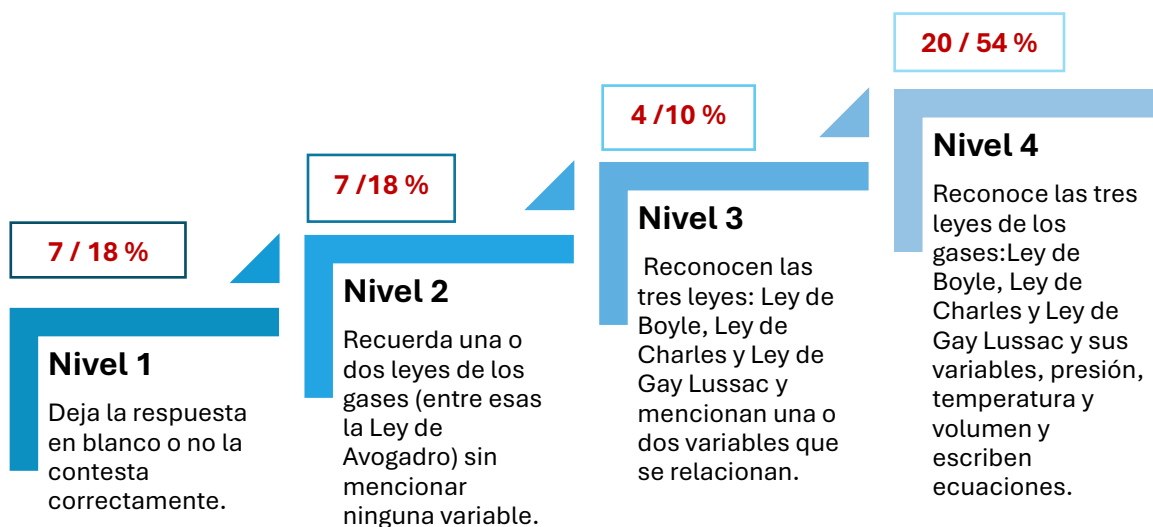
Las respuestas obtenidas en esta pregunta muestran una tendencia positiva hacia niveles superiores de comprensión y argumentación. El 54% de los estudiantes se ubica en el nivel 3, lo que indica un avance a nivel conceptual sobre el deterioro de la capa de ozono y sus consecuencias. Se evidencia que los estudiantes reconocen los agentes causantes de dicho deterioro y logran establecer relaciones entre los fenómenos atmosféricos y sus consecuencias para los seres vivos, lo que representa un avance significativo respecto a los resultados previos, considerando que en el cuestionario inicial no se preguntó sobre la capa de ozono, se puede determinar que hay apropiación en dicho tema.

El 18% alcanza el nivel 4, nivel más alto de desempeño, evidenciando comprensión argumentativa y capacidad explicativa al identificar sustancias específicas como: Aerosoles, esprays o refrigerantes responsables del daño a la capa de ozono. Este resultado refleja un progreso en el pensamiento científico y ambiental, ya que los estudiantes vinculan causas químicas con consecuencias ecológicas, demostrando un enfoque más analítico y de causa.

En contraste, los porcentajes en los niveles inferiores se reducen: el 15% en el nivel 1 y el 13% en el nivel 2, lo cual sugiere una disminución de los vacíos conceptuales y una mayor apropiación del conocimiento ambiental; demostrando que los estudiantes se concentran mayormente en el nivel 3 y en el nivel 4.

- **Pregunta 2: ¿Cuáles son las tres leyes de los gases y cuáles son las variables relacionadas en ellas?**

**Gráfico 7.** Escalera de aprendizaje pregunta 2 de la evaluación final



Los datos evidencian un notable fortalecimiento en el dominio conceptual y procedimental de los estudiantes frente a la temática de las leyes de los gases. El 54% se ubica en el Nivel

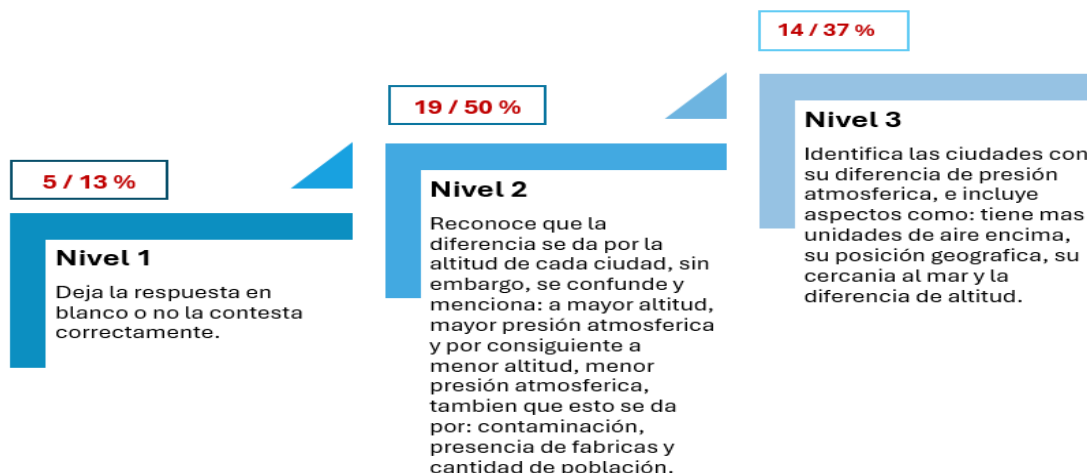
4, demostrando una comprensión estructurada y aplicada, al identificar correctamente las tres leyes fundamentales (Boyle, Charles y Gay-Lussac), sus variables asociadas presión, temperatura y volumen y al expresar sus relaciones mediante ecuaciones. De esta manera se hace evidente el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico y pensamiento científico, así como la apropiación de un lenguaje simbólico orientado a la física y la química.

En niveles intermedios, el 10% alcanza el Nivel 3, reconociendo las leyes y sus variables sin formalizarlas de manera matemáticamente, lo que muestra un avance conceptual, aunque aún con limitaciones en la articulación entre teoría y representación simbólica. Por su parte, el 18% en el Nivel 2 y otro 18% en el Nivel 1 donde se evidencian vacíos en la identificación de conceptos y en la formulación de relaciones, evidenciando una comprensión superficial o incompleta del tema.

Es significativo el aumento de estudiantes en el nivel más alto respecto a los análisis anteriores indica una mejora significativa en la asimilación del contenido científico.

