

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE DESDE EL (ABP)
PARA COMPLEJIZAR LA COMPRESIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE COMO FACTOR
VITAL

ANGIE MANRIQUE TORRES
MIGUEL DARÍO NOVA QUINTERO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.

2020

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE DESDE EL (ABP)
PARA COMPLEJIZAR LA COMPRENSIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE COMO FACTOR
VITAL

ANGIE MANRIQUE TORRES
MIGUEL DARÍO NOVA QUINTERO

Proyecto de investigación para optar al título de
Magister en Docencia de la Química

Director

Mag. Luis Alberto Castro P.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.

2020

AGRADECIMIENTOS


Quiero agradecer a Dios, quien me ha permitido culminar una etapa más en mi vida y me ha dado la capacidad para alcanzar esta meta.

Quiero agradecer a mi esposa por su ayuda, su paciencia y su apoyo incondicional en los momentos más duros durante este proceso, también a mi familia quien me ha brindado su ayuda en las ocasiones que la he necesitado.

A la universidad Pedagógica Nacional por la colaboración en el proceso de formación académica, y en especial al profesor Luis Alberto Castro por su valiosa participación y sus importantes aportes al proceso de investigación.

Al Colegio Porfirio Barba Jacob IED, por brindar los espacios necesarios para el desarrollo del trabajo, a las directivas, docentes, estudiantes y padres de familia por su participación en el proceso de investigación.

Darío Nova

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad en Formación</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 120	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Diseño e Implementación de un Ambiente de Aprendizaje desde el (ABP) para complejizar la comprensión de la calidad del aire como factor vital.
Autor(es)	Manrique Torres, Angie; Nova Quintero, Miguel Darío
Director	Castro Pineda, Luis Alberto
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 113 p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Palabras Claves	EDUCACIÓN EN COMPLEJIDAD, AMBIENTE DE APRENDIZAJE, APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, CALIDAD DEL AIRE, TIC

2. Descripción
<p>Trabajo de Tesis que se desarrolla en el contexto de la maestría en docencia de la química de la universidad Pedagógica Nacional y se encuentra inscrito en la línea de investigación de Alternancias, en se diseña e implementa un Ambiente de Aprendizaje soportado en el paradigma epistemológico de la complejidad, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y tecnologías de informática y comunicación (TIC) en un aula virtual de la plataforma Moodle, esto para la complejización de la comprensión de la calidad del aire como factor vital. Se presentan la información obtenida a partir de la investigación realizada con los estudiantes de grado once del Colegio Porfirio Barba Jacob IED, institución ubicada en la localidad de Bosa. La investigación evidencia que un Ambiente de Aprendizaje mediado por la tecnología es una propuesta de complejización de la comprensión de conceptos que se puede aplicar en las instituciones como un modelo transversal, alternativo al currículo tradicional o lineal.</p>

3. Fuentes
<p>Andrade, E. (2003). <i>Los Demonios de Darwin</i>. Semiótica y Termodinámica de la Evolución Biológica. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 13. 2ª Edición.</p> <p>Arciniegas, CA. (2001) <i>Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable pm10</i>. Manizales, (Rev. 2011-11-30) scielo</p> <p>Arredondo, J. A. (2015). <i>Una muy breve introducción a los sistemas dinámicos continuos</i>: Recuperado de http://semillas.konradlorenz.edu.co/contents/2015_10_22_introduccion_sistemas_dinamicos_continuos.pdf</p> <p>Asensi Artiga, V., & Parra Pujante, A. (2002). <i>El método científico y la nueva filosofía de la ciencia</i>. Canales de documentación (5), 9-19.</p> <p>Atuino, J. C., Romanelli, G., & Ruiz, D. M. (2013). <i>Introducción a la química orgánica</i>. La Plata: Editorial de la universidad de la plata.</p> <p>Avello, López and Álvarez. (2013) <i>La alfabetización digital: Un reto para las escuelas. Cuba</i>: Recuperado de http://eprints.rclis.org/19962/1/2013%20-%20%20Avello%20Mart%C3%ADnez%20-%20Univ%202014.pdf</p> <p>Balbas. María. (2004). Programa de educación ambiental "el aire que te envuelve". Libro: Teoría y práctica de la educación ambiental. Grupo Editorial Universitario. España. 199-204</p>

- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Bauman, Z. (2013). *Sobre la educación en un mundo líquido*. Espasa libros. Barcelona, España.
- Cárdenas JE. La calidad del aire en Colombia: un problema de salud pública, un problema de todos. *Revista Biosalud* 2017; 16(2): 5-6 DOI: 10.17151/biosa.2017.16.2.1 Scielo
- Carranza, M. (2017). *Enseñanza y aprendizaje significativo en una modalidad mixta: percepciones de docentes y estudiantes*. Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo: Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v8n15/2007-7467-ride-8-15-00898.pdf>
- Castro, Guzmán & Casado (2007) *Las TIC en los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela
- Castro, M., & Morales, M. E. (2015). *Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y las niñas escolares*. *Revista Electrónica Educare*, 19(3), 1-32.
- Chang R. (2002). *Química* (pp. 289-296). México, D.F. Mc Graw Hill Editores.
- Correa, F. J. (2008). *Ambientes de aprendizaje en el siglo XXI. E-mail educativo*, 1(1).
- Davis, B., & Sumara, D. (2006). *Complexity and education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- De Azcárraga, J. (2003). *Ciencia y Filosofía*. Departamento. de Física Teórica e IFIC. Universidad de Valencia. *Revista Metode*, 40-46.
- Delgado, V. Ávila, J. Olivares, S. (2016) Aprendizaje Basado en Problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria *Revista mexicana de investigación educativa* .21 (69)
- Diegoli, S. (2004). *Comportamiento de los grupos pequeños de trabajo bajo la perspectiva de la complejidad*. Tesis de doctorado, Facultad de Psicología. Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Dimaté, C. (2007). *La educación como objeto de interés para las ciencias de la complejidad. Folios* (26), 83-91.
- Duarte, J. (2003). *Ambientes de aprendizaje. Una aproximación conceptual. Estudios Pedagógicos* (29), 97-113.
- Duch, B., Groh, S., & Allen, D. (2006). *El poder del aprendizaje basado en problemas*. Lima: PUPC Fondo Editorial.
- Esteve, F y Gisbert, M (2013) competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos. *Enlace Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*. 10 (3), 29-43.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias educativas. *Siglo XXI*(24), 35-56.
- García, J.E. (2002). Los problemas de la Educación Ambiental: ¿es posible una Educación Ambiental integradora? *Revista Investigación en la Escuela*, 46, 5-25
- Gea, J., & García, M. (1981). *Estructuras Disipativas: Potenciales y catástrofes - 2. El Basilisco* (12), 14-18.
- Gil, R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. *Revista Mexicana de Investigación educativa*, 23(76), 77-93.
- Glasser, R. (1991). The maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice. *learning and instruction*, 1, 129-144.
- Gorbaneff, Y. (2006). Aprendizaje basado en problemas. *Innovar*, 16 (28).
- Guevara, G. (2010). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. Universidad de Costa Rica. *Revista de las sedes regionales*, 11 (20), 142-167.
- Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2014) *Metodología de la investigación*. (6ª. Ed) Mexico D.F. McGraw Hill.
- Herrera, D (2010) *Husserl y el mundo de la vida*. Universidad de San Buenaventura. Facultad de filosofía y teología. Bogotá.
- Hizmeri, F. (2010). *Paradigma de la complejidad, educación, curriculum y praxis docente*. Tesis de magister en educación. Universidad del bío-bío. Facultad de educación y humanidades. Departamento de educación. Región del Bío Bío Chile.
- Husserl, E. (1999). *Investigaciones lógicas I*. Madrid: Alianza
- Jiménez, G. (2008). *Optimización metodológica de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos de la Química*. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Jiménez, R. (2016). *La evaluación en la educación para la sostenibilidad desde el paradigma de la*

- complejidad*. Tesis doctoral. Facultad de ciencias de la educación. Universidad de Cádiz. Cádiz, España
- Katz M. (2011). materiales y materias primas, guía didáctica Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. República Argentina.
- Kuhn, T.S. (1992). La estructura de las revoluciones científicas. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- Llabata, P. (2016). *Un enfoque de complejidad del aprendizaje. La metodología cooperativa en el ámbito universitario*. Tesis doctoral, programa de doctorado en educación. Universitat de les Illes Balears. Mallorca, España
- López, M. (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"*. Facultad de educación. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Maldonado, C (2011) *Termodinámica y complejidad*. Ediciones desde abajo. Colección ciencia y sociedad. Bogotá, D.C. Colombia
- Maldonado, C. (2003) *Marco teórico del trabajo en Ciencias de la Complejidad y siete tesis sobre la Complejidad*. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, Redalib.org. Universidad El Bosque Colombia.
- Maldonado, C. (2014). *¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad? Intersticios sociales (7)*, 1-23.
- Maldonado, C. (2017). Educación compleja: Indisciplinar la sociedad. *En Revista Educación y Humanismo*, 19(33), 234-252. <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.19.33.2642>
- Maldonado, C. [Laboratorio Nacional de Ciencias de la Complejidad]. (2016, mayo 16). Dr. Carlos Maldonado, *complejidad y humanidades* - LNCC [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=fQzXjFsKZqQ>.
- Maldonado, C. [Universidad Pedagógica Nacional]. (2012, octubre 29). *El aula, un escenario real de la no linealidad* [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=w1tPdk3g49g&t=4380s>.
- Maldonado, C. [Universidad Pedagógica Nacional]. (2013, septiembre 20). *La educación como una práctica social del no equilibrio* [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=8HWbwKAM8DM>.
- Ministerio de ambiente, 2008. Vivienda y desarrollo territorial. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Revolución educativa Colombia aprende. Colombia.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria.*, 13(1), 145-157
- Pérez, González y Nuño (2006) *La obra de Stuart Kauffman. El problema del orden complejo y sus implicaciones filosóficas*. In Implicaciones Filosóficas, epistemológicas y metodológicas de la teoría de la complejidad, 09-12 Ene 2006, La Habana, Cuba. (En prensa)
- Posada, R. (2002). *Diseño y valoración de una propuesta para mejorar la calidad de la educación básica y media en la región caribe colombiana*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España
- Reverte, J. (2014). *Diseño, implementación y validación de un ambiente enriquecido con TIC para el aprendizaje del álgebra en 3º de ESO*. Departamento de Pedagogía aplicada y Psicología de la Educación, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Mallorca, España.
- Rodríguez, A. (2013). *¿Cómo crear un ambiente de aprendizaje?* Maestría en Informática Educativa. Universidad de la Sabana. Bogotá, Colombia.
- Rueda, R. (2003). *Para una pedagogía del hipertexto: Una teoría entre la deconstrucción y la complejidad*. Tesis de doctorado. Departament de Pedagogia i Didactiques Especificques. Universitat de les Illes Balears. Mallorca, España
- Secretaría distrital de ambiente. Mapa de monitoreo de calidad del aire en Bogotá por localidades. Tomado de <http://iboca.ambientebogota.gov.co>
- Toro, G. (2016). *Enseñanza en la educación superior: Una aproximación a la evolución de la innovación en la enseñanza de las disciplinas científicas, con énfasis en el uso de TIC en ambientes de aprendizaje*. Tesis doctoral, departamento de la didáctica de la matemática y de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.
- UNESCO. (2008). Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica Una perspectiva desde niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente. Pontificia Universidad

Javeriana – Cali
Wade L.G. (2012) Química Orgánica. Pearson Educación de México, S.A. 5 edición. México.
Zuleta E. 1995. Educación y democracia: un campo de combate. Fundación Estanislao Zuleta. Cali.
Colombia.

4. Contenidos

Justificación: se describe como el currículo lineal basado en contenidos, que se presenta regularmente en las instituciones educativas, induce a un pensamiento compartimentado y genera algunas circunstancias como la reducción por contenidos, la desarticulación, los procesos repetitivos e incoherentes y las dificultades al explicar, lo cual desencadena en serios problemas académicos, sociales, ambientales entre otros. Frente a esto se diseña el ambiente de aprendizaje que permita la complejización de la comprensión de la calidad del aire como factor vital llevando esto a escenarios de problematización en contextos reales con el apoyo de contenidos de manera transversal.

Antecedentes: se presenta la revisión bibliográfica sobre investigaciones presentadas en revistas científicas a nivel internacional, nacional y de la Universidad Pedagógica Nacional sobre educación en complejidad entorno al tema de calidad del aire y ambientes de aprendizaje virtuales

Planteamiento del problema: el trabajo se orientó de acuerdo al siguiente problema ¿De qué manera un Ambiente de Aprendizaje desde el ABP permite complejizar la comprensión de la calidad del aire como factor vital?

Objetivos: están orientados al diseño e implementación de un Ambiente de Aprendizaje para estudiantes de grado once con el fin de lograr la complejización del concepto de calidad del aire como factor vital

Marco teórico: se plantean los referentes teóricos desde cuatro ejes fundamentales. El primero de ellos es el componente epistemológico fundamentado desde el paradigma de la complejidad; el componente pedagógico desde el Aprendizaje Basado en Problemas y el uso de las TIC; el tercer componente, el marco legal desde el ministerio de educación y el ministerio de ambiente; por último, el componente disciplinar en relación con la química y la calidad del aire.

Análisis y resultados: se hace la descripción cualitativa de los resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a los estudiantes, y se hace una propuesta de niveles de complejización teniendo como base los estándares del Ministerio de Educación.

5. Metodología

Se presenta un diseño metodológico de orden cualitativo que permite identificar las características particulares para comprender algunas categorías tenidas en cuenta en el diseño, se precisaron las situaciones, hechos y eventos que enfatizan en la complejización. El diseño es fenomenológico empírico, que permite explorar, describir y comprender lo que los estudiantes tuvieron en común de acuerdo a sus experiencias dentro del ambiente de aprendizaje.

La investigación se lleva a cabo en el Colegio Porfirio Barba Jacob IED con el grupo 1101 de la jornada tarde. Esta muestra es de máxima variación la cual se utiliza para mostrar distintas perspectivas y representar la complejidad de un fenómeno.

El ambiente de aprendizaje se compone de dos ejes: el aula virtual denominada “calidad del aire” y la estrategia didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas, se realizaron varias sesiones con los estudiantes orientando y articulando estos componentes con el fin de complejizar la comprensión del concepto de calidad del aire como factor vital.

Se usan tres instrumentos para obtener la información, en primer lugar, los cuestionarios de salida y entrada, en segundo lugar, los trabajos escritos y las presentaciones de los estudiantes cuando sustentaron, por último, el grupo focal.

6. Conclusiones

Un ambiente de aprendizaje mediado por la tecnología despierta en los estudiantes gran interés hacia el mismo y permite que el estudiante tenga control sobre sus ritmos de aprendizaje, ya que el aula de clase es un sistema dinámico y no lineal, cada estudiante aprende de maneras diferentes a ritmos diferentes. Es deber del docente hacer uso de las herramientas y recursos como las aulas virtuales en la plataforma Moodle que puedan propender por el aprendizaje autónomo y autorregulado

Abordar la clase de ciencias partiendo desde un problema contextualizado y formulado por los estudiantes permite que se sientan identificados, despertando en ellos un sentido de responsabilidad hacia el mundo que los rodea, además de generar interés por aprender a fin de dar solución a las problemáticas. Este tipo de estrategias de enseñanza deben priorizarse sobre los currículos basados en contenidos, los cuales muchas veces están desconectados de las realidades de los estudiantes.

La estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas permite dar grados de libertad a los estudiantes en el desarrollo de sus actividades, lo cual fomenta la reflexión en torno a su proceso de aprendizaje de manera que ellos sean más conscientes del mismo, permite ampliar las posibilidades del conocimiento transversal, haciendo a un lado los límites interpuestos por los currículos basados en contenidos que son fundamentales en la educación tradicional.

El trabajo desarrollado desde una problemática permite abordar y relacionar varios conceptos en un contexto para otorgarles utilidad. Esto quedó evidenciado en las socializaciones de los estudiantes porque, aunque el trabajo no se desarrolló en torno a un contenido, los estudiantes fueron capaces de dar explicación desde el punto de vista químico a los fenómenos relacionados con el problema planteado, ejemplo de esto fue la explicación que dieron sobre la combustión, la fotosíntesis, la composición del aire y la conversión catalítica.

El trabajo autónomo juega un papel importante en el desarrollo del Ambiente de Aprendizaje a través de la búsqueda de información de cada estudiante, al igual que el trabajo cooperativo en la realización de las tareas, trabajo y presentación, estas actividades les permiten la construcción del conocimiento significativo para su contexto, todo esto mediado por la plataforma Moodle.

Estas propuestas de complejización de la comprensión de conceptos se podrían aplicar en las instituciones como un modelo transversal, alternativo al currículo tradicional, fortaleciendo el conocimiento desde diferentes áreas y dedicando el tiempo, el apoyo y la guía necesarias para contextualizar las temáticas evitando la linealidad y respetando los ritmos de aprendizaje.

Las ciencias de la complejidad aplicadas a los entornos educativos facilitan la comunicación entre las diferentes disciplinas específicas del conocimiento, favoreciendo en los estudiantes la formación del pensamiento complejo, dejando de lado el pensamiento compartimentado y logrando en ellos una interpretación del mundo real mucho más objetiva y completa.

El aula es un sistema abierto, constantemente se ve desequilibrado por la presencia, participación, sentimientos, vivencias y pensamientos de docentes, estudiantes y la comunidad educativa e incluso los recursos educativos y el contexto de la institución. Esta crea sus propias dinámicas como un sistema vivo con fluctuaciones constantes donde ocurren fenómenos imposibles de predecir. Son precisamente estas dinámicas las que permiten complejizar el conocimiento.

Elaborado por:	Manrique Torres, Angie; Nova Quintero, Miguel Darío
Revisado por:	Castro Pineda, Luis Alberto

Fecha de elaboración del Resumen:	18	02	2020
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción	14
2.	Capítulo I. Justificación y Estado del Arte.....	17
2.1.	Justificación.....	17
2.2.	Estado del arte	19
3.	CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	24
3.1.	Componente Epistemológico.....	24
3.1.1.	La educación y las ciencias sociales del no equilibrio.....	30
3.1.2.	Educación y complejidad.....	33
3.1.3.	Educar o formar.	36
3.1.4.	Aprendizaje y lógicas no clásicas.	37
3.1.5.	Lógicas no clásicas y transdisciplinariedad.	38
3.2.	Componente Pedagógico	40
3.2.1.	Ambientes de aprendizaje.....	40
3.2.2.	Aprendizaje basado en problemas ABP.....	42
3.2.3.	Uso de tecnologías de informática y comunicación en el aula.	46
3.3.	Marco Legal.....	49
3.3.1.	Desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN).	49
3.3.2.	Desde la secretaria Distrital de Ambiente.....	52
3.4.	Componente Disciplinar	52
3.4.1.	Reacciones de combustión de los hidrocarburos.	53
3.4.2.	Los clorofluorocarbonados CFC.....	54
3.4.3.	Composición química del aire.....	55
3.4.4.	Relación entre la calidad del aire y la salud.....	56
3.4.5.	Índices de calidad del aire en Colombia.	57
4.	CAPÍTULO III. OBJETIVOS Y PROBLEMA	60
4.1.	Objetivo general	60
4.2.	Objetivos específicos.....	60
4.3.	Descripción y delimitación del problema.....	60
4.4.	Formulación del problema.....	61

5.	CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	62
5.1.	Diseño Metodológico	62
5.2.	Etapas de la investigación.....	62
5.2.1.	Cronograma.....	63
5.3.	Grupo de trabajo (Población y muestra)	63
5.3.1.	Consideraciones éticas.	64
5.4.	Instrumentos, recolección y análisis de los datos	64
5.4.1.	Componentes del Ambiente de Aprendizaje.....	65
6.	CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS	66
6.1.	Procesos para el diseño e implementación del ambiente de aprendizaje.....	67
6.1.1.	Diseño del espacio virtual en la plataforma Moodle.....	67
6.1.2.	Implementación de la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas.....	70
6.2.	Complejización.....	78
6.2.1.	Unidad de análisis 1: Composición química del aire	79
6.2.2.	Unidad 2: Factores que comprometen la calidad del aire	83
6.2.3.	Unidad 3: Calidad del aire y su relación con la salud humana	92
6.2.4.	Complejización a partir de la relación entre las unidades de análisis	99
7.	CONCLUSIONES	104
	REFERENCIAS	106

Indicé de Ilustraciones

Ilustración 1 Índices de calidad del aire	58
Ilustración 2 monitores de la calidad del aire en Bogotá	59
Ilustración 3 componentes del Ambiente de Aprendizaje.....	65
Ilustración 4 Categorías y unidades para el análisis.....	66
Ilustración 5 Apertura y diseño del aula virtual en Moodle. Fuente: Autores	67
Ilustración 6 Bienvenida a la plataforma y cuestionario inicial	68
Ilustración 7 Enlace y cuestionario final	69
Ilustración 8 Fases del ABP durante la investigación. Fuente: Autores	70
Ilustración 9 Enlaces a las noticias y foro de planteamiento del problema.....	72
Ilustración 10 enlace a temáticas orientadoras y tareas 1, 2 y 3.....	73
Ilustración 11 Asignación, pautas y material de apoyo para la tareas 1, 2 y 3.....	74
Ilustración 12 Asignación y pautas y material de apoyo para las tareas 4 y 5	75
Ilustración 13 Organización con el programa N-vivo	78
Ilustración 14 Transcripción del grupo focal con el programa N-vivo	79
Ilustración 15 Gráfico comparativo de la pregunta 1 del cuestionario.....	80
Ilustración 16 Gráfico comparativo de la pregunta 2 del cuestionario.....	81
Ilustración 17 Gráfico comparativo de la pregunta 3 del cuestionario.....	81
Ilustración 18 Nube de frecuencia de palabras para la pregunta 4 del cuestionario	82
Ilustración 19 Gráfico comparativo de la pregunta 5 del cuestionario.....	84
Ilustración 20 Gráfico comparativo de la pregunta 6 del cuestionario.....	84
Ilustración 21 Gráfico comparativo de la pregunta 7 del cuestionario.....	85
Ilustración 22 Gráfico comparativo de la pregunta 8 del cuestionario.....	85
Ilustración 23 Nube de frecuencia de palabras.preguntas 9, 10 y 11	87
Ilustración 24 Mapa ramificado de frecuencia de palabras. 9, 10 y 11 inicial.....	89
Ilustración 25 Mapa ramificado de frecuencia de palabras. 9, 10 y 11 final.....	90
Ilustración 26 Relaciones y argumentación sobre la unidad de análisis 2	92
Ilustración 27 Gráfico comparativo de la pregunta 12 del cuestionario.....	93
Ilustración 28 Gráfico comparativo de la pregunta 13 del cuestionario.....	94
Ilustración 29 Mapa ramificado de frecuencia. preguntas 14 y 15 inicial	95
Ilustración 30 Mapa ramificado de frecuencia. preguntas 14 y 15 final	96

Ilustración 31 Gráfico comparativo de la pregunta 16 del cuestionario.....	97
Ilustración 32 Gráfico comparativo de la pregunta 17 del cuestionario.....	97
<i>Ilustración 33 Factores negativos para la calidad del aire</i>	98
Ilustración 34 alternativas de solución	101

Indicé de Tablas

Tabla 1 Resultados obtenidos por base de datos y palabra clave	20
Tabla 2 resultados obtenidos por base de datos y palabra clave	23
Tabla 3 Composición del aire seco cerca a nivel del mar (Katz, 2001)	55
Tabla 4 Cronograma de las etapas de desarrollo de la investigación	63
Tabla 5 Noticias seleccionadas como guía para el planteamiento del problema	72
Tabla 6 Planteamiento del problema en los grupos de trabajo	73
Tabla 7 Tareas de la etapa de búsqueda y organización de la información.	74
Tabla 8 Tareas de la etapa de búsqueda y elección de alternativas de solución	75

1. Introducción

El presente trabajo de grado surge en el contexto del programa de maestría en docencia de la química, en él se diseñó un ambiente de aprendizaje para la complejización de la comprensión integrada de los tres ejes básicos de la química (estructura, constitución y comportamiento de la materia), cabe aclarar en este punto que el término complejizar según Maldonado (2017) hace referencia a indisciplinar la educación desde diferentes puntos de vista, abandonando las maneras de pensar compartimentadas y habituales. La complejización es la capacidad de configurar situaciones de aprendizaje que permiten integrar diferentes acciones, recursos y contenidos para que se puedan llevar a escenarios de problematización en contextos reales con el apoyo e integración de contenidos, esto implica incluir las nuevas tecnologías y software como herramientas para educar, salir de los currículos lineales a currículos no lineales dejando de pensar las disciplinas como conocimientos separados uno del otro, abandonar las cátedras historicistas para acercarse gradualmente al presente abordando problemáticas apasionantes, los fenómenos y eventos deben ser vistos como escenarios donde se agudiza la observación, el análisis, la imaginación, la fantasía, a través de actividades individualizadas y colaborativas, de tal manera que los estudiantes puedan empezar a pensar de manera crítica.

En pocas palabras complejizar la educación le otorga al estudiante libertad dejando de lado el pensamiento algorítmico frente a la información, lo cual inevitablemente desembocará en una mejora en la calidad de la educación y en la calidad de vida. Todo esto para dejar de lado el reduccionismo presente al abordar los temas en el área de química, en donde solamente se alcanza una memorización de estructuras o repeticiones mecánicas sin una comprensión profunda y estructurada de los conceptos relacionados. Maldonado (2014).

Los diseños de los programas en la actualidad son lineales y secuenciales que no admiten ningún tipo de sorpresa, la búsqueda está limitada a algoritmos preestablecidos, y se configuran únicos y verdaderos (mundo de certezas). En el aula se presenta gran cantidad de contenidos en las diferentes asignaturas durante todo el día, semana y año, los cuales se califican a través de evaluaciones bimestrales, pruebas Saber/Pisa, donde prima el rendimiento, llevando fácilmente a estándares de producción más no de formación. Los espacios están limitados a la generación de conceptos alternativos para resolver problemas, las ideas emergentes son pérdida de tiempo ante

el afán del cumplimiento del plan de estudios. Las emergencias, producto del ejercicio cognitivo de cada individuo, así como el proceso autoorganizativo, no es reconocido a pesar de ser fundamental para un aprendizaje con sentido.

El aprendizaje significativo tiene dimensiones o componentes: (i) Motivación (permanente) y depende del ambiente, (ii) comprensión que requiere del conocimiento previo de cada estudiante (que en cada uno es diferente), (iii) que sea funcional, es decir que tenga sentido real, y (iv) que pueden ser utilizados para resolver problemas y que no quede como información incoherente, por último (v) posibilidad de que exista análisis, discusión y construcción de conocimiento. (Carranza, 2017)

En este sentido el ambiente de aprendizaje se diseñó para facilitar un aprendizaje significativo, con una problemática transversal y de interés para los estudiantes de grado 11 del IED Porfirio Barba Jacob como alternativa a la enseñanza por contenidos. Desde un punto de vista epistemológico este trabajo se soporta en las ciencias de la complejidad o teorías de los sistemas dinámicos no-lineales que tienen en cuenta: la termodinámica del no equilibrio, la ciencia del caos, la teoría de catástrofes, la geometría fractal, la vida artificial, las redes complejas y las lógicas no clásicas (Maldonado, 2014). Para esto es necesario generar una ruptura de la enseñanza basada en los contenidos, preocupada únicamente por cumplir con un itinerario o un esquema fundamentado en estándares de temas que se deben abordar de acuerdo a ciertos grados de escolaridad, para pasar a la generación de ambientes de aprendizaje que permitan alcanzar grados de complejización en los estudiantes. Este nuevo paradigma es una contraposición a las corrientes clásicas que ven la educación como un proceso equilibrado y acumulativo, dicho paradigma se ha fortalecido gradualmente en los últimos años.

La entropía ha sido bastante desarrollada a partir de los Sistemas en Equilibrio. “La termodinámica entiende el equilibrio como aquella configuración donde las propiedades macroscópicas de un sistema (presión, volumen, temperatura, composición química) no cambian con el tiempo. La segunda ley establece que en un sistema cerrado la entropía se incrementa hasta alcanzar un equilibrio. La producción interna de entropía por unidad de tiempo siempre es positiva y no cae a cero sino en el momento en que se alcanza el equilibrio; es decir, cualquier sistema que ejecuta un trabajo (expansión gaseosa) continuará cambiando hasta que llega al

equilibrio. El equilibrio es un estado estable que solamente puede alterarse por medio de cambios físicos externos, abriendo el sistema para permitir la entrada y salida de materia y energía. Andrade (2003).

Es necesario aclarar que las ciencias de la complejidad aquí mencionadas no se aplican de manera exclusiva a la termodinámica del no equilibrio, teniendo en cuenta que el aula de clase donde se desarrolla el acto pedagógico es un sistema vivo, debemos entender su alto nivel de complejidad, y el paradigma de las ciencias de la complejidad nos orienta en ese sentido.

Los seres vivos son

“...sistemas abiertos al intercambio de energía y materia con su entorno; por tanto, no pueden concebirse separados de su medio ambiente. Cualquier sistema abierto está sujeto a los flujos de materia y de energía que generan un desequilibrio, dando lugar a una amplificación de las fluctuaciones internas. En esta situación, las acciones ejercidas sobre el sistema no generan una reacción en sentido contrario que tienda a restablecer la configuración anterior, sino que una vez sobrepasado un umbral de estabilidad, pueden destruir la estructura inicial y generar configuraciones o cambios estructurales impredecibles. A medida que las fuerzas externas se hacen mayores, el alejamiento del equilibrio se incrementa y la linealidad en el comportamiento del sistema se va perdiendo”. Andrade (2003)

La investigación es cualitativa de orden fenomenológico y emplea un conjunto de procedimientos interpretativos. Este trabajo aporta al incremento del conocimiento sobre las ciencias de la complejidad aplicadas en un ambiente de aprendizaje; según su alcance temporal es transversal, ya que estudia el progreso del aprendizaje químico en los estudiantes de media; de acuerdo con su alcance es exploratorio, debido a que obtuvo un primer conocimiento de la situación o una perspectiva acerca del impacto de un ambiente de aprendizaje que complejiza la comprensión del estudiante. Su amplitud es microsociológica, en cuanto a que su objeto es un grupo de estudiantes del IED Porfirio Barba Jacob en Bosa.

2. Capítulo I. Justificación y Estado del Arte

2.1. Justificación

En este trabajo de grado se diseñó un Ambiente de Aprendizaje soportado en Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y tecnologías de informática y comunicación (TIC) en un aula virtual de la plataforma Moodle, esto para la complejización de la comprensión de la calidad del aire como factor vital, para evitar la reducción por contenidos y la desarticulación de los temas, busca reducir los procesos repetitivos, memorísticos e incoherentes para disminuir las dificultades al explicar los diferentes factores y eventos que influyen en un fenómeno. Las problemáticas ambientales, sociales, económicas, entre otras, son en gran parte consecuencia de la estructura y concepciones que se tienen sobre educación. Por esta razón es responsabilidad de la escuela brindar ambientes de aprendizaje no disciplinados, es decir, no centrados únicamente en la transmisión de conceptos pertenecientes a una disciplina que se acumulan de manera aislada de otras disciplinas, sino ambientes que permitan la actuación responsable que irrumpa la visión antropocentrista y migre hacia el cuidado “en, por y desde la vida”. Esta última concepción fundamentada en la visión de Husserl, implica que el hombre y el mundo forman un todo, hay una relación de co-presencia y co-pertenencia entre estos dos, hay una red de relaciones en el mundo que se desarrolla la vida humana, y por lo tanto hay una responsabilidad del hombre frente al mundo que lo rodea (Herrera, 2010).

Este trabajo de grado surge de la inminente necesidad de estar en sintonía con las actuales propuestas del ministerio de educación sobre las mayas curriculares transversales que pretenden mejorar la calidad educativa en Colombia, dejando de lado el currículo lineal en donde confluyen diferentes aspectos que condicionan o impiden el avance hacia mayores estados de complejidad de los estudiantes y docentes que se encuentran en el sistema. El aula es un espacio donde se evidencia un importante grado de desarticulación entre los lineamientos planteados en los Proyectos Educativos y las dinámicas dirigidas, orientadas, coordinadas por el docente con su grupo de estudiantes. En este sentido, tanto los recursos como las ideas, concepciones y pensamientos del maestro sobre el acto pedagógico influyen de manera definitiva en la

cualificación del sistema educativo; es así como el aula, se convierte en un factor de suma importancia para adelantar con seriedad propuestas que ayuden a articular los discursos con las realidades. El ambiente de aula se consolidó partiendo de varios aspectos que evidenciaron los instrumentos de recolección y análisis, teniendo en cuenta el contexto socio cultural del grupo.

Las nuevas ideas, tendencias, paradigmas que se están develando en el conocimiento de frontera y sus productos tecnológicos, están transformando contextos culturales, económicos, políticos, ambientales, sociales y entre otros los pedagógicos. La innovación debe ser una preocupación constante de los docentes y debe responder al ejercicio de su permanente reflexión sobre la acción que realiza, la cual es indispensable para crear acciones concretas que dinamizarán el proceso para la transformación pedagógica.

La sociedad se encuentra en una profunda revolución en el campo de la ciencia, generada en gran parte por el desarrollo de punta de la física, la química, la biología y las ciencias de la computación. Existe una significativa brecha entre la nueva ciencia surgida del estudio de los sistemas naturales y los valores que siguen prevaleciendo en la filosofía, las ciencias sociales y la vida en las modernas sociedades, estos valores están basados en un determinismo mecanicista y positivista. En este sentido, cualquier cosa que se afirme dentro del contexto de una teoría científica (y algo similar puede decirse de cualquier sistema de valores éticos o estéticos), se refiere, directa o indirectamente, al Mundo de la Vida (Husserl, 1999) en donde se encuentra la persona humana. De acuerdo a esto en el ambiente de aprendizaje aquí planteado se hizo uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y otras herramientas como las (tecnologías de la informática y comunicación) TIC para desarrollar todo el escenario que llevaran a los estudiantes de grado once del IED Porfirio Barba Jacob en Bosa a generar ideas y posturas frente al problema escogido desde su contexto basados en el tema de calidad del aire.

2.2. Estado del arte

La revisión del estado del arte del presente trabajo de grado, se desarrolló a partir de una amplia búsqueda bibliográfica a la luz de las ciencias de la complejidad en el escenario educativo, en la cual, se encontró material limitado mediante las siguientes palabras clave: “ciencias de la complejidad”, “complejidad y educación”, “sistemas complejos”, “ambientes de aprendizaje”, “educación ambiental + calidad del aire” y “aprendizaje basado en problemas”.

Esta revisión empezó a partir de junio del año 2018; la información ha sido seleccionada a partir de tres ejes temáticos. En primer lugar, el abordaje de la educación como fenómeno no lineal y/o fuera del equilibrio, en segundo lugar, el aprendizaje de la química en transversalidad con otros saberes en el ámbito escolar y finalmente, la relación en torno a ambientes de aprendizaje novedosos y creativos. Se desarrolló mediante la búsqueda de información en bases datos destacadas tales como: Scielo, TDR, Dialnet y Google académico. En la tabla 1, se presenta los resultados de cada palabra clave en los buscadores.

Buscador	Palabra clave	Resultados
TDR	Complejidad y educación	11
	Ambientes de aprendizaje	214
	Calidad del aire	242
	Educación ambiental	251
Dialnet	Ciencias de la complejidad y educación	17
	Ambientes de aprendizaje y química	11
	Educación ambiental y calidad del aire	36
Scielo	Complexity science and education	98
	Ambientes de aprendizaje en química	6
	Educación ambiental y calidad del aire	4
UPN	Complejidad y educación	2
	Ambientes de aprendizaje y química	0
	A. de aprendizaje y formación ambiental	1
	A. de aprendizaje y TIC	2
	Educación ambiental	66

	Educación ambiental y calidad del aire	0
--	--	---

Tabla 1 Resultados obtenidos por base de datos y palabra clave

La tabla 1, muestra que los trabajos en ciencias de la complejidad son escasos, la mayoría de documentos encontrados en esta categoría se relacionan con ciencias matemáticas como la estadística y la economía, muy pocos están relacionados con la educación. En el tema de ambientes de aprendizaje relacionados con el aprendizaje de la química se encuentra gran variedad de trabajos y muchos de ellos basados con tecnologías de informática y comunicación principalmente con el tema de laboratorios virtuales y modelado de estructuras químicas. En cuanto a la educación ambiental y calidad del aire los documentos descriptivos y estudios de caso son abundantes, pero son escasos los trabajos de investigación que relacionan las dos temáticas.

En la tabla 2, se enlistan los documentos que a consideración presentan aportes valiosos, después de la revisión estos se pueden considerar antecedentes por coincidir con el tema de ciencias de la complejidad, ambientes de aprendizaje y educación ambiental en calidad del aire. Es importante resaltar que la búsqueda fue guiada en términos de aprendizaje ya que se considera de mayor relevancia la generación de ambientes de aprendizaje que las estrategias de enseñanza.

La revisión hecha del estado del arte, revela los avances alcanzados en los ejes relacionados con el trabajo de grado, de los cuales podemos tener un punto de partida. En cuanto a las ciencias de la complejidad, se observa que son un tema trabajado principalmente desde las disciplinas científicas como la medicina, la química, la física, la biología, las matemáticas, la informática y la economía, sin embargo, los alcances de estas en el ámbito educativo son realmente escasos, y los encontrados son orientados principalmente al aprendizaje o enseñanza de conceptos de la biomédica y la economía. Actualmente la aplicación de las ciencias de la complejidad en aprendizaje de conceptos químicos, físicos, matemáticos y ambientales son escasos.