- **Pregunta 3: Nombre dos ciudades de Colombia, indique cuál tiene mayor presión atmosférica y cuál tiene menor presión atmosférica, y escriba por qué se da esta diferencia.**

Gráfico 8. Escalera de aprendizaje pregunta 3 de la evaluación final



Por medio de estos resultados se observa un nivel intermedio de comprensión sobre la presión atmosférica. El 50% de los estudiantes se ubica en el Nivel 2, lo cual indica que reconocen parcialmente la influencia de la altura en la presión atmosférica, aunque son explicaciones que carecen de precisión o presentan confusiones conceptuales. El 37% alcanza el Nivel 3, mostrando una comprensión más sólida del fenómeno físico, al identificar correctamente que la precisión disminuye con el aumento de la altitud y al ofrecer explicaciones basadas en la variación del aire. De esta manera se evidencia que este grupo de estudiantes tiene mayor apropiación del pensamiento causal y lenguaje científico. El 13% de estudiantes ubicado en el Nivel 1, lo que refleja dificultades conceptuales para comprender la relación entre variables.

- **Pregunta 4: Observe la imagen del mapa parcial del Distrito Capital de Bogotá e identifique las cinco estaciones de calidad del aire con más presencia de material particulado 2.5 (PM 2.5), las cinco estaciones de monitoreo con menos presencia de PM 2.5, y explique cuáles son los factores que determinan esta situación. (ver ilustración)**

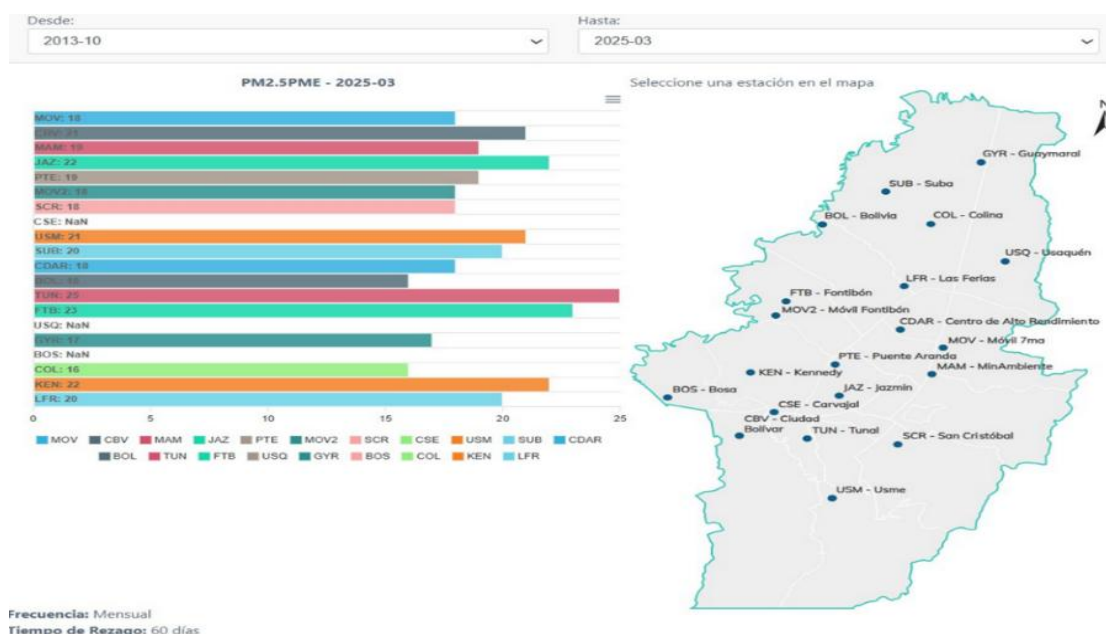
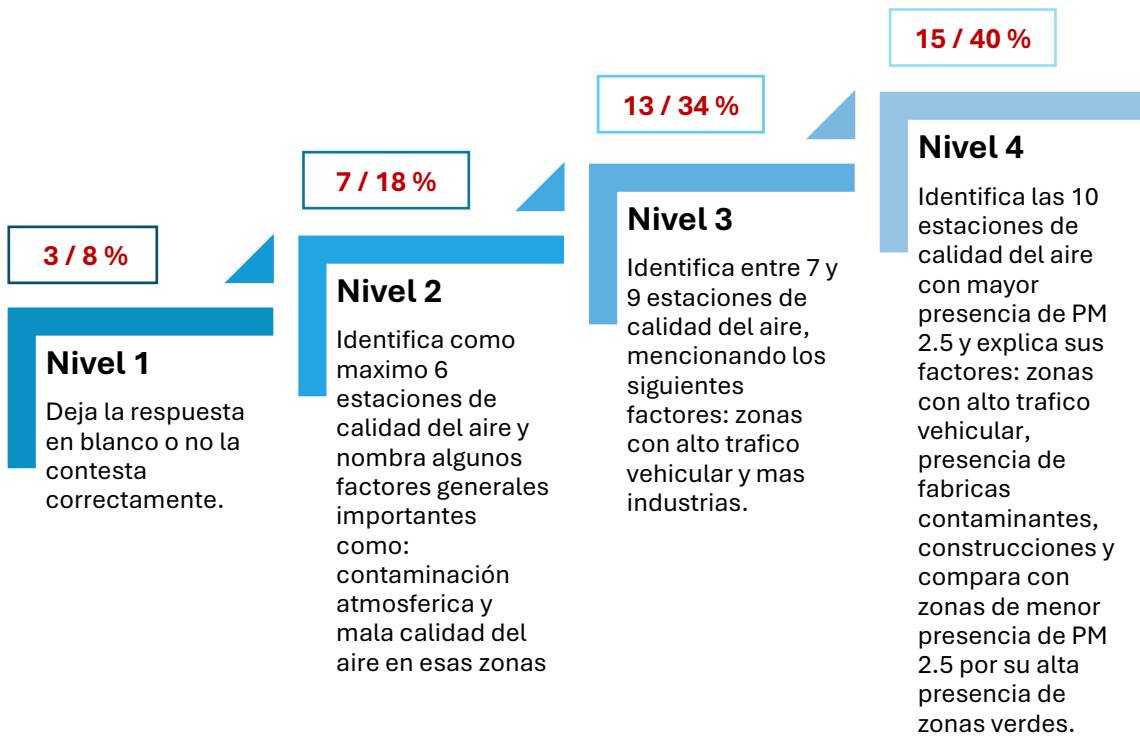