Nº	Autor Año	Título	Aportes conceptuales y metodológicos	APA	Palabra clave	Antecedentes teóricos
1	Roció Rueda Ortiz 2003	Para una pedagogía del hipertexto: Una teoría entre la deconstrucción y la complejidad	<ul style="list-style-type: none"> - Propone estrategias y hábitos para mejorar el uso de las tecnologías en los procesos de aprendizaje en la escuela. - Método de complejización del hipertexto 	Rueda, R. (2003). Para una pedagogía del hipertexto: Una teoría entre la deconstrucción y la complejidad. Tesis de doctorado. Departament de Pedagogia i Didactiques Especificques. Universitat de les Illes Balears. Mallorca, España	Ciencias de la complejidad	Paradigma de la complejidad que integra lo vivo y lo no vivo, lo animado y lo inanimado en un todo que se encuentra eco-organizado.
2	Samantha Diegoli 2004	Comportamiento de los grupos pequeños de trabajo bajo la perspectiva de la complejidad	<ul style="list-style-type: none"> - Establece los vínculos entre ciencias de la complejidad y la psicología social. - Analiza el comportamiento de grupos pequeños de trabajo en cuanto a su auto-organización y creatividad. 	Diegoli, S. (2004). <i>Comportamiento de los grupos pequeños de trabajo bajo la perspectiva de la complejidad</i> . Tesis de doctorado, Facultad de Psicología. Universitat de Barcelona, Barcelona, España.	Ciencias de la complejidad educación	La autora se basa en tres teorías fundamentales: Las estructuras disipativas, la autopoiesis y los hiperciclos catalíticos.
3	Roció Jiménez fontana 2016	La evaluación en la educación para la sostenibilidad desde el paradigma de la complejidad	<ul style="list-style-type: none"> - Caracteriza los elementos del sistema de evaluación en coherencia con los principios de sostenibilidad en educación universitaria enmarcado en el paradigma de complejidad. 	Jiménez, R. (2016). <i>La evaluación en la educación para la sostenibilidad desde el paradigma de la complejidad</i> . Tesis doctoral. Facultad de ciencias de la educación. Universidad de Cádiz. Cádiz, España.	Ciencias de la complejidad Educación	Caracterización de los aspectos que orientan el planteamiento del paradigma de complejidad, la evaluación ambiental, la sostenibilidad curricular y la evaluación.
4	Julio Hizmeri Fernández 2010	Paradigma de la complejidad, educación, curriculum y praxis docente	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza la educación, el curriculum escolar y el trabajo docente, a partir de los aportes del Paradigma de la Complejidad y desde el enfoque sociológico de Morín. - Replantea la praxis pedagógica desde la reconceptualización teórica. 	Hizmeri, F. (2010). Paradigma de la complejidad, educación, curriculum y praxis docente. Tesis de magíster en educación. Universidad del bío-bío. Facultad de educación y humanidades. Departamento de educación. Región del Bío Bío Chile.	Complejidad y educación	Paradigma de la complejidad desde la perspectiva de Morín Pensamiento complejo. El ideal clásico de racionalidad.
5	Paloma Llabata 2016	Un enfoque de complejidad del aprendizaje. La metodología cooperativa en el	<ul style="list-style-type: none"> - Realiza un estudio del aprendizaje a lo largo de la historia. - Reflexiona respecto a la didáctica universitaria y la 	Llabata, P. (2016). <i>Un enfoque de complejidad del aprendizaje. La metodología cooperativa en el ámbito universitario</i> . Tesis doctoral, programa de doctorado en educación. Universitat de	Ambientes de aprendizaje	Resalta la importancia del aprendizaje cooperativo en el ámbito universitario. Por otro lado analiza los enfoques de aprendizaje y la reflexión

		ámbito universitario	complejidad del aprendizaje.	les Illes Balears. Mallorca, España		sobre el aprendizaje propio.
6	Gloria Patricia Toro 2016	Enseñanza en la educación superior: Una aproximación a la evolución de la innovación en la enseñanza de las disciplinas científicas, con énfasis en el uso de TIC en ambientes de aprendizaje	- Caracteriza las innovaciones didácticas en la enseñanza de las ciencias en la universidad, especialmente las que usan diferentes instrumentos y programas TIC en las áreas de biología, química, física y educación ambiental.	Toro, G. (2016). <i>Enseñanza en la educación superior: Una aproximación a la evolución de la innovación en la enseñanza de las disciplinas científicas, con énfasis en el uso de TIC en ambientes de aprendizaje</i> . Tesis doctoral, departamento de la didáctica de la matemática y de les ciencies experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.	Ambientes de aprendizaje	Analiza el papel de los entornos tecnológicos en las innovaciones didácticas profundizando en aspectos como tecnologías que se incorporan en la educación, el rol de las TIC en los procesos educativos y la relación entre las TIC y las metodologías utilizadas en el aula de clase.
7	Rodolfo Posada Álvarez 2002	Diseño y valoración de una propuesta para mejorar la calidad de la educación básica y media en la región caribe colombiana	- Analiza el estado integral de la calidad básica y media en la región caribe colombiana. - Propone los Ambiente de Aprendizaje como una alternativa de mejora para la calidad educativa en Colombia.	Posada, R. (2002). <i>Diseño y valoración de una propuesta para mejorar la calidad de la educación básica y media en la región caribe colombiana</i> . Universidad nacional de educación a distancia. España.	Ambientes de aprendizaje	El enfoque teórico - epistemológico se sustenta en los paradigmas de la complejidad, pensamiento sistémico, pensamiento paralelo, inteligencia emocional y organizaciones inteligentes.
8	Marta López García 2009	Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"	- Presenta una forma de vinculación entre las tecnologías de la informática y la comunicación con los Ambientes de Aprendizaje.	López, M. (2009). <i>Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"</i> . Facultad de educación. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.	Ambientes de aprendizaje	Laboratorios virtuales para generar ambientes de aprendizaje diferentes utilizando las TIC.
9	Juan Manuel Reverte Lorenzo 2014	Diseño, implementación y validación de un ambiente enriquecido con TIC para el aprendizaje del álgebra en 3° de ESO	- Presenta un Ambiente de Aprendizaje mediado por las TIC, utilizando redes sociales y herramientas digitales adaptadas para la educación, vinculando el aprendizaje cooperativo y enmarcado en un contexto.	Reverte, J. (2014). <i>Diseño, implementación y validación de un ambiente enriquecido con TIC para el aprendizaje del álgebra en 3° de ESO</i> . Departamento de Pedagogía aplicada y Psicología de la Educación, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Mallorca, España.	Ambientes de aprendizaje.	Diseño de ambientes de aprendizaje mediados por TIC, Aprendizaje cooperativo.

10	Gregorio Jiménez Valverde 2008	Optimización metodológica de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos de la Química	<ul style="list-style-type: none"> - Estudia los entornos en BSCW (Basic Support of Cooperative Work) y Sinergia, que son entornos cooperativos que favorecen la autonomía de los estudiantes. - Reflexiona con actitud crítica sobre el uso y aprovechamiento de los recursos educativos. 	Jiménez, G. (2008). Optimización metodológica de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos de la Química. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Universitat de Barcelona, Barcelona, España.	Ambientes de aprendizaje.	Uso de herramientas virtuales en ambientes de aprendizaje Trabajo cooperativo, Uso de herramientas informáticas para la enseñanza de la química.
11	Eduardo García 2002	Los problemas de la Educación Ambiental: ¿es posible una Educación Ambiental integradora?	<ul style="list-style-type: none"> - Plantea comportamientos pro ambientales concretos capacitando para la acción. -Presenta una perspectiva que invita a superar los reduccionismos y transformar la Educación ambiental por medio de la concienciación y la responsabilidad. 	García, J.E. (2002). Los problemas de la Educación Ambiental: ¿es posible una Educación Ambiental integradora?. Revista Investigación en la Escuela, 46, 5-25.	Educación ambiental y ambientes de aprendizaje complejos	Problemáticas y faltantes de la Educación Ambiental. Comportamientos pro ambientales. Capacitación para la acción.
12	María Balbas Ripoll 2004	Programa de educación ambiental “el aire que te envuelve”	<ul style="list-style-type: none"> - Formula estrategias para el mantenimiento de la calidad del aire en dinámicas regionales y/o locales, que permite la apropiación de los procesos y proyectos por parte de las comunidades que participan en ellos. 	Balbas, María. (2004). Programa de educación ambiental “el aire que te envuelve”. Libro: Teoría y práctica de la educación ambiental. Grupo Editorial Universitario. España. 199-204	Educación ambiental y calidad del aire	Aprendizaje cooperativo. Aprendizaje basado en problemas. Educación no formal

Tabla 2 Ficha de citas, Estado del Arte

3. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

3.1. Componente Epistemológico

El mundo cambia constantemente en diferentes aspectos; cambian las culturas, la música que escuchan las personas, las formas de divertirse, de trabajar, de transportarse, entre otras muchas cosas que se han transformado al pasar de los años, y se puede decir que muchos de estos cambios han sido avances. Si se habla en términos del transporte no es lo mismo viajar en un vehículo de tracción animal que, en un vehículo motorizado, esto implica un ahorro de tiempo y un aumento en la comodidad, lo cual se podría traducir en términos de transporte en un avance. En otros aspectos como música y arte sería bastante subjetivo opinar sobre el avance ya que entrarían a jugar un papel importante los gustos personales, y habría tantas opiniones como personas hay.

No se pretende en este texto hablar acerca de los avances conseguidos en temas como las artes o la economía (aunque no es ajeno a ellos), sino enfocarse en la ciencia y la filosofía. Aunque la filosofía y la ciencia buscan descubrir, interpretar y explicar el porqué de los fenómenos naturales y humanos, los avances en estos campos no cumplen las expectativas esperadas. Según De Azcárraga (2003), se supone que el progreso debe ser permanente, pero la filosofía no ha avanzado mucho en comparación con otras ramas del conocimiento como la ciencia o la tecnología que llevan ventaja en cuanto a la explicación y a la predicción se refiere, muchas teorías científicas logran explicar y hasta predecir el comportamiento de algunos fenómenos naturales, contrario a lo que ocurre con la filosofía.

Este atraso de la filosofía frente a las ciencias no se debe más que a una mera separación entre las dos, el cual se observa desde los inicios de la misma: “los sistemas filosóficos clásicos surgieron exclusivamente – no podía ser de otro modo– de la pura reflexión e introspección del filósofo, ambas inevitablemente motivadas y condicionadas por lo que podría llamarse su experiencia vital, diferente para cada persona” (De Azcárraga, 2003, p. 2)

Este aislamiento de la filosofía frente a los avances científicos y tecnológicos ha sido perjudicial para la misma, ya que los aspectos y/o fenómenos naturales hacen parte de la experiencia del ser humano, y la explicación del comportamiento del ser (un objetivo de la

filosofía), aunque depende de la parte social y de la interacción con otros seres humanos, también depende de la parte natural del mismo, no se puede solamente depender de la reflexión o de la introspección ante la abundante evidencia científica. Recordemos que ha sido a partir del estudio biológico, como se ha logrado explicar el comportamiento de ciertas especies animales, sus rituales, su manera de vivir y convivir con otros individuos de su misma especie y de otras especies, según los postulados de Kauffman, en los fenómenos alejados del equilibrio, se manifiesta un fenómeno denominado auto-organización que consiste en el comportamiento de los elementos de un sistema de manera compleja sin que haya un centro que los organice (Pérez, González & Nuño, 2006). Kauffman supone que la evolución de la vida no se dio de manera lineal sino a partir de fenómenos alejados del equilibrio, a partir de esto vemos la importancia de la auto-organización en los fenómenos relacionados con la vida, de la misma manera la ciencia y filosofía podrían trabajar mancomunadamente en el avance de la humanidad.

Desde nuestra perspectiva, la filosofía es un campo estrechamente ligado a la ciencia y por ende a la educación. Como lo explica Estanislao Zuleta, afirmando que la educación sin filosofía no es educación.

“La educación, tal y como existe en la actualidad, reprime el pensamiento, transmite datos, conocimientos, saberes y resultados de proceso que otros pensaron, pero no enseña ni permite pensar.”, “la educación y los maestros nos hicieron un mal favor: nos ahorraron la angustia de pensar”. “lo que se enseña no tiene muchas veces relación alguna con el pensamiento del estudiante, en otros términos, no se lo respeta, ni se lo reconoce como un pensador y el niño es un pensador

A continuación, se hace un breve recorrido de algunas corrientes filosóficas y se observa que mientras algunas de ellas iban de la mano con las ciencias, otras no concordaban con estas. Se pretende mostrar el cambio de paradigmas en ciencias que al presentar anomalías conducen a una crisis de credibilidad en sus principios, por parte de la comunidad implicada (Kuhn, 1992)

En primer lugar, cabe mencionar a Descartes, muy reconocido en el ámbito filosófico, pero además de filósofo era científico, lo cual fue favorable para sus aportes desde el interior de las ciencias. Descartes estaba empeñado en establecer un método que le diera legitimidad a la ciencia

y que además fuera válido para cualquier científico en el mundo, de allí surgió el método científico que influyó en el trabajo de muchos y por mucho tiempo permaneció (o podríamos decir que ha permanecido) como un pilar de las ciencias e inclusive de la enseñanza de las ciencias. Esto permitió dar un salto enorme cambio de paradigma, separando la ciencia de la enorme influencia religiosa como explica Asensi y Parra “la mecánica de Newton y otras teorías renacentistas frente a la vieja ciencia escolástica, trufada ésta tanto de observación empírica como de prejuicios religiosos”

Dentro de este nuevo paradigma del método científico, la ciencia y su propósito adquieren un nuevo significado según Kohan, el objetivo principal de una ciencia, más que una mera descripción de fenómenos empíricos, es establecer, mediante leyes y teorías, los principios generales con que se pueden explicar y pronosticar los fenómenos empíricos. (Asensi y Parra, 2002). Años más tarde Immanuel Kant establece la corriente idealista, la cual fue revolucionaria en el pensamiento científico de su momento, e inclusive ha trascendido hasta nuestras épocas. Hasta Kant, lo fundamental era el objeto conocido o estudiado, después de este filósofo lo fundamental es quien estudia o conoce el objeto, esto plantea que una misma realidad puede ser conocida o interpretada de diferentes maneras, dependiendo del sujeto que la está estudiando, dentro de lo cual también influyen los conocimientos e ideas previas que tenga el sujeto frente al objeto o fenómeno estudiado.

Francis Bacon y John Stuart Mill veían en la inducción el método infalible de la ciencia empírica (Asensi y Parra, 2002). Mientras que Oswald Spengler, conocido por su obra “*la decadencia de occidente*”, y tildado por muchos como un pesimista por sus planteamientos. Spengler planteó que la sociedad de occidente había alcanzado su máximo florecimiento alrededor de las décadas de 1910 y 1920, y que lo que le esperaba de ahí en adelante era la ruina, como ocurrió con las antiguas civilizaciones, las cuales tuvieron un gran esplendor antes de su decadencia. Esto plantea para el aspecto científico, que no hay ya mucho por avanzar, lo cual da una visión de una ciencia acabada. A pesar del pensamiento de Spengler, las cosas no continuaron el rumbo predicho por él, por lo menos no en el ámbito científico y nos gustaría pensar que sus planteamientos fueron una motivación para continuar el avance científico. De hecho, no podemos hablar hoy en día de una ciencia absolutista o terminada, sino provisional, con verdades transitorias o parciales, teniendo por cierto que estamos en continuo avance.

Una corriente importante para las ciencias también fue el positivismo científico, en cabeza de Ernst Mach, donde planteaba que la ciencia se debe ocupar de lo que es observable o experimentable, es decir que la forma de llegar al conocimiento es a través de la experimentación. Esto ha sido importante para las ciencias, se sabe que por este medio se puede comprobar la veracidad de lo que se cree conocer, sin embargo, no puede el científico basarse únicamente en la información que pueda obtener a través de sus sentidos, sino que los conceptos deben también definirse por las operaciones que se deben hacer para contrastarlos, la matemática es fundamental en este proceso, corriente conocida como el operacionalismo de Bridgman. Tanto la observación como la razón son útiles en la construcción de conocimiento (De Azcárraga, 2003).

Wittgenstein por su parte habló acerca del lenguaje y su relación con la realidad. Para este filósofo el lenguaje era un intento de reflejar la realidad, a través del lenguaje el sujeto conoce y explica la realidad que lo rodea, y que además ya está establecida, por lo tanto, si una persona no puede hablar o explicar de una manera científica un fenómeno, es porque no lo conoce. Para este filósofo los problemas de conocimiento se estaban directamente relacionados con lo lingüístico. Wittgenstein y Popper tenían diferencias marcadas, e inclusive debatieron frente a sus ideas filosóficas en cuanto al conocimiento: “...Wittgenstein sostenía que no había verdaderos problemas filosóficos, sino sólo dificultades lingüísticas que había que desentrañar para poder establecer los límites del pensamiento conceptual inteligible...” (De Azcárraga, 2003, p. 3)

Por su parte Popper argumentaba algo muy distinto: “...sí había genuinos problemas filosóficos; entre otros, la propia tesis de Wittgenstein...” (De Azcárraga, 2003, p. 3). Popper y su corriente del falsacionismo, defendía la ciencia y el carácter racional de la misma, debido a que la ciencia es capaz de detectar los errores, criticarlos y posteriormente corregirlos, de hecho el éxito en la actividad científica, la esencia de esta radica en la refutación de las teorías o la falsación de las mismas, y cuando una teoría compite con otra por ser aceptada, el juez debe ser la naturaleza, que fría y sin preferencias o ideologías sería imparcial es la decisión, en pocas palabras la experimentación ratificaría si una teoría es falsa o no. “Popper nos ha enseñado que no hay método infalible ni ciencia segura. No hay epistémé, sólo dóxa; no hay saber definitivo, solo conjeturas provisionales” (Asensi y Parra, 2002).

Es por esta razón que la filosofía no debería estar lejos de la ciencia, la naturaleza carece de ideologías, es como es y no como el ser humano quiere que sea, y la ciencia se encarga de explicarla, encontramos, explicamos e inclusive usamos las leyes de la naturaleza a nuestro favor, sin embargo, es para nosotros prácticamente imposible cambiarlas. Por su parte las creencias y la filosofía (alejada de la ciencia) suelen ser finalistas, dando una explicación totalitaria de los fenómenos, la filosofía y la ciencia de la mano pueden dar al ser humano una oportunidad mayor de aprender el universo que nos rodea.

Vivimos en un universo no ergódico, y la no-ergodicidad expresa, de manera precisa, el hecho de que cualquiera que sea el orden existente, éste siempre, inevitablemente se romperá para, a partir del desequilibrio constituir un equilibrio de mayor complejidad. Nada es permanente, pero también nada está abandonado al azar y al cambio sin más. La evolución conduce a los sistemas, al mundo y en últimas al universo, como un todo, a niveles, estructuras, dinámicas y procesos de complejidad creciente en lo que está en juego, ulteriormente, es el horizonte mismo de comprensión, el horizonte mismo de posibilidades. El peor de los futuros siempre será mejor que el mejor de los pasados, por el simple hecho de que sea futuro, es decir, de que haya horizontes, posibilidades. Las ciencias de la complejidad hacen suya esta dinámica de transiciones entre el orden y el desorden, o entre el desorden y el orden. (Maldonado & Gómez, 2011)

Las ciencias de la complejidad representan una auténtica revolución en el conocimiento, al mejor estilo de las revoluciones científicas estudiadas por T. Kuhn, pero que en realidad son herederas de la tríada G. Bachelard, G. Canguilhem y A. Koyre. Se trata de un grupo de ciencias que, por tanto, contienen numerosas teorías, una diversidad de modelos explicativos, una gama amplia de conceptos, en fin, una pluralidad de métodos y lógicas- cuyo tema de base es, para decirlo en términos genéricos: ¿Por qué las cosas son o se vuelven complejas? (Maldonado & Gómez, 2011).

En la educación de ciencias naturales podría decirse que funcionó por mucho tiempo la transmisión de conocimiento por métodos clásicos, pero las generaciones cambian continuamente y se puede ver que se necesita una nueva forma de enseñanza, no solo basada en la transmisión sino también en la aprehensión del conocimiento, para lograr este objetivo, un camino puede ser

el de visualizar la educación como un proceso de no-equilibrio, dejando un poco de lado el reduccionismo que idealiza los fenómenos, y empezando a tratar el aprendizaje como un proceso social que debe empezar a mirarse desde las ciencias de la complejidad. El término ciencias de la complejidad es bastante desconocido en la actualidad, aunque varios autores ya han trabajado en este concepto desde el aspecto social pero también desde las ciencias naturales, por lo cual generalmente los estudios en este respecto tratan de las relaciones del hombre con la naturaleza.

Los trabajos enfocados en las ciencias de la complejidad se centran en los sistemas o fenómenos que presentan comportamientos que se salen de la linealidad, que son de alguna manera inestables y que podrían denominarse como al filo del caos (Maldonado, 2014). La ciencia ha tratado de simplificar los fenómenos para su explicación dentro de un imaginario ideal; la humanidad ha tratado de ver la educación de la misma manera, pero esta visión es paradójica porque al observar el entorno del ser humano, la naturaleza y las ciencias antropológicas, podemos afirmar que nuestro mundo está lleno de fenómenos de desorden y caos. Los sistemas educativos están fundamentados en las relaciones e interacciones de las personas con otras personas y de las personas con el entorno, esto implica que el número de variables es bastante grande lo cual genera indeterminaciones y azares, por lo cual se puede afirmar que la mayoría de los sistemas educativos son complejos, no lineales, emergentes, turbulentos, fluctuantes y llenos de incertidumbre (Dimaté, 2007)

Por otra parte, cuando se analizan las concepciones de los actores de la educación, principalmente de los educadores y pedagogos se encuentra que son representantes de los movimientos revolucionarios conservadores, es decir que el fenómeno educativo ha permanecido estático y lineal siguiendo un método tradicional que no ha propiciado cambios significativos en el aprendizaje humano. El progreso de la humanidad sólo puede alcanzarse por la educación. La educación puede ser un elemento transformador pero restringente, un factor de cambio, pero disciplinante y normativo (Maldonado, 2014)

Teniendo en cuenta estos planteamientos, es necesario ver el proceso educativo como un fenómeno complejo que se transforma continuamente en sus formas y contenidos, precisamente por el hecho de hacer parte de la realidad social y tecnológica del ser humano que se actualizan cada segundo, lo que hace difícil que la educación tradicional tenga el mismo éxito en todas las

ocasiones. Por esto las relaciones entre las ciencias de la complejidad y la educación nos dicen que las aulas se deben ver como un sistema vivo, abierto, dinámico, susceptible de cambios, sensibles a estructuras y cambios en el entorno, libres de jerarquías y lo que nosotros hemos denominado “orden” (Maldonado, 2014). Según Maldonado con esta visión de aula la vida puede expresarse, se logra una mejor comunicación que haciendo uso de la tecnología y otras herramientas se puede crear nuevo conocimiento, y esto puede ser logrado por cualquiera de los actores educativos, no solo por el docente.