Gráfico 9. Escalera de aprendizaje pregunta 4 de la evaluación final

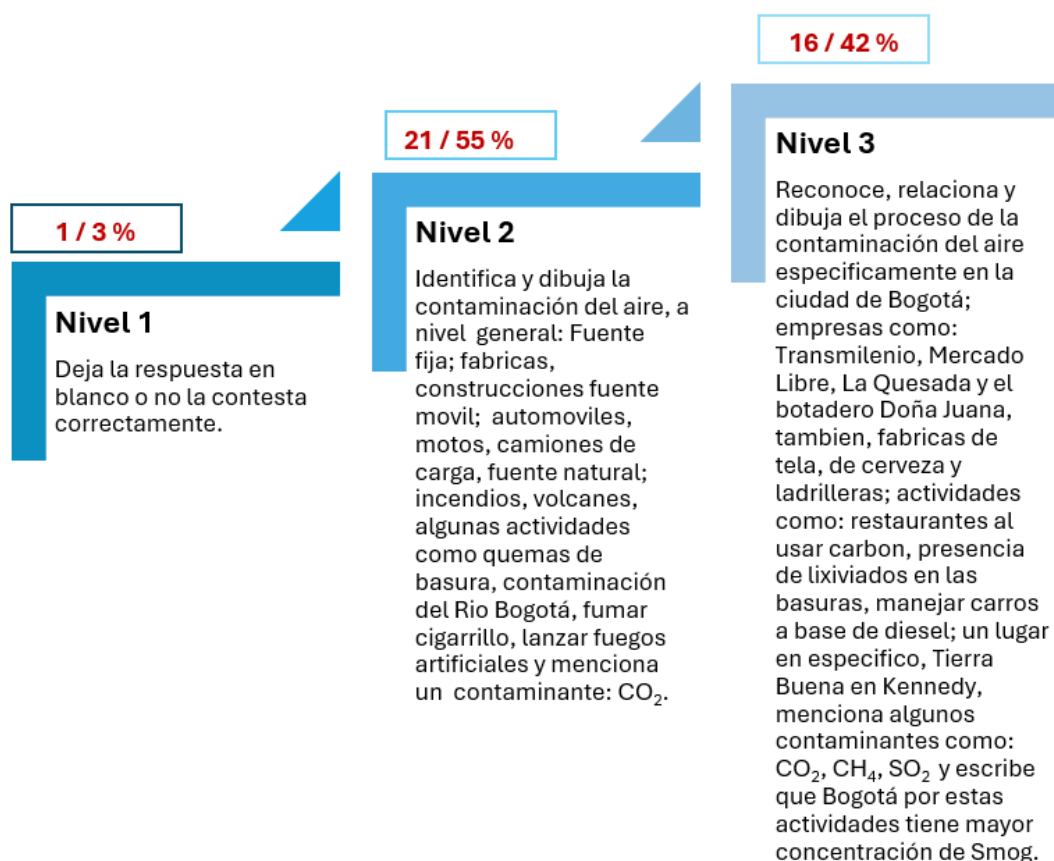


En el Nivel 1, el 8 % de los estudiantes se ubican con bajo dominio conceptual, quienes dejan la respuesta en blanco o no logran identificar las estaciones de calidad del aire, reflejando dificultades en la comprensión de conceptos básicos sobre contaminación atmosférica y PM 2.5. En el Nivel 2 el 18 % de los estudiantes reconocen parcialmente la información, identificando algunas estaciones y mencionando factores generales como contaminación o mala calidad del aire; su comprensión es básica y basada en descripciones generales, sin establecer relaciones causales entre fuentes de contaminación y zonas afectadas. El Nivel 3 el 34 % de los estudiantes generan una comprensión intermedia y analítica, capaces de identificar entre siete y nueve estaciones y de asociar factores específicos como tráfico vehicular e industria; Sin embargo, aún presentan limitaciones en la argumentación y la

interpretación profunda de los datos. Finalmente, el Nivel 4 el 40% de los estudiantes logran un mayor dominio conceptual y análisis, además identifican las diez estaciones con alta presencia de PM 2.5 y explican sus causas de forma contextualizada, relacionando el tráfico, las industrias, la construcción y la falta de zonas verdes. Este nivel evidencia una comprensión integral del fenómeno ambiental y una capacidad consolidada para analizar, argumentar y vincular variables socioambientales, mostrando que la mayoría de los participantes ha alcanzado un aprendizaje significativo sobre la calidad del aire y sus factores determinantes.

- **Pregunta 5: Elabore un dibujo mostrando como se contamina el aire en la ciudad de Bogotá, con sus fuentes (fijas, móviles y naturales) y explique en dos párrafos cómo sucede esto y que contaminantes están presentes.**

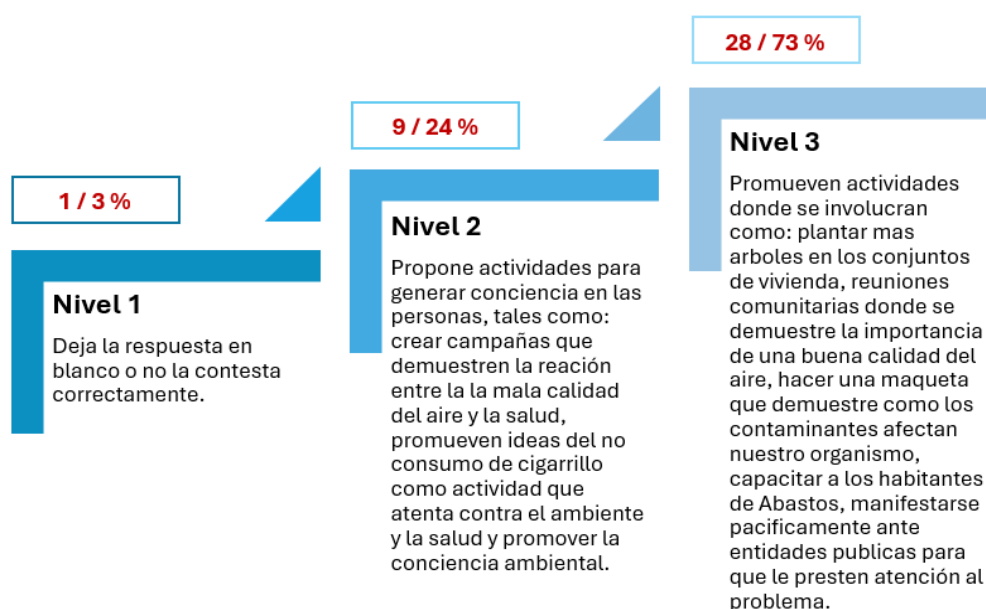
Gráfico 10. Escalera de aprendizaje pregunta 5 de la evaluación final



El Nivel 1 (3 %) se ubican los estudiantes con bajo dominio conceptual, quienes dejan la respuesta en blanco o no logran representar ni explicar el proceso de contaminación del aire, reflejando escasa comprensión y limitada apropiación del tema. En el Nivel 2 (55 %) se concentra la mayoría de los estudiantes, quienes identifican de manera general las fuentes de contaminación del aire en Bogotá, como fábricas, construcciones, automóviles, motos e incendios, y mencionan algunos contaminantes como el CO<sub>2</sub>; sin embargo, su explicación permanece en un nivel descriptivo y poco analítico, sin establecer relaciones entre causas, efectos y contexto local. Por su parte, el Nivel 3 (42 %) agrupa a los participantes con mayor nivel de comprensión, capaces de reconocer y relacionar fuentes específicas de contaminación propias de la ciudad, como Transmilenio, zonas industriales y el manejo inadecuado de residuos, además de identificar contaminantes como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y SO<sub>2</sub>, y vincularlos con fenómenos como el smog.

- **Pregunta 6: Proponga una actividad de manera detallada y fundamentada, para disminuir la contaminación del aire en su localidad y barrio.**

Gráfico 11. Escalera de aprendizaje pregunta 6 de la evaluación final



El 73 % de los estudiantes se ubicó en el Nivel 3, lo cual muestra una capacidad desarrollada para diseñar acciones participativas y contextualizadas, que integran tanto la dimensión ambiental como la dimensión ciudadana del problema. Sus propuestas reflejan pensamiento crítico y compromiso socioambiental, pues incluyen actividades de reforestación urbana, educación orientada a la participación en procesos colectivos de interés colectivo.

El 24 % que se ubicó en el Nivel 2 demuestra una comprensión parcial de la problemática, centrada principalmente en la concienciación y en acciones individuales, como evitar el uso del cigarrillo o promover el reciclaje, entre otras. Aunque reconocen la relación entre salud y calidad del aire, sus respuestas carecen de un sustento argumentado.

Finalmente, el 3 % de los estudiantes se encuentra en el Nivel 1, lo que indica dificultades para proponer estrategias o vincular el conocimiento científico con la acción práctica.

## **10 CONCLUSIONES**

- Se fomentó una conciencia crítica mediante el análisis de datos y casos locales, lo que permitió a los estudiantes construir argumentos informados y comprender el impacto concreto de la problemática de contaminación atmosférica.
- La estrategia confirmó que la contextualización de la enseñanza de las ciencias en problemáticas socioambientales es fundamental para generar un aprendizaje integral, donde el saber científico y la reflexión ética se refuerzan mutuamente.
- La unidad didáctica se estableció como un modelo efectivo para formar futuros ciudadanos conscientes, demostrando que el rol de la educación científica trasciende el aula para incidir en la comprensión y transformación de su contexto.

- El diseño e implementación de esta unidad didáctica fortaleció mi formación profesional al integrar la teoría pedagógica con la práctica real en el aula. Esta experiencia reafirmó la importancia de contextualizar la enseñanza de las ciencias, transformando al profesor en un mediador entre el conocimiento científico y las realidades sociales que viven los estudiantes.

## **11 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que la institución implemente en su Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) el tema de contaminación atmosférica en su currículo, ya que es un tema pertinente en el contexto de la I.E.D. SaludCoop Sur y la localidad de Kennedy, ya que se cuenta con evidencia que dicha problemática tiene antecedentes y ha tenido efectos en la población de esta localidad.
- Se invita a continuar con la investigación del tema de contaminación atmosférica para que sea implementado en diversos contextos, ya que es una problemática que surge a nivel mundial, por otra parte, la amplia evidencia permite tener información que pueda ser utilizada en las actividades académicas y pueda ser mediada por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

## 12 REFERENCIAS

- Alonso, M., Martínez, J., & Ospitia, M. (2022). *Universidad EAN*. Obtenido de <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/cb3831d0-cf1b-45e3-8ec0-d9cb69629fee/content>
- Barcenas, F. (2024). *Universidad Pedagógica Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.co/items/bd857921-5f83-4360-940e-9e6730be1bc3>
- Caicedo, S. (2018). *Universidad Pedagógica Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.co/items/1ffd74eb-3026-41fe-94b9-86aa76031f94>
- Colegio SaludCoop Sur I.E.D. (2022). *Proyecto Educativo Institucional*. Obtenido de Proyecto Pedagógico: <https://sites.google.com/colsaludcoopsur.edu.co/inicio/soy-saludcoop/proyecto-pedag%C3%B3gico?authuser=0>
- Colegio SaludCoop Sur I.E.D. (2022). *MANUAL DE CONVIVENCIA*. Obtenido de <https://sites.google.com/colsaludcoopsur.edu.co/inicio/soy-estudiante/manual-de-convivencia?authuser=0>
- Colegio SaludCoop Sur I.E.D. (2023). *Proyecto Ambiental Escolar*. Obtenido de Colegio SaludCoop Sur I.E.D.
- Francisco, P. G. (2017). La Taxonomía de Bloom en el modelo Flipped Classroom. *Publicaciones didácticas*, 176-179.
- Franco, J., & Segura, J. (2015). *SciElo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642016000200003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642016000200003)
- Frías, A. (2021). *Universidad Cesar Vallejo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67679>
- García, J. (2000). *Universidad de Antioquia*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/e54df609-b071-4795-8689-ed5177e5b481/full>
- Gil, B. (2020). *Contaminación del aire y enfermedades respiratorias, un estudio en la localidad de Kennedy*. Obtenido de <https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication/64758d6a-06fc-49ac-b63b-38391a9b701a/full>

- Gonzalez, M. (2016). *Universidad de la Sabana*. Obtenido de <https://intellectum.unisabana.edu.co/entities/publication/7bdf9f5e-4339-52b7-e053-7e0910accd73/full>
- Guzman, J., & Vargas, E. (2021). *DIALNET*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8283744>
- Hewitt, P. G. (2007). *Fisica conceptual*. Pearson Education.
- Hincapié, A., & Angulo, F. (2017). *Universidad Pedagógica Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.co/items/fb139b8f-0bb7-46d0-9b23-de5f09504612/full>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.). Obtenido de Calidad del aire.
- Leon, K. (2022). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/items/eeab411d-f58a-4420-83b9-05834b1a18c3>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Obtenido de Contaminación atmosférica: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/contaminacion-atmosferica/#tabs-1>
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). *Decreto 1743 de 1994*. Obtenido de Funcion Pública: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1301#1>
- Ministerio de Educación Nacional. (2022). Obtenido de Derechos Basicos de Aprendizaje: <https://acortar.link/Pv84bR>.
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). Obtenido de La contaminación atmosférica causó 8,1 millones de muertes en todo el mundo en 2021: <https://news.un.org/es/story/2024/06/1530631>
- Perales, J., & Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. España: Editorial Marfil.
- Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 5-22.
- Rafael, P. (2013). Evaluar para Aprender: La Escalera de Metacognición. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43-60.

- Reyes Cardenas, F., & Padilla , K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 415-421.
- Romero Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 286-299.
- Sánchez, K. (2022). *UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA*. Obtenido de <https://repositorio.universidadmayor.edu.co/entities/publication/e71f2bf6-6b09-49e8-96f4-d882abb6c9b1>
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didacticas. En F. J. León, *Didáctica de las ciencias experimentales* (págs. 239-265). Barcelona: Marfil.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo . *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* , 5-18.
- Universidad Nacional de Colombia. (2024). *Agencia UNAL*. Obtenido de Kennedy y Bosa con más contaminación por falta de zonas verdes: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/kennedy-y-bosa-con-mas-contaminacion-por-falta-de-zonas-verdes>
- Urbina. (2020). Investigación cualitativa. *Applied Sciences in Dentistry*.
- World Population Review. (2024). Obtenido de <https://acortar.link/INQuj2>.