En cuanto a la ciencia, las teorías científicas se encuentran con el problema de la obligación de simplificar los fenómenos y el entorno para poder describirlo y explicarlo claramente, esto puede limitar o tergiversar la realidad provocando una explicación incompleta. La ciencia activa se encuentra extraña a un mundo reversible determinista y legal que ella describe y sobre la cual actúa (Maldonado, 2014)

3.1.1. La educación y las ciencias sociales del no equilibrio¹.

Surge la pregunta, de acuerdo a la naturaleza del proceso educativo ¿cómo podemos clasificar la educación? Para responder a esto debemos recordar que la educación por mucho tiempo ha sido clasificada como parte de las ciencias sociales o de las ciencias sociales aplicadas, pero según Maldonado (2012) y Maldonado (2013), la educación ya no cabe dentro de esta clasificación, sino más bien dentro de las ciencias sociales del no equilibrio lo cual en nuestro contexto es algo novedoso ya que se está estudiando hace una década aproximadamente y es un programa que surgió no en Colombia sino en Europa.

Cualquiera que sea la condición inicial, en la termodinámica lineal de los sistemas cercanos al equilibrio, el sistema alcanza el estado determinado por las condiciones impuestas por el entorno, de ahí su predictibilidad. Un fenómeno lineal gana información, un sistema lineal es predecible, mientras que, la no linealidad es un atributo de la complejidad.

¹ Se entiende la educación como una relación de equilibrios dinámicos, el aula es un sistema abierto sensible a procesos, estructuras y dinámicas del entorno.

Prigogine sostiene que la vida no escapa a la segunda ley puesto que en los procesos de organización la entropía total siempre aumenta. El término general entropía está constituida en dos partes; la primera refleja los intercambios entre el sistema y el mundo exterior ΔS_e , y la segunda describe la entropía que se produce al interior mismo del sistema ΔS_i . La segunda ley exige que la suma de estas dos sea positiva, excepto en estado de equilibrio cuando es cero, $\Delta S_e + \Delta S_i > 0$. Lejos del equilibrio la primera entropía alcanza valores positivos muy altos, $\Delta S_e \gg \Delta S_i$, por lo que, aunque la segunda sea negativa, la suma de las dos sigue siendo positiva. Esto quiere decir que en sistemas lejos del equilibrio pueden presentarse disminuciones locales de entropía que se manifiestan en un aumento impresionante de la organización interna. Se trata del proceso de autoorganización que da lugar a “estructuras disipativas”, llamadas así porque generan orden a costa de disipar entropía al entorno. Un ejemplo químico de estructura disipativa está dado por la reacción de Belousov-Zhabotinski, la oxidación del ácido malónico con bromato de potasio en una solución de ácido sulfúrico y en presencia de iones cerio. Esta reacción genera patrones espacio-temporales, que se ven como la generación de ondas espirales.

“... en términos clásicos los sistemas biológicos no están sometidos a la segunda ley de la termodinámica, la cual afirma en esencia que en los sistemas en equilibrio el orden tiende a desaparecer. En otras palabras, los sistemas biológicos se caracterizan por una complejidad creciente, superando la tendencia hacia la entropía –entendida la entropía como propia de un sistema cerrado-. Sin embargo, en una formulación más rigurosa y actual, es preciso reconocer que los sistemas biológicos sí están sometidos a la segunda ley de la termodinámica, pero, desde la perspectiva internalista, para un sistema en expansión el principio de la entropía no es restrictivo, sino, por el contrario, abre posibilidades creativas.” Kauffman (2003)

Es exactamente este punto el que abre las puertas, con Prigogine, a la termodinámica del no-equilibrio y, con Kauffman, a la investigación en torno a una cuarta ley de la termodinámica, que es justamente aquella que da lugar a los sistemas vivos como a sistemas creativos.

Debería entonces considerarse de aquí en adelante esta clasificación por dos motivos fundamentales. Primero, La educación se desenvuelve hoy en un medio gobernado por las TIC, lo que llamamos hoy en día la sociedad de la información. Inclusive hablar de este término según

Maldonado (2013) ya es antiguo y se viene manejando desde la década de 1970, por lo tanto debemos ser conscientes de que las condiciones han cambiado mucho en las últimas décadas con la aparición del internet y las tecnologías de la información y la comunicación, los docentes ya no son dueños o poseedores de la información como en alguna época se pensó que fueran, tampoco la información está al alcance de unos pocos con condiciones económicas especiales y que puedan acceder a ella, en nuestros días la información está a disposición de cualquier persona a un clic de distancia.

Ahora bien, las ciencias han cambiado sus preocupaciones, ya la humanidad no se pregunta ¿qué es la realidad? En lugar de esto nuestro cuestionamiento es ¿qué sabemos de la realidad? (Maldonado, 2012). Se sabe que el mundo y el universo está en constante cambio, donde ocurren fenómenos tanto naturales como sociales y la educación ahora se encarga de descubrir cómo se organizan estos fenómenos y muy importante, que es posible aprender a partir de estos fenómenos, la ciencia está permeada de factores sociales, culturales y lingüísticos. La cultura ya no es un conjunto “sólido” de saberes, sino algo fugaz, cambiante “líquido”. “aún debemos aprender el arte de vivir en un mundo sobresaturado de información. Y también debemos aprender el aún más difícil arte de preparar a las próximas generaciones para vivir en semejante mundo” (Bauman, 2013)

Estos planteamientos no llevan al segundo motivo que justifica la clasificación de la educación en las ciencias sociales del no equilibrio. No existen sistemas cerrados, sólo hay sistemas abiertos (Maldonado, 2012). En la educación clásica siempre se tratan relaciones bilaterales o como menciona Maldonado, relaciones de dos cuerpos, por ejemplo, profesor y estudiante, o colegio y padres de familia, entre otras, pero el proceso educativo realmente no trata de relaciones de este tipo, en la educación el número de variables es muy grande, y todas están interactuando entre sí de manera simultánea, estudiantes, docentes, padres de familia, colegio, sociedad, etc., intervienen en el proceso de aprendizaje de un estudiante, por lo tanto no podemos clasificar el aula de clase como un sistema cerrado y controlado, por el contrario será un sistema abierto, sólo los sistemas abiertos aprenden, ya que a medida que se aumentan los grados de libertad el sistema, éste adquiere mejor capacidad de responder autónomamente, mientras que, los sistemas cerrados no lo hacen.

Si la educación es un sistema abierto, hay que considerar las características de este tipo de sistemas. Cualquier sistema para funcionar correctamente necesita de elementos externos a él, y para obtenerlos debe abrirse e intercambiar con su entorno materia, energía e información (Maldonado, 2012). Los sistemas vivos realizan estas acciones y además no tienen la misma temperatura o condiciones que su entorno. Si consideramos que el aula de clase es un sistema vivo, y lo es, nos damos cuenta que en general nuestras aulas se encuentran en condiciones muy diferentes a las de su entorno, sea cual sea los términos en las que lo analicemos. Si observamos el aula en términos sociales, hay estudiantes con diversos problemas intrafamiliares complicados, otros con dificultades económicas, también diversidad en términos culturales, religiosas, etc., las condiciones ciertamente son muy diferentes. Si el aula fuera un sistema cerrado, en algún momento se llegaría al equilibrio, pero no es así, aunque si desarrolla unas condiciones o dinámicas propias.

Lo dicho anteriormente puede ser considerado por los más tradicionales como algo negativo, pero no tiene que ser así. Según Maldonado (2013), entre más alejado del equilibrio el sistema está más vivo, el equilibrio de un sistema significaría para este mismo la muerte (Davis & Sumara, 2006). A partir de estas declaraciones se sustenta entonces que se pueda clasificar la educación dentro de las ciencias sociales del no equilibrio, a continuación, se describe la relación entre la educación y la complejidad.

3.1.2. Educación y complejidad.

La complejidad nació en el seno de las ciencias (Davis y Sumara, 2006). La física, la química, la biología, las matemáticas e inclusive la tecnología fueron los progenitores de lo que se conoce hoy como complejidad, haciendo referencia a los fenómenos observados en las mismas que no se acercaban a un equilibrio, sin embargo, la complejidad no ha sido exclusividad de estas ciencias, sino que se ha traído a la economía, negocios, psicología y por supuesto a la educación que es el tema que nos atañe en este documento.

Las ciencias de la complejidad se salen de lo convencional, ya que no se ocupan de leyes, teorías o absolutos universales (Davis y Sumara, 2006), por el contrario, como Maldonado (2016)

lo explica, se interesa por tipos particulares de fenómenos que no se encuentra en el equilibrio. Debido a esto se puede decir que no hay un “método científico” de la complejidad, ni reglas de oro para este tipo de trabajo, o de investigación, lo que se requiere, y se mencionará más adelante es que haya un trabajo transdisciplinario, en la que todas las disciplinas trabajen juntas, al igual que debe ocurrir en el fenómeno educativo. Se plantea entonces que la educación en un fenómeno complejo. Según Davis y Sumara (2006), un fenómeno complejo posee ciertas características las cuales se analizan en el contexto del aula de clase:

1. Son auto-organizados: Esto quiere decir que las acciones de los agentes se relacionan entre sí, generando codependencia. En el aula de clase los participantes de la misma se organizan de manera que ellos consideran adecuada y lo hacen de una manera autónoma, inclusive sin la presencia de un docente. Por otra parte, las relaciones entre estudiantes o entre estudiante y profesor son mutuamente dependientes, el proceso del uno depende de la actuación del otro.
2. Presentan unidades emergentes: Las propiedades y rasgos de dichas unidades exceden las capacidades de cada agente individual, esta característica está asociada al trabajo colaborativo y a la inteligencia colectiva, para lo cual no dependen de un gobierno central, o de un líder convencional, sino que cada cual conoce su rol dentro del proceso.
3. Relaciones de corto alcance: Estas relaciones están basadas en compartir información entre vecinos cercanos, lo cual ocurre siempre en el aula, el flujo de información es constante entre estudiantes y docentes y entre estudiante y estudiante, es decir entre todos los integrantes del sistema, se puede decir que a diario aprenden uno del otro.
4. Estructura anidada: Los autores explican la formación de unidades complejas, y cada unidad compleja está formada por otras unidades complejas más pequeñas. Esto ocurre en el ámbito educativo, en el aula de clase cada estudiante puede ser una unidad compleja o bien la unión de varias unidades complejas hablando desde un punto de vista biológico (células, tejidos, órganos, etc.), también entre estudiantes forman unidades complejas, y a su vez todas las unidades forman el aula de clase que es una unidad más compleja, y así sucesivamente.
5. Límites ambiguos: Además de las relaciones de corto alcance donde se intercambia información con los vecinos cercanos, también ocurre el intercambio de materia, energía e

información con el entorno, es decir con la sociedad. En el aula influyen estas relaciones, por lo que siempre surgen cambios y sorpresas que se salen de la planeación del docente.

6. Organizacionalmente cerrado: A pesar de estar alejados del equilibrio, estos sistemas son estables y perdurables, así como el proceso educativo en el aula.
7. Estructura determinada: Estos sistemas tienen la cualidad de cambiar su estructura, es decir evolucionan, y es claro para quienes llevan bastante tiempo en el ámbito de la educación, como el proceso educativo se ha transformado en las últimas décadas, adaptándose a los cambios sociales, culturales, tecnológicos, etc.
8. Lejos del equilibrio: El equilibrio para este tipo de sistemas representa la muerte, por lo tanto, se mantienen lejos del equilibrio. Es claro que el aula de clase es algo desequilibrado, ocurren fenómenos imposibles de predecir.

Es entonces por lo anterior que la educación se convierte ahora en un fenómeno complejo y el aula de clase un sistema complejo, y aunque surgió en el seno de las ciencias exactas, no se puede investigar de la misma manera, aplicando un “método científico”, este tipo de investigación requiere su propio método.

Según Arredondo (2015), Poincaré plantea que los sistemas simples son aquellos donde ocurre la interacción de pocos objetos o variables inertes, como los analizados por Newton, Bacon o Galileo, donde se plantean leyes básicas, o se habla de partículas fundamentales y además se pueden predecir comportamientos o se trata de explicar todo lo que ocurre mediante fórmulas y se puede determinar todo lo que va a suceder a partir de las condiciones actuales minimizando los errores o accidentes. Por mucho tiempo el trabajo científico con este enfoque simplista realizó grandes logros en el estudio de muchos fenómenos, lo cual permitió su comprensión, sin embargo, en la práctica, como dice Gea & García (1981) en la práctica, no existe ningún experimento que esté libre de factores aleatorios, perturbaciones internas o externas más o menos grandes, por lo tanto, de manera práctica la educación no se puede considerar como un sistema simple, ya que es un proceso dinámico, que va cambiando y en ella la predicción se vuelve imposible. Se observa en la educación lo que Poincaré denominaba “efecto mariposa”, en donde pequeños cambios iniciales traen grandes consecuencias en estados finales, inclusive es imposible predecir si el estudiante va a tener un aprendizaje real por el simple hecho de que alguien le enseñe, el docente puede empeñarse en la enseñanza de un concepto y aun así el

estudiante no aprenderlo. Según Davis y Sumara (2006), el aprendizaje requiere transformaciones físicas y conductuales del estudiante dadas por su estructura compleja y no por un estímulo externo.

En vista de que el determinismo al parecer no aplica para ámbitos como la educación y que no es posible predecir el comportamiento de fenómenos educativos, Davis y Sumara (2006), partiendo del hecho de que una persona que aprende (estudiante) se puede considerar como una unidad compleja, dinámica y capaz de adaptarse, plantean que para investigar en ciencias de la complejidad se deben tener en cuenta algunos aspectos:

- ¿Cuál es la implicación del observador (docente) con el sistema que estudia?
- Rechazar la objetividad, esto implica que no hay verdades absolutas sino explicaciones temporales.
- La experiencia individual no es suficiente, hay interpretaciones y conocimiento colectivo.
- Las verdades no dependen solo del acuerdo social.
- Hay que mantener el objeto, el tema y el acuerdo social en relaciones dinámicas.

El saber en un objeto de una construcción científica continua, desde cada concepto hasta su comprensión en el todo como un todo. La educación por su parte, a pesar de la enorme dificultad de relacionar todo el conjunto de variables que afectan un sistema se encuentra con el reto de generar un ambiente de aprendizaje desde la formación.

3.1.3. Educar o formar.

Según Maldonado una persona se educa en un espacio, pero se forma en otro. Los docentes se encuentran educando en una disciplina o un saber específico, pero lo ideal sería que la educación fuera formación, no solo tener personas educadas sino formadas. Por esta razón se debe entender que la educación no hace parte del sector servicios, el docente no es un empleado y los estudiantes no son sus clientes, el colegio no es una empresa que brinda un servicio al padre de familia, aunque así se vea comúnmente. La educación hace parte de la economía basada en el conocimiento. La economía no depende solamente de los bienes tangibles que se posean, en la

actualidad ha nacido una clase social que genera riqueza a partir del conocimiento, y el conocimiento no se escoge, no se descubre, no está “ahí” y que lástima si alguien no lo toma, como se pensó en algún momento de la historia, el conocimiento se crea. (Maldonado, 2013)

Podría surgir la pregunta ¿cómo se crea ese conocimiento? En la actualidad el conocimiento se produce en sociedades de socialización del conocimiento, donde las personas escriben y comparten los resultados de sus investigaciones. Esta socialización del conocimiento puede estar dirigido a dos frentes: Uno pueden ser comunidades de expertos, se escribe para que otras personas que estudian el mismo problema puedan recibir aportes o aportar, o dos, se puede escribir a la comunidad en general.

A partir de esto, entonces, aparecen en la sociedad lo que se conoce como inteligencia colectiva gracias a la colaboración de los individuos como resultado de la facilidad y libertad para el aporte de información que nos brindan las tecnologías de la comunicación, un ejemplo de esto pueden ser las plataformas dedicadas a la creación de contenidos que otros pueden consultar o modificar libremente. A raíz de esto También se observa liderazgo, pero sin líder, lo cual permite la presencia de la autoorganización, una característica de los sistemas alejados del equilibrio, y por otra parte también se presenta la ausencia de estrategias como tal. Estas son características del mundo actual que traen consigo las tecnologías de informática y comunicación que han permitido esta globalización.

3.1.4. Aprendizaje y lógicas no clásicas.

La educación concebida desde las lógicas no clásicas pretende generar estructuras de pensamiento a partir de experiencias de vida. Es muy posible que los conocimientos generados el día de hoy no sean útiles al cabo del tiempo, esto hace que la educación sea un fenómeno dinámico. Las lógicas no clásicas, según Maldonado, establecen que no hay verdades absolutas, existe más de una verdad, y estas van cambiando de tal manera que expliquen mejor la realidad, la verdad es en realidad algo abierto, indeterminado que se va descubriendo a medida que se va aprendiendo, no se le debe poner techo al conocimiento, por el contrario, la información nueva

debe modificar la información previa. Esto de cierta el proceso científico Utilizar frases como “las cosas son así” son las que limitan el aprendizaje y el avance creyendo que la ciencia ya está terminada, sin embargo, las lógicas no clásicas plantean posturas como “hasta donde se sabe”, “lo que se conoce”, dejan la posibilidad a descubrir nuevas cosas y dan una visión de una ciencia que se puede expandir (Maldonado, 2016).

A partir de esto deducimos que el aprendizaje no es acumulativo como se pensó durante mucho tiempo, se da por saltos, a partir de dudas o quiebres en los conocimientos previos, es por eso que las cátedras historicistas como las que se ven en la mayoría de centros educativos, donde no se pasa del siglo XIX en las cátedras impartidas no dan como resultado un verdadero aprendizaje, más bien mera memorización y repetición de conceptos sin una apropiación real de los mismos, un docente puede enseñar durante mucho tiempo sin que un estudiante realmente aprenda, el aprendizaje revela cambios tanto en el sujeto como en el objeto, y estos cambios así sean pequeños pueden representar consecuencias grandes e impredecibles. El aula en nuestros tiempos debe ser un sitio de experimentación donde haya la capacidad de sorpresa, en necesario entender los tiempos y entornos en los que se desenvuelve la educación hoy en día, entendiendo el conocimiento con su carácter transdisciplinario.

3.1.5. Lógicas no clásicas y transdisciplinarietàad.

Según Maldonado (2016), Se necesitan complejólogos de segunda generación, es decir, gente que se formen en ciencias de la complejidad como se forman en otras áreas de conocimiento. Durante mucho tiempo las personas se han educado en disciplinas específicas produciendo conocimiento propio de su disciplina, sin embargo, eso ha traído dificultades en la comunicación entre disciplinas, y la ciencia se ha construido con cada rama del conocimiento creciendo por su cuenta. Un complejólogo no piensa disciplinariamente, no piensa exclusivamente en ciencias naturales, esto hace parte del modelo antiguo de educación, un complejólogo no tiene clasificaciones en función de las disciplinas, la complejidad trasciende todas estas, cada una de ellas aporta al pensamiento complejo y nutre la idea o la interpretación que tenemos del mundo, entonces destacamos que la importancia no son los datos que arrojan

dichas disciplinas, sino la interpretación que se hace de esos datos, o en pocas palabras la interpretación del mundo real.

Las disciplinas están enfocadas a estudiar los fenómenos y sacar o deducir generalidades que se traducen como teorías o leyes, en pocas palabras, estudian el equilibrio, por su parte las lógicas no clásicas se encargan de estudiar fenómenos particulares, se salen de las generalidades, estudian lo que no está en equilibrio.

3.2. Componente Pedagógico

Para el desarrollo de la investigación ese eligió estructurar un Ambiente de Aprendizaje, a partir de la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), apoyado en un aula virtual y otras herramientas de la informática y la tecnología.

3.2.1. Ambientes de aprendizaje.

Al hablar de ambientes de aprendizaje, generalmente se relaciona el término con la escuela, sin embargo, en los últimos tiempos esto ha ido cambiando de manera acelerada, según argumenta Duarte (2003), la escuela tiene que habitar con muchos otros medios de formación como pueden ser las tecnologías de la información y los medios de comunicación, además de los pares o compañeros de los mismos estudiantes o sus familias quienes también generan en ellos aprendizajes. La educación está hoy en día, lejos de ser un monopolio al control de la escuela, ahora las personas aprenden en diferentes lugares, no solo aprenden de un maestro en clase junto con el libro guía, sino que hay muchas formas de hacerlo. Con lo anterior no se quiere decir que la escuela deja de ser un lugar de aprendizaje muy importante, sin embargo, no es el único y la pedagogía debe adoptar una postura que permita llevar el aprendizaje a escenarios que salgan de lo tradicional.