## 13 ANEXOS

### Anexo 1. Autorización tratamiento de datos personales y de menores de edad

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación de calidad</i>	<b>FORMATO</b>		
	<b>AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES Y DE MENORES DE EDAD</b> Resolución 767 de 18 de junio 2018		
FOR009GSI	Fecha de Aprobación: 18-06-2018	Versión: 01	Página 2 de 2

#### AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD

\_\_\_\_\_ Ciudad y fecha  
\_\_\_\_\_, identificado con C.C.  C.E.  No.  
\_\_\_\_\_ expedida en \_\_\_\_\_, representante legal del menor  
\_\_\_\_\_, identificado con T.I.  NUJP  No.  
\_\_\_\_\_ declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la página web [www.pedagogica.edu.co](http://www.pedagogica.edu.co), actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales<sup>3</sup>, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles<sup>4</sup> y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos, pueden ser tramitadas a través del e-mail: [quejasyreclamos@pedagogica.edu.co](mailto:quejasyreclamos@pedagogica.edu.co)

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

#### FIRMA

Nombre: \_\_\_\_\_

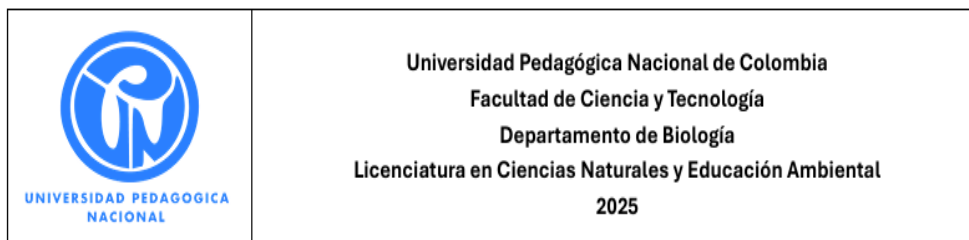
Identificación: \_\_\_\_\_

<sup>3</sup> La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

<sup>4</sup> Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promuevan intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

Este formato se entrego a los estudiantes con el fin de que sus padres o acudientes lo firmaran para autorizar el tratamiento de datos personales de menores de edad, utilizados en encuestas, formularios y demás información solicitada.

Anexo 2. Cuestionario inicial



### CUESTIONARIO INICIAL

Este cuestionario está dirigido a estudiantes de la Institución Educativa Distrital SaludCoop Sur, ubicado en la localidad de Kennedy, en el barrio Calandaima.

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Jornada: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

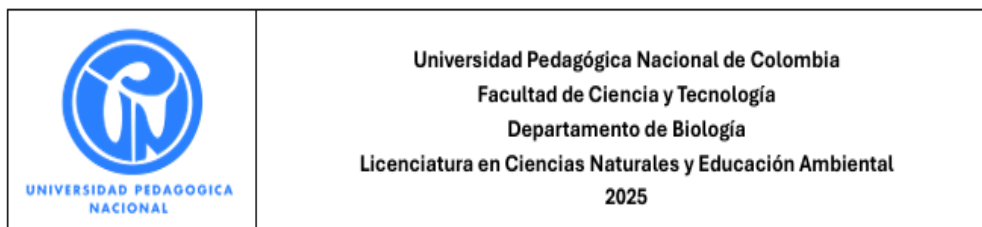
**Objetivo:** Conocer las concepciones que tienen los estudiantes con respecto a la atmosfera y sus problemáticas.

Para dar inicio a la práctica de enseñanza, que, como estudiante de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica Nacional, voy a llevar a cabo con ustedes, amablemente les solicito contestar las siguientes preguntas con base en su conocimiento y experiencia actual.

1. ¿Qué pasaría si no tuviéramos atmósfera?
2. ¿Qué leyes de los gases conoce?
3. ¿Por qué es importante cuidar el aire que respiramos?
4. ¿Qué pueden hacer usted y sus compañeros de curso para aportar a la solución del problema de contaminación atmosférica en la localidad de Kennedy?

Formato del cuestionario inicial presentado a los estudiantes, antes de implementar la unidad didáctica.

### Anexo 3. Evaluación final



## EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Esta evaluación está dirigida a estudiantes de la Institución Educativa Distrital SaludCoop Sur, ubicado en la localidad de Kennedy, en el barrio Calandaima.

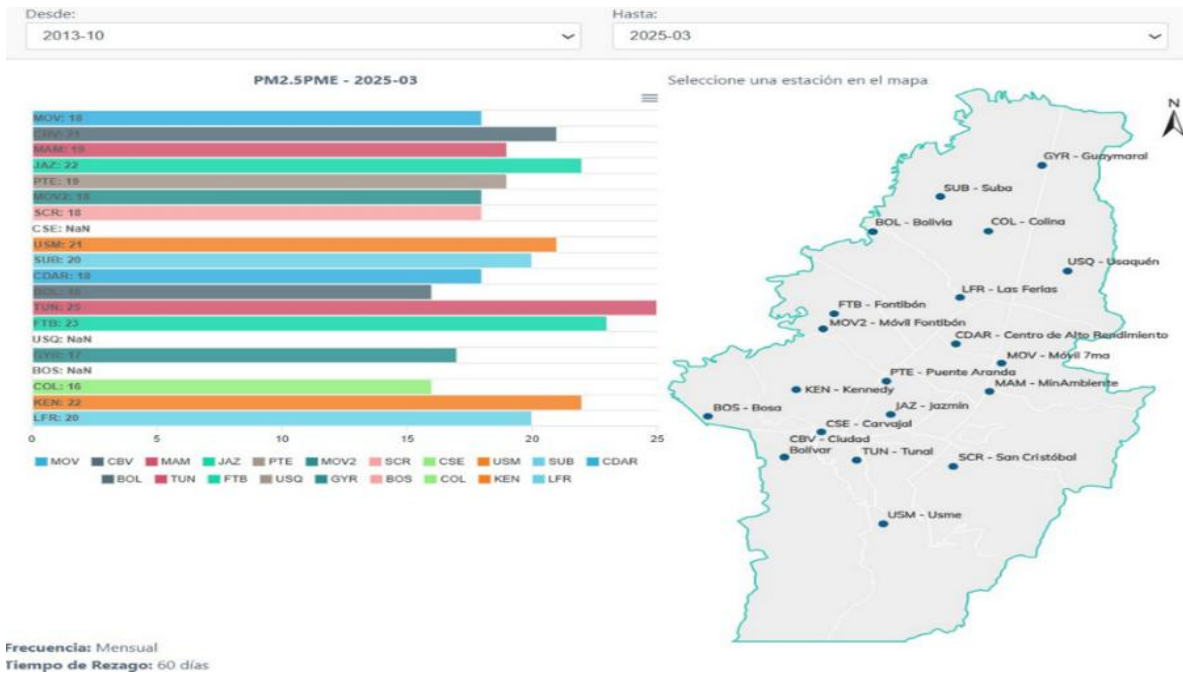
Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Jornada: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Evaluar los aprendizajes esperados en los estudiantes.

Esta evaluación de aprendizajes se da en el contexto de la Práctica Pedagógica, que, como estudiante de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica Nacional, llevé a cabo con ustedes; en este sentido, amablemente les solicito contestar las siguientes preguntas con base en lo aprendido en clase:

1. Explica de qué manera se deteriora la capa de ozono.
2. ¿Cuáles son las tres leyes de los gases y cuáles son las variables relacionadas en ellas?
3. Nombre dos ciudades de Colombia, indique cuál tiene mayor presión atmosférica y cuál tiene menor presión atmosférica, y escriba por qué se da esta diferencia.
4. Observe la imagen del mapa parcial del Distrito Capital de Bogotá e identifique las cinco estaciones de calidad del aire con más presencia de material particulado 2.5 (PM 2.5), las cinco estaciones de monitoreo con menos presencia de PM 2.5, y explique cuáles son los factores que determinan esta situación. **(Ver Imagen)**
5. Elabore un dibujo mostrando como se contamina el aire en la ciudad de Bogotá, con sus fuentes (fijas, móviles y naturales) y explique en dos párrafos cómo sucede esto y que contaminantes están presentes.
6. Proponga una actividad de manera detallada y fundamentada, para disminuir la contaminación del aire en su localidad y barrio.



Formato de evaluación presentado a los estudiantes una vez implementada la unidad didáctica, al finalizar las sesiones de aprendizaje.

#### Anexo 4. Lectura sobre contaminación atmosférica en Bogotá

Salud

### Contaminación en Bogotá está provocando cambios genéticos en las personas

Bogotá | 18 de marzo de 2025 | Creado por KTBM/dmh/LOF | N.º 670

Hasta ahora se sabía poco sobre cómo la exposición al material particulado (PM) impacta directamente en la genética humana, especialmente el 2,5, que son partículas imperceptibles al ojo humano provenientes de automóviles, camiones y fábricas, o de la quema de madera. Un estudio pionero en Colombia identificó tres procesos en los genes que se alteran en personas expuestas por más de 10 horas diarias a altos niveles de PM 2,5 en los sectores de Carvajal-Sevillana y el Tunal, de las localidades de Kennedy y Tunjuelito, en Bogotá.



La exposición al material particulado, especialmente al PM2,5, impacta directamente en el organismo a nivel genético. Foto: archivo, Unimedios

Es probable que cuando usted pasa por algunas zonas de Bogotá –considerada como una de las ciudades más contaminadas de América Latina– sienta picazón en los ojos y la nariz, e incluso irritación en la garganta. No es solo percepción. En los últimos años la ciudad ha tenido múltiples alertas ambientales por la mala calidad del aire, producto del tráfico vehicular, las emisiones de fábricas, los incendios en los Cerros, y hasta por su altitud, que dificulta la dispersión de contaminantes.

Las partículas microscópicas como las PM 2,5 tienen contaminantes como sulfato, nitratos y hollín, y se consideran de gran riesgo para la salud, pues al ser hasta 30 veces más delgadas que un cabello humano fácilmente pueden inhalarse y penetrar profundamente en los pulmones, llegando incluso al torrente sanguíneo. Por eso la frecuencia de enfermedades como el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y el cáncer de pulmón han aumentado en todo el mundo.

Para los investigadores Liliana López, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Adriana Rojas, de la Pontificia Universidad Javeriana, y Carlos Zafra, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, era claro que la contaminación generaba estos daños, pero como había tan poca evidencia de cómo sucedían, ellos exploraron si existía una alteración en los mecanismos que regulan la expresión de los genes.

### Localidades con mayor contaminación

Los investigadores de la Universidad Distrital comenzaron analizando la calidad del aire en Bogotá durante los últimos 6 años, utilizando los datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. A partir de esta información clasificaron las diferentes zonas de la ciudad según los niveles de exposición al material particulado, así: bajo, medio, alto, y muy alto.

“Entre las áreas con peor calidad del aire se encuentran barrios como Carvajal-Sevillana y El Tunal, en las localidades de Kennedy y Tunjuelito, al suroccidente de la ciudad. Analizando los mapas se ve que esto ocurre por condiciones como el intenso tráfico en estas zonas, además del tránsito de camiones diésel, que son los que más contaminan”, explica el biólogo Byron Alexis Infante Hurtado, magíster en Bioinformática de la UNAL.

Por el contrario, las estaciones de Usaquén y del Centro de Alto Rendimiento se clasificaron como de baja concentración de PM2,5, lo que se relacionaría con una mayor presencia de zonas verdes, que actúan como filtros naturales atrapando esas partículas contaminantes del aire.

Con esta información los investigadores se enfrentaron al proceso de recolección de muestras, que no fue una tarea nada fácil. A diferencia de un hospital, en donde los pacientes ya están predispuestos a participar en estudios médicos, aquí tuvieron que convencer a los habitantes de estas zonas para que se sumaran al proyecto.

“Fue todo un reto”, comenta el bacteriólogo Daniel González Cubides, magíster y candidato a doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Javeriana, recordando cómo tuvieron que acercarse a las personas en sus lugares de trabajo o en la calle de las zonas que reportaron mayor contaminación. La buena noticia fue que obtuvieron muestras de sangre de 120 personas que pasaban al menos 10 horas diarias en las localidades estudiadas, ya que viven o trabajan allí.

De estas muestras, 30 se procesaron en laboratorio para estudiar el ARN y las marcas de histonas de células mononucleares de la sangre, por medio de secuenciación genética, una herramienta que permite entender cómo la exposición al material particulado altera la expresión de los genes. Los investigadores explican que la secuenciación de ARN se realizó en Colombia, mientras que la CHIP-seq, una técnica más especializada para identificar alteraciones “epigenéticas”, se realizó en un laboratorio de Bélgica.

### Genes afectados por la contaminación

Los datos no tardaron en llegar, y después del análisis bioinformático los investigadores encontraron algo no reportado antes: en las personas expuestas a altos niveles de contaminación identificaron tres grupos de genes, con más de 50 cada uno, relacionados con tres procesos biológicos críticos que mostraban alteraciones.

El primero de ellos es la transición epitelio-mesénquima, un mecanismo que les permite a las células repararse después de un daño, pero que cuando se altera puede generar fibrosis pulmonar, una enfermedad respiratoria que cicatriza los pulmones y dificulta la respiración.