La sociedad ha cambiado mucho en las últimas décadas debido a las tecnologías que se han desarrollado, y todas las organizaciones han venido respondiendo a esa evolución a fin de ser más productivas en sectores económicos, políticos, comerciales, entre otros, y el sector educativo no debe ser la excepción. Según Correa (2008) las diferencias entre la generación actual y las anteriores en cuanto a la influencia de las tecnologías en los procesos de aprendizaje son notorias, la forma como se hacían los cálculos han sido cambiadas por calculadores o celulares, el lápiz y papel ha sido cambiado por los computadores y tabletas. La educación debe ajustarse a estos factores de cambio y de desarrollo, los métodos y estrategias de los maestros deben ajustarse al mundo cambiante.

El aprendizaje demanda condiciones mínimas, condiciones físicas, sociales, etc., ya que el ambiente enseña por sí mismo (Castro & Morales, 2015). Ambientes adecuados de aprendizaje significan un aumento en los aprendizajes de los sujetos, por el contrario, ambientes inadecuados de aprendizaje dificultan el mismo. Una escuela con infraestructura deteriorada y sin materiales o recursos suficientes, no es un buen escenario para ayudar a promover el aprendizaje de los estudiantes. Claro está que un ambiente de aprendizaje no hace referencia exclusiva a los espacios físicos, claramente aprender en espacios de conflicto y violencia será bastante difícil también. Según Rodríguez (2013), Un ambiente de aprendizaje debe atender a las necesidades de los sujetos que aprenden, es la forma en la que se puede mejorar dicho proceso, pero además también se debe tener en cuenta el entorno en que los sujetos se desenvuelven.

Citando a Duarte (2003), la palabra ambiente se deriva de la interacción del hombre con el entorno que lo rodea, el ser humano interactúa, se involucra y reflexiona sobre su papel en el entorno, y de la misma manera el ambiente transforma al sujeto, a partir de esto se puede decir que la casa, la escuela, la calle, etc., pueden ser considerados ambientes de aprendizaje, y en la actualidad entran en esta categoría las tecnologías, que han provisto nuevas formas de relacionarse.

Un aspecto importante de los ambientes de aprendizaje son las relaciones que se establecen en los mismos. Estas relaciones pueden ser tanto de tipo humano o de las personas con los componentes del entorno, es fundamental que estas relaciones generen la posibilidad de que haya buena comunicación, procesos colaborativos, participación, flexibilidad, adicional a esto, que se estimule la creatividad, lo que permitirá que haya construcción de cultura, también de conocimiento y no simple transmisión como ha ocurrido por años en la educación de tipo tradicional. Este tipo de relaciones permite a los participantes desarrollar sus capacidades, habilidades, sacando al aprendiz de su postura estática y progresivamente lo hace responsable de su aprendizaje, a la vez el docente deja de ser la fuente de conocimiento convirtiéndose en un motivador generando ambientes agradables y desafíos generalmente mediante la formulación de preguntas. Claro está que estos ambientes deben ser significativos para los estudiantes fortaleciendo su autonomía y las habilidades comunicativas desarrollando la solidaridad y la cooperación.

Duarte (2003) menciona algunas necesidades, que según ella constituyen la columna vertebral de la educación, entre ellas menciona el planteamiento y resolución de problemas, trabajo en equipo, toma de decisiones, manejo de tecnología y del lenguaje, razonamiento y destrezas en lectura y escritura. Basado en esto el diseño de un ambiente de aprendizaje debe abarcar estas necesidades, para esto la autora da algunos principios a tener en cuenta que se resumen a continuación:

- En el ambiente de aprendizaje todos los participantes deben aprender, acercándose unos a otros hasta construir un grupo cohesionado.
- Todos deben tener contacto con los materiales y aprender cognitiva, social y afectivamente.
- El ambiente de aprendizaje debe ser diverso ofreciendo diferentes escenarios dependiendo de los objetivos planteados.
- Todos los participantes deben sentirse acogidos y sus expectativas e intereses ser satisfechos.
- El ambiente de aprendizaje debe ser construido por todos los participantes.

Teniendo en cuenta estas características y necesidades, el trabajo a desarrollar en la presente tesis se fundamenta en (Aprendizaje Basado en Problemas) ABP

3.2.2. Aprendizaje basado en problemas ABP.

El sistema educativo tradicional que se ha observado en Colombia por décadas, generalmente ha estado basado en procesos mecánicos y memorísticos, en donde los estudiantes se limitan a repetir contenidos impartidos por los docentes, lo cual genera en ellos un desinterés en los temas abordados en el aula de clase, además de una visión de la ciencia como algo inútil y alejada de sus realidades, y que rara vez logra desarrollar en el estudiantado un pensamiento lógico y crítico, y mucho menos habilidades para enfrentar situaciones de la vida cotidiana. (Morales & Landa ,2004). Desde el papel de docente, es importante interesarse no solo en el desenvolvimiento del aprendiz en el salón de clase de química, física, español, o cualquier área

del conocimiento, sino la manera cómo va a descifrar los escenarios que se le presenten en sus contextos futuros, ya sean familiares, sociales, laborales, ambientales entre otros.

El aprendizaje basado en problemas (ABP), según Gorbaneff (2006), surgió como una alternativa a los procesos de enseñanza habituales, que permite generar en los estudiantes un mayor interés hacia los temas que se deben abordar en un curso, y las actividades que se desarrollen en el mismo, asimismo les permite prepararse para afrontar problemas reales que más adelante enfrentaran, esto permite que los estudiantes sean más productivos y puedan satisfacer las demandas de su profesión. Este último aspecto es debido a que el ABP nació en el seno de las ciencias de la salud, en la escuela de medicina de la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos en la década de 1950. “Esta metodología se desarrolló con el objetivo de mejorar la calidad de la educación médica, cambiando la orientación de un curriculum que se basaba en una colección de temas y exposiciones del maestro, a uno más integrado y organizado en problemas de la vida real donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento, que se ponen en juego para dar solución al problema” (Guevara, 2010). Aunque actualmente su aplicación se da en diferentes ramas del conocimiento. Se debe tener en cuenta, que la sociedad ha avanzado, desarrollando nuevas tecnologías que permiten renovar la forma de enseñar y de aprender, y trae nuevos problemas y nuevas formas de enfrentarlos.

Es ineficiente abordar problemas planteados hace 20 o 30 años, los cuales están totalmente desactualizados y que seguramente no van a representar nada para la generación actual. Los estudiantes necesitan desarrollar habilidades, cruzar fronteras de conocimientos y resolver problemas complejos (Morales & Landa, 2004), para lo cual es necesario abordar problemas actuales que sean significativos para el alumnado, que permitan alcanzar niveles altos de complejización y de cognición, y esto se debe priorizar por encima de los contenidos que se supone se deben abordar, fundamentado en esto surge el ABP como una alternativa a implementar.

Una de las definiciones más antiguas del ABP dada por Barrows (1986), establece que es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos, de lo cual se observa que como educador

de la facultad de medicina decidió implementar una nueva forma de enseñar, que claramente presenta ciertos contrastes con la enseñanza tradicional.

El ABP es un método centrado en el estudiante, donde él se hace responsable de su propio proceso de aprendizaje, para lo cual se requiere un profundo compromiso por parte del mismo, mientras que el docente, aunque es experto en el área de conocimiento, pasa a ser un guía o facilitador de dicho proceso, ayudando al estudiante a cuestionarse. Según Fernández (2006), el ABP utiliza el trabajo tutorizado en grupos y el trabajo individual autodirigido, para combinar la adquisición de conocimientos con el desarrollo de habilidades y actitudes útiles para el campo profesional.

Por otra parte, la educación tradicional sostiene que el docente es dueño del conocimiento, y su trabajo es transmitirlo al estudiante quien lo acumula dentro de sí, lo hace de manera individual y competitiva respecto a sus compañeros. Glasser (1991), plantea que el aprendizaje es un proceso constructivo y no receptivo, en el cual se deben establecer redes semánticas de asociación de conceptos y no solo acumulación de información, además, influyen profundamente los factores sociales y contextuales, por lo cual se deben abordar problemas prácticos, reales y significativos para los estudiantes, una visión alejada de lo mencionado anteriormente.

Otro aspecto habitual en las escuelas, es que los procesos de enseñanza y aprendizaje giren en torno a los temas planeados al inicio del curso, se selecciona un eje temático que el estudiante debe aprender, si no lo memoriza y lo repite tal cual como el docente lo desea escuchar, seguramente reprobará. Por su parte Morales y Landa (2004), resaltan que en el ABP, los problemas son el foco de organización y el estímulo para el aprendizaje, los estudiantes analizan que es lo que necesitan aprender para lograr resolver el problema, esto no se limita al conocimiento de un área determinada (química, física, biología, etc.), más bien deben integrar información de varias disciplinas, organizarla y aplicarla a la resolución del problema planteado, como lo establece Gil (2018), aquí la reflexión se vuelve un hábito que le otorga criterio profesional y humano al estudiante para enfrentar sus realidades.

Duch, Groh & Allen (2006), en su libro “El poder del aprendizaje basado en problemas”, plantean que se deben ampliar las fronteras del conocimiento, y esto solo es posible enseñando a

los alumnos a aprender de manera autónoma, y el ABP brinda las herramientas para lograrlo, para esto hay una secuencia de pasos, que se definirán a continuación a grandes rasgos, para poder implementar el ABP.

- Se presenta un problema a los estudiantes. Este problema debe ser abierto y controversial, que llame la atención, que involucre el contexto de los estudiantes e incluya los conceptos a abordar. Aquí se requiere gran habilidad por parte del docente, para analizar el contexto, articularlo con las temáticas que desea abordar en su curso y los objetivos de aprendizaje, y encontrar los escenarios a plantear a los estudiantes.
- Se organizan grupos de trabajo. Son los estudiantes quienes plantean preguntas frente al problema, analizando qué información poseen y cual les hace falta para llegar a una solución. Se debe definir el grupo y el trabajo de cada integrante, todos deben participar, de manera que aflore el trabajo colaborativo y el aprendizaje cooperativo.
- Se realiza el trabajo de consulta. Los estudiantes deben acudir a las fuentes de información, allí reúnen los conceptos que ellos han considerado necesarios para la resolución del problema, esto lo pueden hacer de manera individual o grupal, y puede brindarse la orientación del profesor.
- Se plantea una posible solución. Los estudiantes se reúnen de nuevo y con la información recolectada, y el análisis de la misma, plantean una alternativa de solución de manera cooperativa.

El ABP es una alternativa que puede brindar ventajas como método de enseñanza y de aprendizaje. Según Gil (2018), el ABP se arraiga en el constructivismo y fomenta habilidades como el liderazgo, la comunicación, la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la creatividad y el trabajo pluridisciplinar. Morales y Landa (2004), muestran ventajas como facilitar la comprensión de nuevos conocimientos, y la significatividad del aprendizaje, lo cual produce en el estudiante una actitud favorable, además motiva a los estudiantes para que ellos decidan voluntariamente realizar el esfuerzo mental que implica la actividad. Así mismo Provoca

conflictos cognitivos, por lo cual se lanza en la búsqueda de respuestas, y el aprendizaje resulta de la cooperación y la colaboración, entonces, el aprendizaje es una actividad social.

Aunque el ABP ha sido ampliamente difundido en la enseñanza universitaria, y específicamente en las ciencias de la salud, los principios que lo enmarcan son aplicables a diferentes áreas del conocimiento, contextos sociales y niveles educativos, como es el caso de la enseñanza de la química en el nivel de secundaria. En el ABP el estudiante decide cuales contenidos y temas debe abordar y estudiar para resolver los casos objeto de su estudio, el estudiante es protagonista de su aprendizaje y el docente es el orientador. En la enseñanza-aprendizaje de la química, el ABP ha sido empleado ampliamente en las prácticas de laboratorio y para promover el pensamiento crítico. (Delgado, Ávila Olivares. 2016)

3.2.3. Uso de tecnologías de informática y comunicación en el aula.

La sociedad se encuentra inmersa en lo que diversos autores han denominado la era digital, una era en la que la revolución tecnológica ha traído importantes cambios en diferentes aspectos y la educación no es la excepción. El ámbito educativo ha experimentado transformaciones debido a las tecnologías nacientes, no sólo en cuanto a estructuras o recursos, sino también en cuanto a las características de los estudiantes (Gisbert & Esteve, 2011).

Según la UNESCO (2008), en los contextos educativos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), pueden ayudar en gran medida a que los estudiantes desarrollen habilidades y/o capacidades que les serán útiles en su vida estudiantil futura y en su vida laboral. Dentro de estas habilidades se encuentran la utilización de las tecnologías de la información, la búsqueda y análisis de la información a través de motores de búsqueda, mayor nivel de comunicación y colaboración entre ellos, eficiencia a la hora de utilizar herramientas que los lleva a ser más productivos y la capacidad de solucionar problemas y tomar decisiones.

Por otra parte, el desarrollo científico y tecnológico que ha alcanzado el mundo en las últimas décadas, ha traído una evolución en la manera de vivir de la humanidad, claro ejemplo de esto son las nuevas formas de comunicarse y de relacionarse. Observamos el surgimiento de

nuevas formas de trabajo y de tecnificación de procesos que los hace cada vez más eficientes. Todos estos cambios trascienden, sin duda alguna, al campo educativo e inciden directamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, creándose los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) (Álvarez, Avello & López, 2012).

Estos EVA ofrecen ventajas que parecen ser bastante favorables para ser aplicados en el acto educativo. Características como la interactividad, la instantaneidad, la innovación, la automatización y la digitalización de imágenes y sonido, son aspectos que ayudan a mediar la comunicación entre docentes y estudiantes, o entre los mismos estudiantes, y abren la posibilidad de acceso a la educación a quienes no la tenían, además de formas de educar alternativas a la manera tradicional (Castro, Guzmán & Casado, 2007). Cada vez hay una más amplia gama de TIC, amigables y accesibles, tanto para el alumnado como para el profesorado.

Según Gisbert & Esteve (2011), estamos ante una generación que nació y creció rodeada de tecnología: internet, celulares, video juegos entre otras, le ha otorgado a esta generación ciertas características y habilidades frente a las TIC. Por mencionar algunas de estas, observamos su curiosidad, su capacidad de adaptación, su independencia y autonomía, necesidad de inmediatez, su firmeza en mantener sus opiniones, además de su necesidad de ordenadores y tecnología en general.

También se observa como los estudiantes prefieren los medios digitales a los medios impresos, le dan prioridad a lo visual por encima de lo textual, realizan variedad de tareas de manera simultánea, pasan bastante tiempo en actividades que involucran tecnologías, manejan nuevos lenguajes relacionados a contextos digitales y el procesamiento de la información es diferente (Gisbert & Esteve, 2011). El docente debe estar consciente del tipo de estudiantes que tiene en frente y de los retos que esto plantea.

En este orden de ideas, los estudiantes necesitan ser orientados hacia la utilización de las TIC y la adquisición de habilidades, que en el mundo de hoy se hacen indispensables. Es el docente la persona que desempeña el papel de ayudador y orientador, a través del diseño de estrategias y ambientes que propicien en el aula el uso de las TIC por parte del alumnado.

Para esto, las simulaciones interactivas, los recursos educativos digitales abiertos y gratuitos, los instrumentos de recolección y análisis de datos, las plataformas educativas y las aulas virtuales, son ejemplos de los muchos recursos que los docentes le pueden ofrecer a los estudiantes para el abordaje y la asimilación de conceptos (UNESCO, 2008).

Una de las plataformas educativas más importantes en los últimos años es la plataforma MOODLE. Según Álvarez, Avello & López (2012), esta plataforma se centra en aspectos activos y participativos del proceso de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo diversas herramientas, además de permitir el desarrollo de un ambiente centrado en el estudiante que le ayuda a construir conocimientos y a desarrollar sus habilidades, y no solo a transmitir y recibir información, lo cual revoluciona la idea de la enseñanza basada en contenidos. El hecho de tener acceso a una gran cantidad de información a través de la internet y de las herramientas informáticas hace necesario el desarrollo de otro tipo de habilidades diferentes a la de memorizar y repetir una instrucción o un contenido.

Estas estrategias intentan combatir la normalización, la cual puede ser una limitante de la educación y no concuerda con un sistema vivo, al igual que los currículos lineales que no dan la posibilidad del surgimiento nuevos proceso o innovación dentro del aula, la complejidad implica salirse de esas normas, sistemas que aprenden, entornos complejos, turbulencias, inestabilidades, etc. (Maldonado, 2012). La educación debe basarse en problemas, pero problemas que sean relevantes para el estudiante, que represente algo significativo.

3.3. Marco Legal

3.3.1. Desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional se publicaron en 2006 y aún siguen vigentes. Dentro de este documento se encuentran los saberes específicos para cada ciclo, a continuación, se tienen en cuenta las competencias relacionadas al trabajo de investigación en el ciclo V que corresponde a los grados décimo y undécimo.

Aproximación al conocimiento científico y natural.

- Busco información en las diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.
- Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados
- Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas
- Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las teorías científicas.
- Relaciono mis conclusiones con las de otros autores y formulo nuevas preguntas.
- Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.

Ciencia, tecnología y sociedad

- Explico cambios químicos en el ambiente.

Desarrollo de compromisos personales y sociales

- Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas
- Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias

Estándares para la comprensión

- Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el
- Explico los cambios químicos desde diferentes modelos
- Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano
- Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realizan

- Clasifico materiales en sustancias puras y mezclas

Es importante resaltar que el documento procura orientar estas competencias hacia la interdisciplinariedad, el desarrollo de capacidades y una pedagogía que tenga presente los niveles de complejidad con el trabajo colaborativo en el aula.

La interdisciplinariedad es diferente a reunir estudios complementarios de diversos especialistas en un marco de estudio de ámbito más colectivo. La interdisciplinariedad implica una voluntad y compromiso de elaborar un marco más general en el que cada una de las disciplinas en contacto son a la vez modificadas y pasan a depender claramente unas de otras. La enseñanza basada en la interdisciplinariedad tiene un gran poder estructurante ya que los conceptos, marcos teóricos, procedimientos, etc., con los que se enfrenta el alumnado se encuentran organizados en torno a unidades más globales, a estructuras conceptuales y metodológicas compartidas por varias disciplinas. Si se espera desarrollar la capacidad de contextualizar e integrar, resulta un contrasentido separar y aislar los saberes, máxime si se tiene en consideración que no es el papel de la institución escolar proporcionar una formación disciplinar.

Por ello, conviene que la formación en ciencias en la Educación Básica y Media contemple el abordaje de problemas que demandan comprensiones holísticas (como por ejemplo la pobreza, la contaminación ambiental, la violencia, los modelos de desarrollo, el desarrollo tecnológico...) para que el estudio en contexto, además de vincular los intereses y saberes de los estudiantes, permita que los conceptos, procedimientos, enfoques y propuestas propios de las disciplinas naturales y sociales estén al servicio de la comprensión de situaciones, relaciones y entornos propios de estas áreas del conocimiento. Flexibilizar los diseños curriculares y abrirse a las enormes posibilidades que ofrece el contexto natural y social para desarrollar procesos de formación con sentido y significado para los y las estudiantes es uno de los retos que enfrenta hoy en día la institución escolar. (MEN, 2006, p103)

La ciencia se encuentra en permanente construcción, es meta de la formación en ciencias ofrecer a cada estudiante las herramientas conceptuales y metodológicas necesarias no solamente para acceder a los conocimientos que se ofrecen durante su paso por la Educación Básica y

Media, sino para seguir cultivándose por el resto de sus días. Sólo así podrán explorar, interpretar y actuar en el mundo, donde lo único constante es el cambio. Se trata, entonces, de “desmitificar” las ciencias y llevarlas al lugar donde tienen su verdadero significado, llevarlas a la vida diaria, a explicar el mundo en el que vivimos. (MEN, 2006, p108)

Para una pedagogía que tiene presente los niveles de complejidad en el aprendizaje, es necesario tener presente que el desarrollo del pensamiento en niños y niñas avanza poco a poco hacia formas más complejas. Por ello, la formación en ciencias debe respetar este desarrollo, pero a la vez jalonarlo. ¿De qué manera? La idea es enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que el conocimiento previo o ingenuo no les sea útil, es decir, que no les provea explicaciones; así entonces, surgen nuevas preguntas que conducen a construcciones conceptuales más complejas. Ello supone, a su vez, revisar un concepto en más de una ocasión, de manera que los y las estudiantes tengan el espacio y el tiempo de aproximarse varias veces a los mismos problemas, pero profundizando en su comprensión, en los modelos empleados para explicarlos y solucionarlos al emplear las herramientas nuevas que están adquiriendo. Si bien es importante trabajar conceptos que sean útiles directa e inmediatamente para generar interés en los estudiantes, es necesario considerar que existen conceptos fundamentales para el desarrollo del ser humano y su desempeño en la actualidad que no son aplicables de manera inmediata o que no corresponden a preguntas cotidianas. Otro criterio es seleccionar aquellos conceptos que son claves para alcanzar comprensiones más abstractas, complejas y unificadoras, que permiten explicar fenómenos aparentemente desligados. (MEN, 2006, pp 109 y 110)

Los estándares también procuran el trabajo colaborativo o cooperativo entre pares que se lleve a todos los espacios de formación, para que el estudiante aprenda haciendo, esto permite desarrollar no solamente las capacidades individuales sino sociales de los y las estudiantes para que sean capaces de asumir una serie de compromisos individuales y colectivos que redunden en el bien del grupo, semilla que se aspira repercuta en el futuro en bien de toda la sociedad. Para poder fortalecer estos aprendizajes en los estudiantes es necesario que también el maestro se involucre en procesos de conformación de comunidad científica y así, de manera conjunta con otros y otras docentes, comparta sus experiencias, debata sus posturas, profundice sus conocimientos y evalúe sus actuaciones de enseñanza. (MEN, 2006, p111)

Las competencias implican el manejo del conocimiento propio de las ciencias naturales, en la realización de acciones o productos, pues no puede haber competencias sin los conocimientos de las disciplinas independientes y conocimientos provenientes de una articulación entre las disciplinas que hacen parte de las ciencias naturales y sociales. (MEN, 2006, p114)

3.3.2. Desde la secretaria Distrital de Ambiente.

En el sitio Web de la secretaria de ambiente se clasifican los recursos, en el recurso aire se encuentran seis ejes que pretenden regular algunas prácticas con el fin de mantener la calidad del aire. La Red de calidad del aire recolecta información sobre la concentración de contaminantes de origen antropogénico y natural, además de las variables meteorológicas de la atmosfera de Bogotá.

- Ruido: Legislación que regula las emisiones de ruido.
- Publicidad exterior: Evaluación, control, seguimiento y asesoría en medios masivos de comunicación.
- Fuentes Móviles: operación y control para incentivar el correcto uso y mantenimiento de vehículos.
- Transporte limpio: plan de ascenso tecnológico, política pública orientada a la sustitución progresiva de tecnologías tradicionales de combustión.
- Fuentes fijas: seguimiento y control de fuentes fijas de combustión.

3.4. Componente Disciplinar

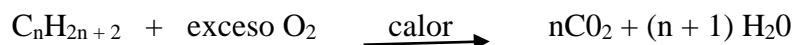
Como estrategia didáctica inmersa en la complejidad, el ABP es transversal y diversos conceptos químicos se vieron involucrados durante el proceso, de los cuales se consideran como principalmente las reacciones de combustión de los hidrocarburos, la composición química del aire y la relación entre la calidad del aire y la salud humana, aunque, en el marco de la complejidad, pueden emerger nuevos conceptos disciplinares químicos, biológicos o de otras áreas del conocimiento que se relacionen con el problema.

3.4.1. Reacciones de combustión de los hidrocarburos.

Los hidrocarburos son compuestos formados totalmente por carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos se pueden clasificar según el tipo de enlace presente entre carbono-carbono. Las clases principales de hidrocarburos son: Los saturados llamados alcanos y que presentan únicamente enlaces simples entre átomos de carbono. Los insaturados que pueden ser alquenos (enlace doble carbono-carbono), o alquinos (enlace triple carbono-carbono). Este tipo de hidrocarburos pueden ser cíclicos o acíclicos. También existen los hidrocarburos aromáticos que presentan insaturaciones pero tienen características particulares y se relacionan con la molécula del benceno (Atuino, Romanelli & Ruiz, 2013).

Los alcanos son los componentes principales de los gases para la calefacción (gas natural y gas licuado de petróleo), de la gasolina, de los combustibles para aviones, gasóleo, aceite de motor, aceite combustible y “cera” de parafina.

La combustión de los alcanos es una oxidación rápida que ocurre a temperaturas elevadas, en la cual los alcanos se convierten en dióxido de carbono y agua al presentarse una oxidación completa. En algunos procesos de combustión no se logra la oxidación completa del carbono y se generan productos no deseados como el monóxido de carbono (CO) (Atuino, Romanelli & Ruiz, 2013). Casi no es posible controlar la reacción, salvo al moderar la temperatura y controlar la proporción combustible/aire para lograr una combustión eficiente. A continuación, se muestra la ecuación que representa la combustión completa de un alcano con exceso de oxígeno.



Ecuación 1. Combustión de alcano con oxígeno en exceso. Wade (2012).

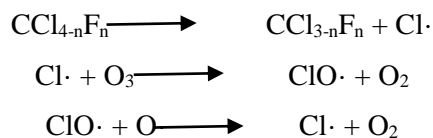
El propano y el butano son buenos combustibles, tanto para calefacción como para motores de combustión interna. Su combustión es limpia, es decir completa, y rara vez se necesita equipo para el control de la contaminación, estos alcanos han reemplazado de forma importante a otros propelentes en las latas de aerosoles, al no contener clorofluorocarbonos que no dañan la capa de ozono.

La gasolina es principalmente una mezcla de hidrocarburos desde C4 hasta C11. Los isómeros del pentano, hexano, heptano y octano son los compuestos principales de la gasolina debido a su volatilidad y su resistencia a la combustión explosiva, potencialmente dañina y mejor octanaje. El Octanaje se denomina como la capacidad antidetonante de los combustibles para evitar explosiones en las máquinas de tal manera que se obtenga la mayor cantidad de energía útil. Desde los nonanos hasta los hexadecanos son líquidos parcialmente viscosos con puntos de ebullición más elevados. Estos alcanos se utilizan en el queroseno, combustible para aviones y diésel, que es menos volátil que la gasolina y tiene menos tendencia a formar mezclas explosivas. (Wade L.G, 2012)

3.4.2. Los clorofluorocarbonados CFC.

Los clorofluorocarbonados CClF_3 (CFC-11) y CCl_2F_2 (CFC-12) tienen excelentes propiedades refrigerantes. En 1928 sustituyeron al SO_2 y al CH_3Cl (altamente tóxicos) en los usos de refrigeración. Sus peculiares propiedades fisicoquímicas (gran estabilidad química, nula toxicidad para los seres vivos, baja inflamabilidad, no corrosivos) hicieron que en aquel momento se sintetizaran nuevos compuestos y se desarrollaran otras aplicaciones: agentes de limpieza, espumantes, propelentes, agentes de extinción, disolventes y aplicaciones médicas. Hasta principios de los años 70 la producción de estos compuestos prácticamente se duplicó cada 5 años.

En 1971, J.E. Lovelock se dio cuenta de que los compuestos orgánicos clorofluorados se acumulaban en la estratosfera, aunque se pensaba que no representaban ningún riesgo, ya eran conocidas desde los años 50 las reacciones de los radicales OH en las capas bajas de la atmósfera. Basándose en esto, Rowland y Molina publicaron su hipótesis de destrucción del ozono catalizada por el cloro de los CFC acumulados en las capas altas de la atmósfera. Según un mecanismo cíclico de reacción, el cloro atómico procedente de compuestos clorados, como los clorofluorocarbonos, tiene un papel fundamental, actuando como catalizador en la destrucción del ozono, como se indica en el siguiente esquema de reacción:



Ecuación 2. Reducción del ozono.. Wade (2012).

3.4.3. Composición química del aire.

La atmósfera terrestre es un sistema sumamente complejo. Su composición, temperatura y presión varían con la altitud entre límites muy amplios. Es por ello que, a partir de 1947, se acepta convencionalmente que la composición del aire (seco) a nivel del mar es la que indica la tabla 3 considerando una presión de 1 atm.

componente	Contenido Fracción molar	Masa molar	Punto de ebullición (°C)
Nitrógeno	0,78084	28,013	-195,8
Oxígeno	0,20949	31,998	-183,0
Argón	0,00934	39,948	-185,7
Dióxido de carbono	0,000375	44,0099	-56,4
Neón	0,00001818	20,183	-245,92
Helio	0,00000524	4,003	-268,6
Metano	0,000002	16,043	-161,6
Criptón	0,00000114	83,80	-152,3
Hidrógeno	0,0000005	2,0159	-252,5
Óxido nitroso	0,0000005	44,0128	-88,51
Xenón	0,000000087	131,30	-107,1

Tabla 3 Composición del aire seco cerca a nivel del mar (Katz, 2001)

El material particulado (MP) es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos (Fang et al., 2003). Según la normatividad colombiana, el MP no sedimenta en períodos cortos, sino que permanece suspendido en el aire debido a su tamaño y densidad (Resolución 610 de 2010) (MAVDT, 2010). Estas partículas en suspensión (MP) son una compleja mezcla de productos químicos y/o elementos biológicos, como metales, sales, materiales carbonosos, compuestos orgánicos volátiles (COV),

hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y endotoxinas que pueden interactuar entre sí formando otros compuestos. Debido a que son de tamaño, forma y composición variada, para su identificación se han clasificado en términos de su diámetro aerodinámico que corresponde al diámetro de una esfera uniforme en unidad de densidad que alcanza la misma velocidad terminal de asentamiento que la partícula de interés y que está determinado por la forma y densidad de la partícula. El material particulado posee una amplia gama de propiedades morfológicas, químicas, físicas y termodinámicas. (Katz, 2001)

3.4.4. Relación entre la calidad del aire y la salud.

El aire es un factor vital para la gran mayoría de organismos presentes en el planeta tierra, la salud y mantenimiento de las especies son afectados por el equilibrio de gases que componen la atmosfera, la perturbación de este equilibrio puede alterar la salud de las especies y el funcionamiento de los ecosistemas. Debido a esto, el mantenimiento de este equilibrio es una tarea mundial, ya que el aire no obedece a fronteras sino a corrientes de viento y en él rápidamente se dispersan los contaminantes. Los contaminantes más asociados con estos efectos nocivos en la salud humana, animal y vegetal son el material particulado (PM2.5, PM10 y partículas suspendidas totales), el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre, el ozono troposférico y el monóxido de carbono. Todos estos contaminantes surgen por el consumo de combustibles fósiles, principalmente la gasolina, el diésel, el gas natural, el gas propano, pero también por la combustión de carbón vegetal, carbón mineral, incendios forestales y materias fecales secas. (Cárdenas, 2017).

En Colombia, el ente encargado de hacer la vigilancia de la calidad del aire es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Asuntos Ambientales (IDEAM), el cual, por medio de las corporaciones autónomas regionales, se encarga de monitorear la calidad del aire en gran parte del país por medio de estaciones localizadas en diferentes municipios. A partir de estas estaciones se ha encontrado que los municipios de Colombia en los que hay mayor contaminación ambiental son Bogotá DC, Medellín, Cali, Barranquilla, el valle de Sogamoso, Bucaramanga, Cartagena y Pereira; en estas ocho regiones se genera el 41% del material contaminante del aire en Colombia,

de acuerdo al informe del estado de la calidad del aire emitido por el IDEAM en el año 2012 y que corresponde al periodo de monitoreo del 2007 al 2010. (Cárdenas, 2017).

El primer trimestre del año 2019 se presentaron alertas rojas y amarillas de calidad del aire de Bogotá debido a la acumulación de material particulado, esto debido a diferentes causas, entre ellas el tránsito de vehículos de carga y automóviles, las quemas e incendios forestales, entre otros según lo indicaron diversas fuentes de información, aunque actualmente no está declarada la alerta, aún persisten los niveles elevados de contaminantes. Estos hechos inciden directamente en la salud se ha reportado el aumento significativo de casos de enfermedades respiratorias en las principales ciudades de Colombia, tanto de las personas, como de los animales y de las plantas; esto es obvio ya que el aire es completamente necesario para vivir y si cada vez que respiramos estamos introduciendo en nuestros pulmones un porcentaje de contaminantes, estamos induciendo procesos patológicos o propiciando los mismos. Por esta razón, las manifestaciones clínicas presentadas más frecuentemente son las enfermedades respiratorias asociadas con infecciones; pero también van a contribuir a la producción de enfermedad pulmonar crónica obstructiva (EPOC), al cáncer del pulmón y a otras enfermedades no directamente relacionadas como es el caso de trastornos psiconeurológicos u otro tipo de cánceres. (Cárdenas, 2017).

3.4.5. Índices de calidad del aire en Colombia.

El Índice de calidad del aire en Colombia sigue las recomendaciones técnicas consignadas en el *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality*, según el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2010 Pág. 132 a 138).

En Colombia los “contaminantes criterio” son (PST, PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃ y CO) esto teniendo en cuenta las características de los combustibles que se distribuyen y los equipos que actualmente se encuentran en los sistemas de vigilancia de la calidad del aire (SVCA).

El Índice de Calidad del Aire (ICA) permitirá comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las autoridades ambientales o entidades, que cuenten con un SVCA. El ICA corresponde a una escala numérica de 0 a 500 agrupada en 6 rangos, cada uno con un color asignado, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud (MAVDT, 2010 Pág. 281). En la siguiente imagen tomada del protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire del MAVDT se muestra una tabla con los puntos de corte del ICA, los efectos de cada rango y los valores de cada “contaminante criterio”.

ICA	COLOR	DESCRIPCIÓN	PST 24h µg/m ³	PM ₁₀ 24h µg/m ³	SO ₂ 24h ppm	NO ₂ 1h ppm	O ₃ 1h ppm ⁵⁹	CO 8h ppm
0 - 100	Verde	Buena	0-260.4	0-154	0.000-0.144	60	61	0.0-9.4
101 - 150	Amarillo	Desfavorable para grupos sensibles	260.5-315.4	155-254	0.145-0.224	60	0.125-0.164	9.5-12.4
151 - 200	Naranja	Desfavorable	315.5-375.4	255-354	0.225-0.304	60	0.165-0.204	12.5-15.4
201 - 300	Rojo	Muy desfavorable	375.5-625.4	355-424	0.305-0.604	0.65-1.24	0.205-0.404	15.5-30.4
301 - 500	Púrpura	Peligroso	625.5-875.4	425-604	0.605-1.004	1.25-2.04	0.405-0.604	30.5-50.4

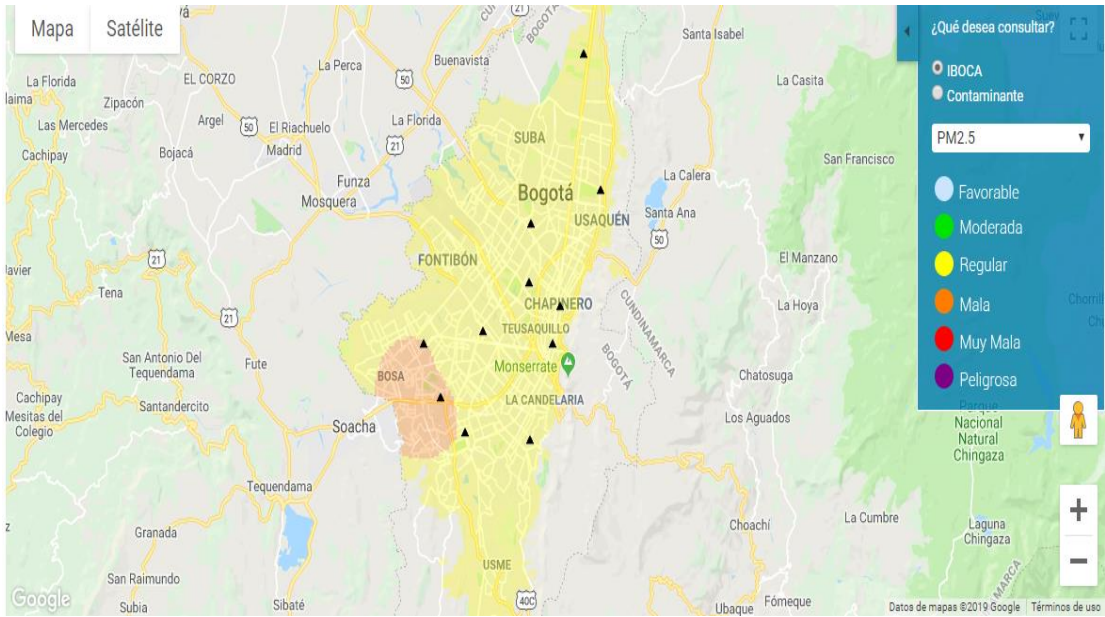
⁵⁹ En el caso del ozono, el AQI se calcula a partir de la concentración de O₃ medida en 8 horas, sin embargo, en algunas áreas se considera que el AQI calculado a partir de concentraciones de O₃ medidas en 1 hora es más preventivo.

⁶⁰ En el caso del NO₂ la EPA solamente proporciona valores del AQI por encima de 200.

⁶¹ En el caso del O₃ la EPA solamente proporciona valores del AQI por encima de 100 para concentraciones de 1 hora.

Ilustración 1 Índices de calidad del aire. Fuente: MAVDT, 2010

El siguiente mapa de la calidad del aire en Bogotá fue tomado el 15 de marzo de 2019, del portal virtual de la secretaria distrital de ambiente (iboca.ambientebogota.gov.co), el cual representa la interpolación espacial de los datos de concentración de contaminantes de última hora en la ciudad.



*Ilustración 2 monitores de la calidad del aire en Bogotá.
iboca.ambientebogota.gov.co*

4. CAPÍTULO III. OBJETIVOS Y PROBLEMA

4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un ambiente de aprendizaje desde el (ABP) para complejizar la comprensión de la calidad del aire como factor vital.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar los niveles de comprensión que tienen los estudiantes del grado once, acerca de la importancia de la calidad del aire.
- Categorizar los componentes del ambiente de aprendizaje y diseñar la estrategia desde ABP con el uso de la plataforma Moodle que permita la complejización de la comprensión de la calidad del aire como factor vital.
- Evaluar el grado de complejización de la comprensión de la calidad del aire como factor vital que los estudiantes demostraron en el Ambiente de Aprendizaje, de acuerdo a los estándares básicos del ministerio de educación.

4.3. Descripción y delimitación del problema

La idea de modelos pedagógicos, diseños curriculares, uso de recursos didácticos, lógicas en los esquemas evaluativos, etc., han sido marcados por concepciones clásicas que no permiten dinamizar las potencialidades tanto de profesores, estudiantes y administrativos, que se encuentran confrontadas al cambio cada vez más veloz en la frontera del conocimiento, por el contrario, se consolida en nuestra estructura educativa la descontextualización y pérdida de vigencia del conocimiento debido a cátedras de tipo historicista centradas en la repetición de conocimientos alcanzados en siglos anteriores produciendo cada vez más memorización y desarticulando los conocimientos en el aula de clase.

En coherencia con la justificación planteada, el presente trabajo se centró en generar un ambiente de aprendizaje dentro del marco de las ciencias de la complejidad tomando la temática de la calidad del aire. Es necesario definieron algunos alcances y presupuestos de este trabajo de

grado en la comprensión de la de la química, pretendiendo así que las prácticas educativas sean transformadas incluyendo software como parte del proceso educativo, abandonando currículos lineales, haciendo un esfuerzo por abordar problemas apasionantes y relacionados con las realidades de los estudiantes, lo cual podría desembocar en la dinamización del acto pedagógico y el mejoramiento de la calidad educativa a nivel institucional, local y nacional.