El segundo proceso afectado es la respuesta a la hipoxia, que se activa cuando el organismo detecta una falta de oxígeno. Según los expertos, en algunas circunstancias esta adaptación facilitaría el desarrollo de células cancerígenas.

Por último está el plegamiento de proteínas, que es otro mecanismo afectado. Cuando las proteínas no se pliegan correctamente debido al estrés celular, se pueden formar proteínas mal estructuradas que contribuyen a enfermedades respiratorias y otras condiciones de salud.

Además, en el estudio se utilizaron técnicas avanzadas de bioinformática para identificar regiones específicas del genoma donde ocurren estas alteraciones. “Es como reconstruir un libro a partir de fragmentos desordenados”, explica el investigador Infante.

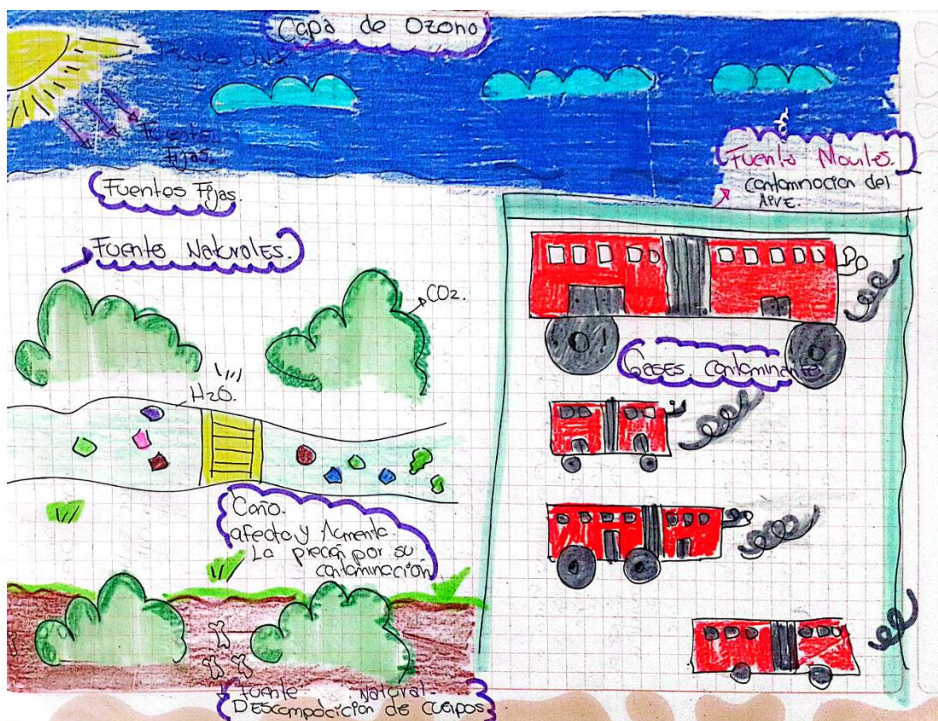
A través de esta técnica pudieron observar qué genes estaban activos en las personas expuestas a la contaminación y compararlos con los de un grupo control, formado por personas del mismo sexo y edad pero que viven en áreas con mejor calidad del aire, como Usaquén.

El investigador González considera que estos resultados son un claro indicio de que la contaminación del aire va más allá de los efectos inmediatos y visibles, como el asma o la tos crónica, y puede estar causando profundas alteraciones genéticas.

“Queremos demostrar los efectos que el material particulado deja en los bogotanos y que está alterando nuestros genes. Es necesario tomar medidas ambientales que permitan disminuir la exposición, especialmente en zonas álgidas como Carvajal-Sevillana, Kennedy y Tunal, lo que ayudará a disminuir este problema de salud pública”, concluye.

Lectura realizada en clase, introducida en la unidad didáctica. Adaptada de *Agencia de Noticias UNAL (Universidad Nacional de Colombia)* en el siguiente enlace <https://acortar.link/IU7cok>.

Anexo 5. Dibujo evaluación final



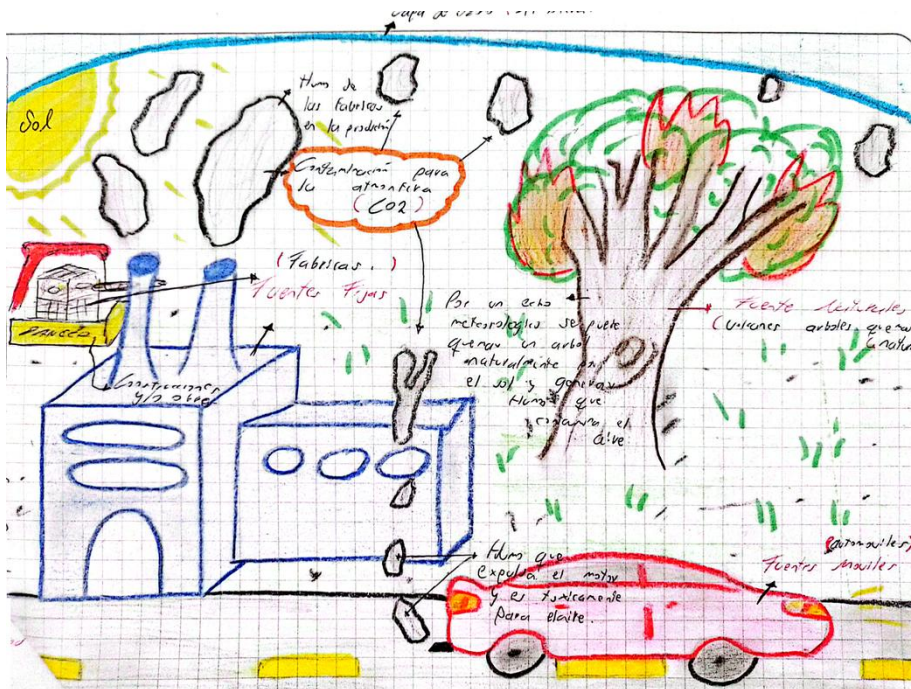
Los dibujos presentados son evidencias de la evaluación de aprendizaje, en este dibujo el estudiante reconoce las fuentes fijas y móviles desde su contexto, como se ve Transmilenio y la mención del caño.