El colegio Porfirio Barba Jacob IED, en su PEI, misión y visión plantea que los estudiantes desarrollen sus procesos de aprendizaje en un ambiente favorable de colaboración y participación a fin de que puedan comprender y mejorar su realidad social. Sin embargo, las realidades observadas en el aula de clase no corresponden con lo planteado anteriormente, ya que en la institución predominan las prácticas pedagógicas clásicas, con currículos y clases fundamentadas en contenidos, los cuales se desarrollan de manera historicista resaltando conocimientos y avances alcanzados en años e inclusive siglos anteriores que producen en los estudiantes acumulación de los mismos y los alejan del presente de la ciencia y de un aprendizaje real. Por otra parte, se observa un aislamiento de las disciplinas impartidas en la institución, generando pensamientos compartimentados en los aprendices, por lo cual no hay articulación entre los conocimientos de las diferentes asignaturas, ni de los mismos con las realidades que viven los estudiantes. Hay que soportar estas informaciones con resultados de investigaciones, no se pueden presentar como posturas personales, más aún cuando se hace mención a una institución educativa

4.4. Formulación del problema

¿De qué manera un Ambiente de Aprendizaje desde el ABP permite complejizar la comprensión de la calidad del aire como factor vital?

5. CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

5.1. Diseño Metodológico

Se presenta un diseño metodológico de orden Cualitativo, que permita identificar las características particulares para comprender algunos rasgos/categorías que pueden ser tenidas en cuenta en el diseño del trabajo de grado. El objeto no fue generalizar, sino identificar patrones de afectación en el proceso, por tal motivo a través de la investigación se precisan cuál o cuáles son los eventos, hechos, características o situaciones que participan en la complejización para la comprensión de la calidad del aire como factor vital, a través del diseño y la implementación del Ambiente de Aprendizaje.

La investigación está incurso dentro un diseño “fenomenológico empírico” que “permite explorar, describir y comprender lo que los estudiantes pertenecientes al Colegio Porfirio Barba Jacob IED, tienen en común de acuerdo con sus experiencias con un determinado fenómeno” (Hernández, & otros, 2014). La idea central es tener acceso a formulaciones de tipo comprensivo y si es posible explicativo en relación con el papel de la motivación e integración conceptual de los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la calidad del aire.

5.2. Etapas de la investigación

La investigación está enfocada en la fenomenología *empírica* con las etapas descritas a continuación, las cuales deben ser desarrolladas en los tiempos que indica el cronograma (Tabla 4).

- Etapa 1. Definición del problema de investigación, temas, población y participantes, analizando el proceso de formación que actualmente maneja el currículo del colegio en el que se realiza la investigación.
- Etapa 2. Determinación de la tipología y enfoques de la investigación.
- Etapa 3. Revisión histórica y documental del marco epistemológico, didáctico y conceptual.
- Etapa 4. Diseño, formulación y ajustes del ambiente de aprendizaje.
- Etapa 5. Implementación de la propuesta.
- Etapa 6. Recolección de información.

- Etapa 7. Organización de la información – N-Vivo.
- Etapa 8. Análisis y resultados con la valoración del impacto de la estrategia.
- Etapa 9. Construcción del Informe final.

5.2.1. Cronograma

Etapa	Fecha							
	Octubre 2018	Noviem. 2018	Abril 2019	Mayo 2019	Junio 2019	Julio 2019	Agosto 2019	Sept. y Oct. 2019
Definición del problema								
Determinación de la tipología de la investigación								
Revisión histórica y documental								
Diseño del ambiente de aprendizaje								
Implementación de la propuesta								
Recolección de información.								
Organización de la información								
Análisis y resultados								
Construcción del Informe final								

Tabla 4 Cronograma. Etapas de desarrollo de la investigación

5.3. Grupo de trabajo (Población y muestra)

El grupo de trabajo dentro del marco de la investigación cualitativa, permite la comprensión de actos de habla circulantes en las relaciones concretas, y/o, a partir de la interpretación de los discursos de los sujetos que ocupan posiciones diferenciales en el colegio. Se intenta reconstruir e interpretar la dinámica de las prácticas y niveles de comprensión y explicación de los sujetos (motivaciones, discursos y opiniones). En éste sentido la muestra es de “Máxima variación”, estas muestras son utilizadas cuando se busca mostrar distintas perspectivas y representar la complejidad del fenómeno estudiado, documentando las diferencias, coincidencias, patrones y particularidades. (Hernández, & otros, 2014). Se seleccionan los estudiantes que cursan el grado

once (38 estudiantes) de la jornada de la tarde del Colegio Porfirio Barba Jacob IED, los estudiantes tienen edades entre los 16 y los 20 años. La institución se encuentra ubicada en la localidad séptima de la ciudad de Bogotá, en la localidad de Bosa, barrio Paso ancho y cuenta con aproximadamente dos mil estudiantes en dos jornadas (mañana y tarde), que se encuentran entre estratos socioeconómicos 1 y 2.

5.3.1. Consideraciones éticas.

Al seleccionar el plantel educativo y el grupo de estudiantes para desarrollar el trabajo de investigación se procede a elaborar y radicar las cartas presentación y formalización de la investigación ante las directivas de la institución, también los asentimientos informados para los acudientes legales de los menores de 16 años y los consentimientos para los estudiantes de 17 años o mayores, garantizando la expresión voluntaria de participar en la investigación, después de haber comprendido la información que se les otorgó acerca de los objetivos y condiciones del estudio (Anexo 5).

5.4. Instrumentos, recolección y análisis de los datos

Se obtendrá información del grupo de trabajo, proporcionada por ellos mismos, sobre opiniones, actitudes o sugerencias e igualmente, se hacen las revisiones de tipo documental que permitan obtener información institucional. A través del programa N-Vivo, se lleva a cabo la organización de la información, con el fin de realizar la codificación de las categorías y unidades de análisis, para relacionarlas y así analizar el cumplimiento de los objetivos planteados. Instrumentos empleados:

- Cuestionarios semi-estructurado
- Grupo focal
- Registros escritos y audiovisuales de las actividades del ambiente de aprendizaje.

Para el cuestionario semi-estructurado que se usa como instrumento inicial y final, fue revisado con dos docentes expertos en educación ambiental (anexo 2).

5.4.1. Componentes del Ambiente de Aprendizaje.

El ambiente de aprendizaje se diseña con dos componentes: (i) el aula virtual en el dominio de la plataforma Moodle de la Universidad Pedagógica Nacional y (ii) la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas – ABP. Estos componentes se soportan uno con el otro para permitir el desarrollo de los instrumentos y actividades para obtener los resultados para su posterior análisis. Como se indica en la ilustración 3.

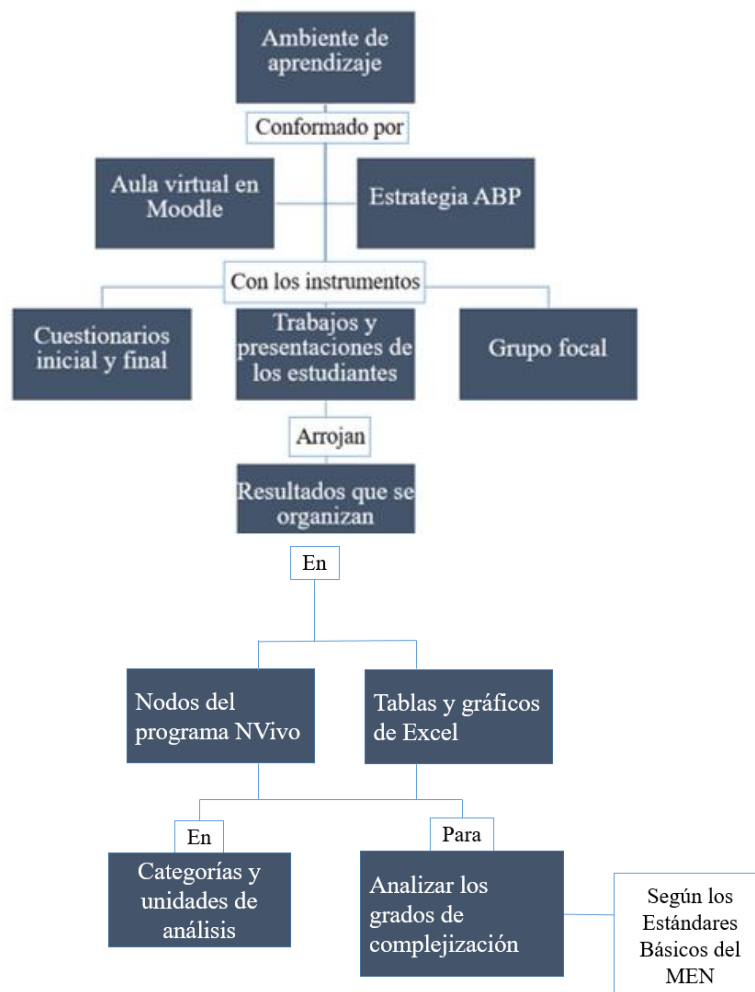


Ilustración 3 componentes del Ambiente de Aprendizaje. Fuente: Autores

6. CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de la investigación se obtuvieron siguiendo dos categorías de análisis: (i) el ambiente de aprendizaje y (ii) la complejización del concepto de calidad del aire. Cada categoría se divide en unidades de análisis como muestra la ilustración 4, que pretenden dar respuesta a los objetivos de identificar los niveles de comprensión de los estudiantes acerca de la importancia de la calidad del aire y evaluar el nivel de complejización obtenido a partir del ambiente de aprendizaje diseñado. Para esto se hizo uso de recursos como cuestionario semiestructurado inicial, cuestionario semiestructurado final, grupo focal, tareas, trabajo escrito, presentaciones y sustentaciones finales. Los cuales dan respuesta a las unidades de análisis de cada categoría, después de su organización con los programas Excel y principalmente NVivo en nodos.

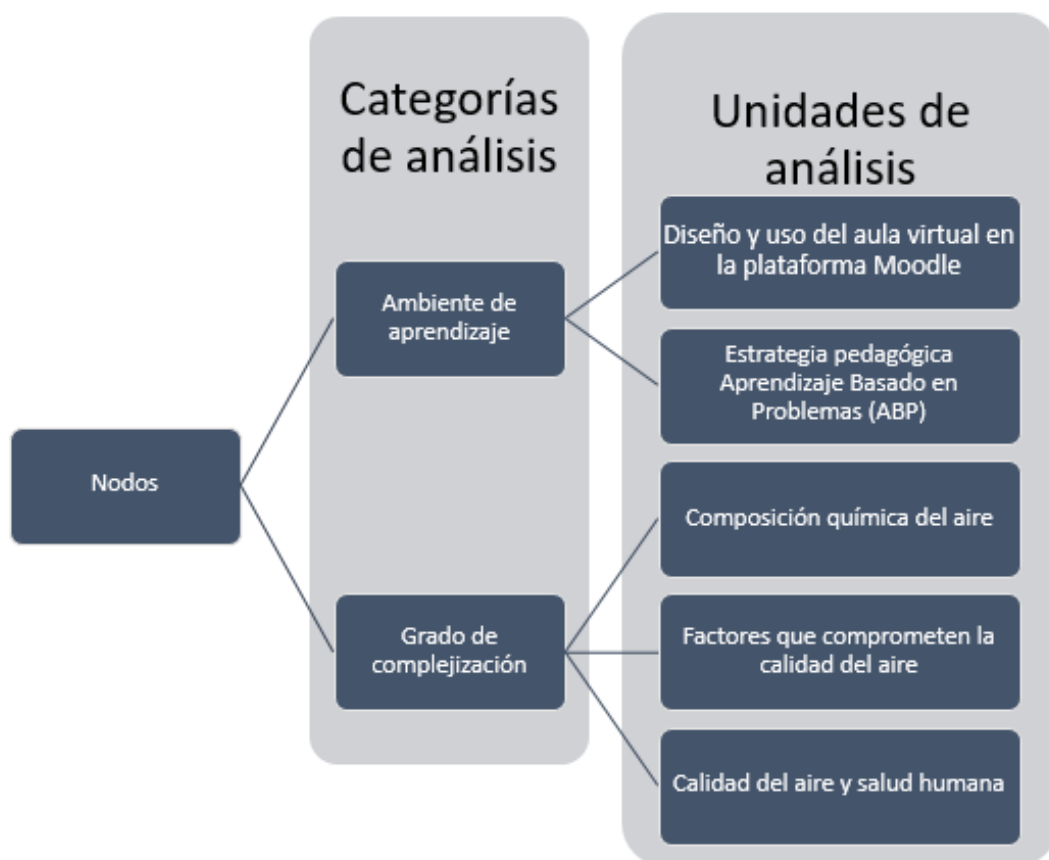


Ilustración 4 Categorías y unidades para el análisis. Fuente: Autores

6.1. Procesos para el diseño e implementación del ambiente de aprendizaje

En esta primera categoría incluimos dos unidades de análisis: el diseño y uso del aula virtual en la plataforma Moodle y la estrategia de Aprendizaje Basado en problemas.

6.1.1. Diseño del espacio virtual en la plataforma Moodle.

Para el desarrollo de la investigación se decidió hacer uso de la plataforma Moodle, con el fin de fortalecer en los estudiantes habilidades y/o capacidades que les pueden ser útiles en su vida estudiantil futura y en su vida laboral, como el manejo de tecnologías de la información y la comunicación TIC, la búsqueda y análisis de la información a través de motores de búsqueda, mayor nivel de comunicación y colaboración entre ellos y eficiencia a la hora de utilizar y clasificar la información. En la ilustración 5 se muestra el proceso de obtención y diseño de este espacio virtual.

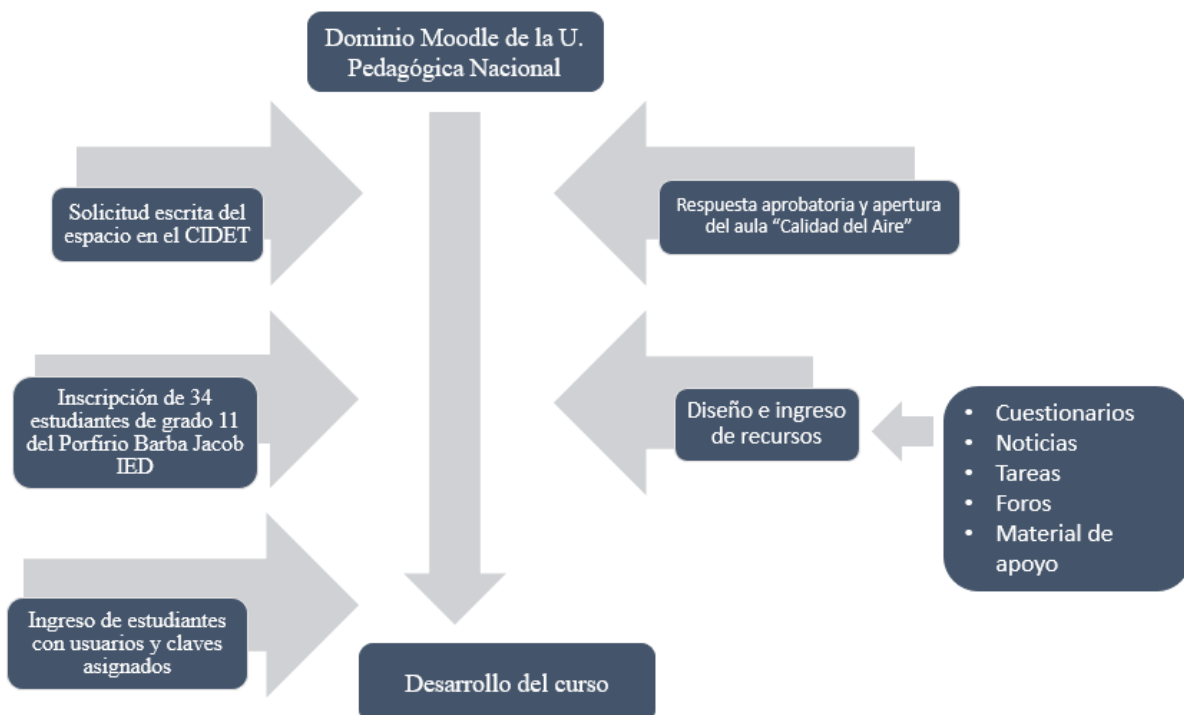


Ilustración 5 Apertura y diseño del aula virtual en Moodle. Fuente: Autores

6.1.1.2 Bienvenida y cuestionario inicial.

Se realizó una sesión de clase para indicar a los estudiantes a ingresar en el curso virtual usando los usuarios que se registraron, luego de la presentación del curso, se procedió a la aplicación del primer instrumento (anexo 1) denominado cuestionario inicial, el cual se encuentra en la plataforma Moodle en la pestaña general, como se muestra en la ilustración 6. Este cuestionario se realizó de manera individual en el ambiente virtual, el instrumento proporciona información de las concepciones y saberes que tenían los estudiantes sobre el tema de calidad del aire antes de desarrollar el ambiente de aprendizaje.



Ilustración 6 Bienvenida a la plataforma y cuestionario inicial

6.1.1.3 Cuestionario final

Al finalizar el curso de calidad del aire se aplicó el instrumento denominado cuestionario final, el cual se encuentra en la plataforma Moodle en la pestaña con el mismo nombre (ilustración 7), ambos cuestionarios, el inicial y el final contienen las mismas preguntas con el fin de visualizar el cambio en las respuestas de los estudiantes después de aplicar el ambiente de aprendizaje, para evaluar los objetivos del trabajo en cuanto a las categorías planteadas.

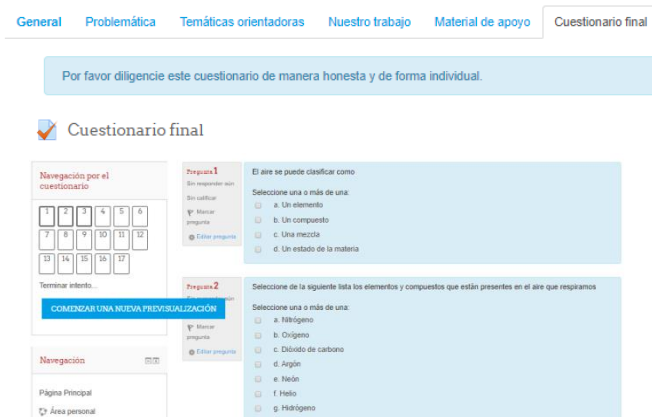


Ilustración 7 Enlace y cuestionario final

6.1.1.4 Consideraciones a partir del grupo focal.

Sobre la utilización de la plataforma Moodle, los estudiantes expresaron que es accesible y de fácil manejo, pues para ellos es natural y sencillo el ingreso a diferentes plataformas en su vida cotidiana, están bastante familiarizados con la tecnología. Hacer uso de las TIC en el aula de clase acerca los conocimientos a la realidad de los estudiantes, para ellos en muchas ocasiones será más sencillo acercarse al conocimiento químico mediado por tecnología que en una clase tradicional.

Los estudiantes comentaron que les fue fácil encontrar la información disponible en el aula virtual y que ésta brindó ayuda a la hora de elaborar sus trabajos, sin embargo, expresaron que no era suficiente información y que tuvieron que dirigirse a otras fuentes. Precisamente lo que se buscaba era despertar el interés y guiar a los estudiantes hacia el tema tratado para luego promover el uso de otras herramientas como los motores de búsqueda. El material del aula (videos tutoriales, ejemplos, imágenes, entre otros), les permitió a ellos desarrollar habilidades útiles tanto en la vida académica como laboral, para la consulta de información, la organización de la información (mapas mentales) y la comunicación de la información (infografías y presentaciones).

Algunos estudiantes hicieron comentarios como “*se aprendió pero aún hay más*” y “*el profesor muchas veces pone el límite*”, lo cual señala como este tipo de trabajos les permite a los estudiantes reflexionar por cuenta propia que el conocimiento es extenso y que pueden ir más allá de lo que el profesor les suministra; avanzar en los grados de libertad dados a los estudiantes permite que el trabajo autónomo sea mucho más fructífero y les libera hacia la construcción del conocimiento, lo cual es muy difícil de lograr en el sistema tradicional de educación basado en contenidos y programas, que acosan constantemente por cumplir horarios y cronogramas establecidos.