Anexo 6. Dibujo identificación de fuentes fijas, móviles y naturales



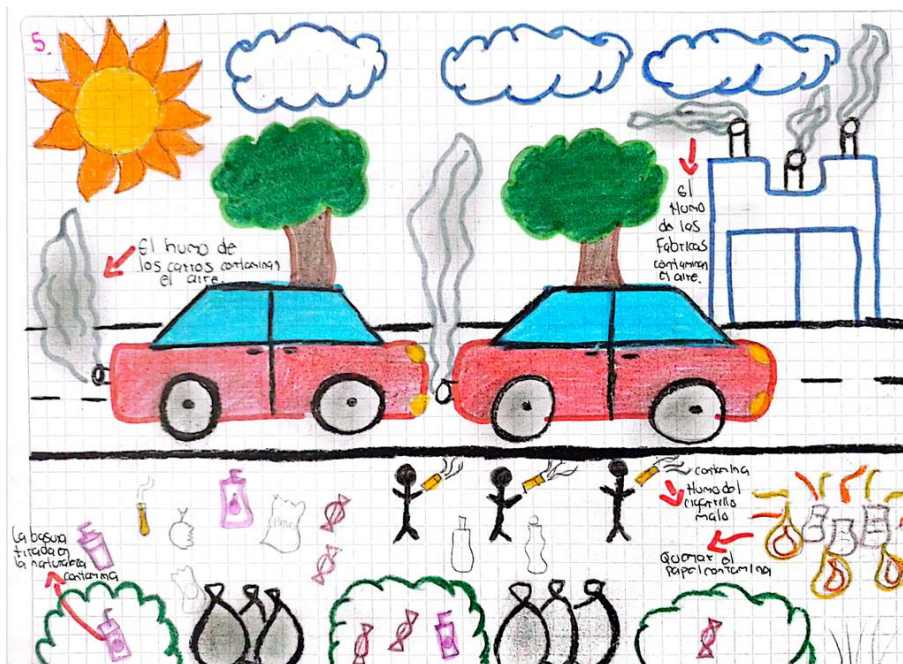
En este dibujo el estudiante identifica las fuentes, pero también menciona procesos de gran importancia como la Fotosíntesis y algunos elementos como la importancia del sol y la introducción del Petróleo.

Anexo 7. Fuentes contaminantes



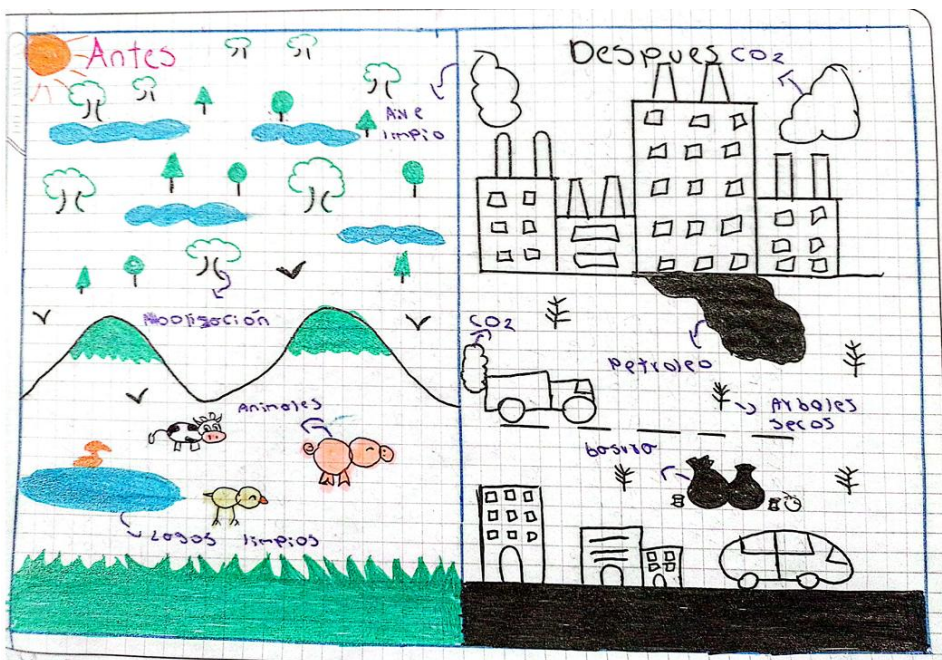
El estudiante hace una explicación escrita y relaciona las fuentes contaminantes, reconociendo el gas CO<sub>2</sub> como gas contaminante principal.

Anexo 8. Dibujo de contaminación atmosférica



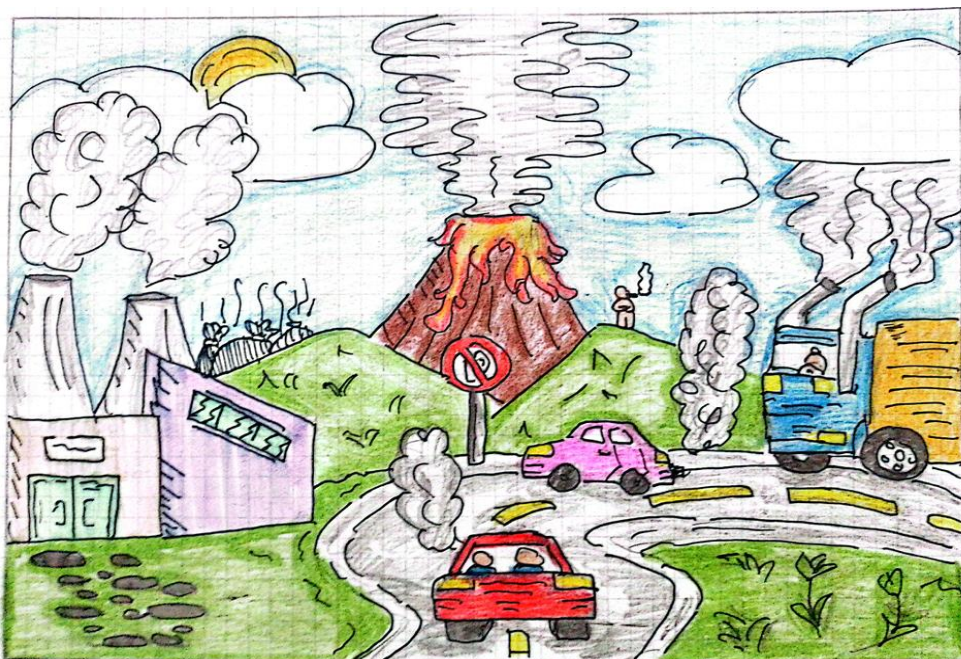
Este dibujo presenta las fuentes contaminantes y lo curioso en su explicación es la presencia de personas fumando, considerando que hacen parte de la contaminación del aire.

Anexo 9. Dibujo antes y después



El dibujo muestra la transformación que se ha podido dar en algún lugar relacionando la contaminación con la urbanidad y la presencia de fábricas, a comparación con el dibujo donde muestra la presencia de fauna y flora en armonía.

Anexo 10. Dibujo de contaminantes



Este dibujo no tiene ninguna explicación escrita, sin embargo, el estudiante tiene talento con el dibujo y muestra las fuentes móviles, fijas y naturales, además le añade algunos elementos que fueron comunes en varios dibujos como los residuos sólidos y las personas fumando como sujetos implícitos en la problemática.