Fueron ellos mismos quienes argumentaron que este tipo de actividades salen de lo normal, de lo tradicional y les permite aprender mucho más, en primer lugar, porque sienten gusto hacia este tipo de trabajo, en segundo lugar, porque les permite aprender a su ritmo. Es necesario que el docente sea consciente que el aula de clase es un sistema dinámico y no lineal, cada estudiante es una variable y los ritmos de aprendizaje no son uniformes, por lo tanto, utilizar este tipo de herramientas que permitan al estudiante avanzar a su ritmo le ayuda a construir conocimiento de una manera más eficaz.

6.1.2. Implementación de la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas

La estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tiene muchos beneficios como permitir el aprendizaje significativo, es versátil, fomenta la autonomía, es motivador, fortalece habilidades, y fortalece las competencias digitales. Para esta estrategia se llevaron a cabo las fases que se muestran en la ilustración 8, las cuales se encargan de comprometer a los estudiantes alentándolos a pensar crítica y constructivamente.

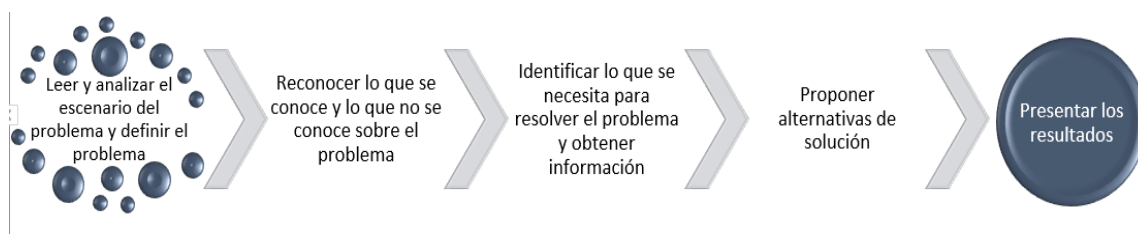


Ilustración 8 Fases del ABP durante la investigación. Fuente: Autores

6.1.2.1 Formación de equipos de trabajo, lectura de noticias sobre calidad del aire y planteamiento del problema

Se les asignó a los estudiantes la instrucción de organizar equipos de trabajo, con la libertad de elegir con criterios propios a sus compañeros y el número de integrantes, esto con el fin de fortalecer el aprendizaje cooperativo. Por grupos entraron a la ventana titulada problemática e hicieron la lectura de noticias relacionadas con el tema de calidad del aire en Bogotá y sus localidades. Estas noticias y sus aportes se muestran en la tabla 5.

Nombre y link de acceso	Aporte
Alerta amarilla en Bogotá por la mala calidad del aire https://www.radionacional.co/actualidad/noticias-bogota-alerta-amarilla	Informa que el jueves 14 de febrero de 2019 se declaró alerta amarilla en Bogotá por la mala calidad del aire, debido a presuntas condiciones climáticas como los vientos cruzados e incendios como el de Quetame. Hace recomendaciones a los ciudadanos desde la Secretaría de Salud
Las razones de la declaración de alerta amarilla en el aire de Bogotá https://www.eltiempo.com/bogota/declaran-la-alerta-amarilla-en-bogota-por-contaminacion-327292	Informa sobre la alerta amarilla por contaminación en el ambiente en la capital y la alerta naranja en todo el suroccidente de la ciudad. Además, de la autorización del pico y placa todo el día
Bogotá en alerta amarilla por contaminación ambiental https://www.urosario.edu.co/Periodico-NovaEtVetera/Medio-Ambiente/Bogota-en-alerta-amarilla-por-contaminacion-ambie/	Informa de la situación ambiental debida al aumento del material particulado y expone la opinión de un experto sobre el significado de la alerta amarilla, lo que se debe hacer y las consecuencias.
Bogotá en alerta amarilla y naranja por calidad del aire https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/bogota-en-alerta-amarilla-y-naranja-por-calidad-del-aire/42992	Informa que la Secretaría de Salud hará entrega masiva de tapabocas en las zonas donde fue declarada la alerta naranja. También de las medidas de pico y placa, de las condiciones meteorológicas y recomendaciones.
Declaran alerta naranja en suroccidente de Bogotá y amarilla en el resto de la ciudad https://www.rcnradio.com/bogota/declaran-alerta-amarilla-por-calidad-del-aire-en-toda-bogota	Informa sobre la alerta naranja en el suroccidente de Bogotá y de las medidas de control de emisiones, especialmente en fábricas y vehículos por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente y la CAR
Distrito anunció nueva alerta amarilla en Bogotá por contaminación ambiental del aire https://www.larepublica.co/economia/distrito-anuncio-nueva-alerta-amarilla-en-bogota-por-contaminacion-ambiental-del-aire-2836782	Informa sobre la medida de pico y placa y del conteo de material particulado en las 13 estaciones de monitoreo de calidad del aire de la ciudad
Bogotá, vuelve el pico y placa extendido y el fin de semana por mala calidad del aire https://www.semana.com/nacion/articulo/alerta-amarilla-en-bogota-por-mala-calidad-del-aire/604482	Informa sobre la declaración de alerta amarilla en la ciudad por la mala calidad del aire y la medida de pico y placa. También que el perímetro más crítico está delimitado al norte por la calle 13, al occidente por el río Bogotá, al oriente por la NQS y al sur por Soacha.
Se mantendrá alerta naranja por mala calidad del aire en suroccidente de Bogotá https://www.rcnradio.com/bogota/se-mantendra-	Se informa que para el 28 de marzo continúan algunas de las restricciones impuestas por la Alcaldía y recomienda algunas medidas preventivas para evitar enfermar por la

alerta-naranja-por-mala-calidad-del-aire-en-suroccidente-de-bogota	contaminación del aire.
Se mantiene la alerta naranja por la calidad del aire en el suroriente y se declara de manera preventiva la alerta amarilla en el resto de la ciudad http://ambientebogota.gov.co/web/sda/historial-de-noticias/	informa que continúa la alerta debido a 8.148 incendios y quemas reportados en el territorio nacional y 34.890 en Venezuela. Informa sobre la población vulnerable y recomendaciones
La salud de Bogotá y Medellín: lo que está en juego por las crisis ambientales https://www.semana.com/nacion/articulo/bogota-y-medellin-dos-ciudades-con-la-salud-en-juego-por-las-crisis-ambientales/607600	Informa que, al 30 de marzo, ambas ciudades llegan a tres alertas ambientales y todavía no logran bajar los niveles de contaminación en el aire. También que quince mil personas fallecen por enfermedades derivadas de la polución.

Tabla 5 Noticias seleccionadas como guía para el planteamiento del problema

Con la información de las noticias los estudiantes definieron un problema el cual publicaron en el foro de *planteamiento del problema* (ilustración 7) explicando su selección.

The image shows a web interface with two main sections. On the left, there is a navigation menu with tabs: 'General', 'Problemática', 'Temáticas orientadoras', 'Nuestro trabajo', 'Material de apoyo', 'Cuestionario final', and 'Tema 6'. Below the menu, a blue box contains the text: 'A continuación encontrará una serie de noticias referentes a la calidad del aire en la ciudad de Bogotá. Por favor leídas de manera atenta según las indicaciones del docente.' Below this, there is a list of news links with icons, including: 'Alerta amarilla en Bogotá por mala calidad del aire', 'Las razones de la declaración de la alerta amarilla en el aire de Bogotá', 'Bogotá en alerta amarilla por contaminación ambiental', 'Bogotá en alerta amarilla y naranja por calidad del aire', 'Declaran alerta naranja en suroccidente de Bogotá y amarilla en el resto de la ciudad', 'Distrito anunció nueva alerta amarilla en Bogotá por contaminación ambiental del aire', 'Bogotá, vuelve el pico y placa extendido el fin de semana por mala calidad del aire', 'Se mantendrá alerta naranja por mala calidad del aire en suroccidente de Bogotá', 'Se mantiene la alerta naranja por calidad del aire en el suroccidente y se declara de manera preventiva alerta amarilla en el resto de la ciudad', and 'La salud de Bogotá y Medellín: lo que está en juego por las crisis ambientales'. At the bottom of this list is a link 'Planteamiento del problema' with a document icon. On the right, the forum post 'Planteamiento del problema' is displayed. It has a title 'Planteamiento del problema' and a subtitle 'Cada uno de los grupos debe redactar un problema basado en la lectura de las noticias y presentarlo en el presente foro.' Below the subtitle is a button 'AÑADIR UN NUEVO TEMA DE DISCUSIÓN'. The forum post is in a table with columns: 'Tema', 'Comenzado por', 'Réplicas', and 'Último mensaje'. The first row is 'CALIDAD DEL AIRE' by Vanessa Alejandra Pacheco Pérez, with 0 replies and the last message on Mar 9 de Jul de 2019, 15:56. The second row is 'Problemática' by Diego Alexander Ocaña Vargas, with 0 replies and the last message on Mar 9 de Jul de 2019, 15:53. The third row is 'Laura Moreno Laura Rodriguez Carolina Rojas' by Laura Tatiana Moreno Peñalver, with 0 replies and the last message on Mar 9 de Jul de 2019, 15:51. The fourth row is 'Aroca Gomez Luisa, Amaya Daniel, Llanos Mallerly, Ospino Yuliza' by Daniel Felipe Amaya Ramirez, with 0 replies and the last message on Mar 9 de Jul de 2019, 15:50.

Ilustración 9 Enlaces a las noticias y foro de planteamiento del problema

El resultado de la conformación de los grupos y la elección del problema se muestra en la tabla 6.

Numero de grupo	Número de integrantes	Planteamiento de problema
1	5	¿Qué contribuciones como ciudadano pueden aportar para mejorar la calidad del aire en Bosa Palestina'?
2	4	¿Qué podríamos hacer nosotros como ciudadanos para que los medios de transporte no sean un factor tan contaminante y peligroso para nuestra salud?
3	3	¿Cómo podríamos concientizar a las personas para evitar los incendios forestales y otras contaminaciones en Bogotá?
4	4	¿Cómo podemos mejorar la calidad del aire de nuestro entorno, desde casa y en el ámbito personal?
5	4	¿Cómo podemos disminuir el nivel de contaminación en Bosa?
6	7	¿Es realmente efectiva la medida de pico y placa para el transporte privado y público?
7	4	¿Qué medidas preventivas tomaría usted para mejorar la calidad del aire en Bosa?
8	3	¿Cómo disminuir el uso de carros en Bosa?

Tabla 6 Planteamiento del problema en los grupos de trabajo

6.1.2.2 Búsqueda y organización de la información

A partir de la problemática definida por cada grupo de estudiantes, se dispuso en la plataforma un documento llamado “temáticas orientadoras”, con el fin de guiar a los estudiantes en sus planteamientos de alternativas de solución. Este documento está ubicado en la pestaña que lleva el mismo nombre (Ilustración 10).

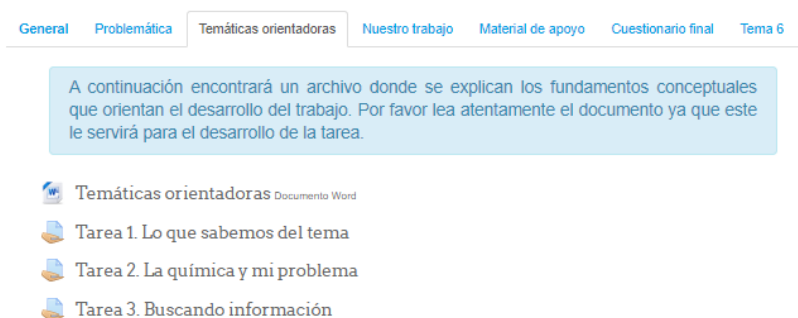


Ilustración 10 enlace a temáticas orientadoras y tareas 1, 2 y 3

Allí se encuentra información referente a; (i) la composición química del aire, (ii) los factores que afectan la calidad del aire y los procesos químicos involucrados y (iii) la importancia de la calidad del aire y su relación con la salud de las personas. Además de este documento, está la descripción de cada una de las tres tareas (Tabla 7) que se les asignaron de manera grupal.

Número de la tarea y recurso	Título	Descripción	Competencias
1 Documento: Características y ejemplos de los mapas mentales	Lo que sabemos del tema	Desarrollo de un mapa mental con lo que conocen y no conocen acerca de la calidad del aire, teniendo en cuenta el problema planteado y las temáticas orientadoras.	Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. Clasifico materiales en sustancias puras y mezclas
2 Documento: Características y ejemplos de las infografías	La química y mi problema	Desarrollo de una infografía donde plantearan la relación de la química con el problema planteado, para este trabajo, los estudiantes debían consultar fuentes de información confiables	Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente
3 Documento: Como usar un metabuscador Video: buscadores y metabuscadores	Buscando información	Cada integrante del grupo debía buscar información confiable que fuera de utilidad para plantear alternativas de solución al problema y socializarla con su grupo.	Busco información en las diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.

Tabla 7 Tareas de la etapa de búsqueda y organización de la información.

Para cada tarea se adicionó un recurso explicativo de las pautas de presentación y ejemplos (Ilustración 11).

The image shows a digital resource page with three task sections:

- Tarea 1. Lo que sabemos del tema:** Instructions for creating a mind map about air quality. It lists materials like 'Ejemplos mapas mentales pdf' and 'Buscadores y Metabuscadores mp4'.
- Tarea 2. La química y mi problema:** Instructions for creating an infographic about the relationship between chemistry and air quality. It lists materials like 'Ejemplos de infografías pdf'.
- Tarea 3. Buscando información:** Instructions for searching for reliable information. It lists materials like 'Buscadores y Metabuscadores mp4' and 'COMO USAR UN METABUSCADOR pdf'.

At the bottom, there is a navigation menu with tabs: General, Problemática, Temáticas orientadoras, Nuestro trabajo, Material de apoyo, and Cuestionario final.

Ilustración 11 Asignación, pautas y material de apoyo para la tareas 1, 2 y 3

6.1.2.3 Planteamiento de alternativas de solución y socialización

Apoyados en la información suministrada en la plataforma, en los artículos y material conseguido por su propia cuenta, los estudiantes se reunieron de manera presencial y discutieron en torno a la información (anexo3) para poder plantear por lo menos tres alternativas de solución al problema, estas alternativas debían ser coherentes y viables. Luego de tener las alternativas de solución a su problemática, los estudiantes realizaron las tareas 4 y 5 de la pestaña *nuestro trabajo* (Ilustración 12).

The screenshot shows a navigation menu at the top with options: General, Problemática, Temáticas orientadoras, **Nuestro trabajo**, Material de apoyo, Cuestionario final, and Tema 6. Below the menu, there is a blue box with text: "En la anterior sesión presencial, realizaron la socialización de los artículos que cada integrante del grupo había buscado, y mediante el trabajo en equipo se lograron establecer algunas alternativas de solución al problema planteado. Basado en lo anterior, deben realizar en grupo las tareas asignadas a continuación." Below this, there are two task cards: "Tarea 4. Escribe un documento" and "Tarea 5. Realiza una presentación". To the right, the details for "Tarea 4. Escribe un documento" are shown, including a list of required sections: Portada, Introducción, Problema planteado, Justificación del problema, Objetivos, Marco teórico, Alternativas de solución planteadas, Conclusiones, and Bibliografía. Below the list, it says "A continuación encontrará un archivo donde se explica brevemente las secciones." and a link to "CÓMO ELABORAR TU ESCRITO.pdf".

Ilustración 12 Asignación y pautas y material de apoyo para las tareas 4 y 5

Estas tareas consisten en la presentación y socialización del trabajo ejecutado y se describen en la tabla 8.

Número de la tarea y recurso	Título	Descripción	Objeto
4 Documento: ¿cómo elaborar tu escrito?	Escribe un documento	Cada grupo debía realizar un trabajo escrito para presentar las alternativas de solución planteadas, el cual debía contener ciertas pautas que se les explicaron en detalle.	Desarrollo de compromisos personales y sociales Cumplir mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas
5	Realiza una presentación	Los estudiantes debían realizar una presentación en diapositivas como apoyo visual para la socialización de su trabajo con los demás grupos de trabajo exponiendo los objetivos de su trabajo y sus alternativas de solución soportadas en sus respectivos marcos teóricos.	Explico cambios químicos en el ambiente. Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza

Tabla 8 Tareas de la etapa de búsqueda y elección de alternativas de solución

6.1.2.4 Consideraciones a partir del grupo focal.

Uno de los pasos iniciales de la estrategia ABP es la organización en equipos de trabajo, en esta ocasión a los estudiantes se les dio la oportunidad de organizar los grupos de trabajo según sus preferencias, tanto en tamaño como en integrantes. Ellos manifestaron que el escoger con quién trabajar fue un punto positivo, la imposición que generalmente se da por parte del maestro en los parámetros de organización genera malestar e indisposición. Aunque dijeron que los equipos grandes (más de 4 integrantes) no favorecían el trabajo por diferentes motivos, entonces ellos reorganizaron las tareas en grupos más pequeños, este tipo de reacciones revelan cierto nivel de autoorganización y regulación autónoma, lo cual se buscaba al dar grados de libertad en la escogencia de los equipos. Los estudiantes manifestaban que el trabajo en equipo de manera presencial era difícil por cuestión de las dinámicas individuales, es aquí donde la plataforma virtual juega un papel importante, facilitando los procesos.

Otro punto importante de la estrategia ABP es partir de un problema que esté relacionado con el contexto de los estudiantes. Ellos expusieron que en muchos, este tema despertó gran interés debido a que está directamente relacionado con sus vivencias. Cuando se trabaja desde un currículo basado en contenidos, en muchas ocasiones no se establecen las relaciones entre estos y las realidades de los estudiantes, por lo cual la mayoría de ellos pierde el interés y no prestan atención; en palabras de los estudiantes, realizan las actividades únicamente por cumplir un requisito. El hecho de acercar el conocimiento a las realidades que están viviendo genera una actitud positiva hacia su proceso de aprendizaje lo cual permite que se sientan interesados y atraídos y trabajen activamente por alcanzar un objetivo, en este caso poder plantear soluciones a su problemática.

Fueron los estudiantes quienes tuvieron la oportunidad de plantear la problemática desde su propio contexto, claro está, con algunas orientaciones; esto jugó un papel importante porque para ellos esto era su propia construcción y no una imposición del docente, entonces lo que construyeron lo hicieron por interés propio y no por indicación del maestro. Una vez más los grados de libertad dados a los estudiantes les permite alcanzar construcciones propias en el contexto escolar y les facilita reflexionar acerca de las problemáticas presentes en su realidad y poder plantearse alternativas de solución que los vinculen a ellos y a sus familias.

Luego del planteamiento del problema, los estudiantes tuvieron que realizar la búsqueda de fuentes de información. Algunos de los estudiantes expusieron que les causó dificultades construir un marco teórico o manejar las normas APA a pesar de que encontraron gran cantidad de información, sin embargo, reconocen que necesitan fuentes de información que respalden lo que ellos exponen en sus trabajos. Este paso de la estrategia permite en los estudiantes desarrollar habilidades como la búsqueda y organización de la información, así como aprender a filtrar la información escogiendo documentos serios y confiables. Al plasmar lo recopilado en esquemas como mapas mentales e infografías los estudiantes podían seleccionar y organizar la información de manera eficiente.

Al final algunos de los estudiantes manifestaron su inconformismo con su propio trabajo, argumentando que este hubiese podido ser realizado de mejor manera, por lo cual analizamos que el dar a los estudiantes grados de libertad en este tipo de trabajos les permite reflexionar acerca de sus capacidades y habilidades y les quita los límites impuestos por currículos tradicionales que se enfocan en la repetición y les impide llevar el conocimiento a la aplicación contextualizada.

6.2. Complejización

Con base en las unidades de análisis: (i) composición química del aire, (ii) factores que comprometen la calidad del aire y procesos químicos involucrados e (iii) importancia del estado actual de la calidad del aire y su relación con la salud (ilustración 4), se organizó la información con el programa Excel y NVivo 10, este permitió analizar los resultados obtenidos de los cuestionarios inicial y final, de los trabajos escritos y sustentaciones desarrolladas por los estudiantes (ilustración 13) y del grupo focal, comparando y relacionando en los gráficos y tablas que se muestran a continuación. Esto para permitirnos concluir acerca de los grados de complejización de la comprensión demostrados por los estudiantes sobre la temática de calidad del aire como factor vital.

Ilustración 13 Organización de los trabajos y presentaciones de los estudiantes con el programa N-vivo

The screenshot displays the NVivo 10 software interface, organized into three main sections. The top section, titled 'trabajos', contains a table of work items:

Nombre	Nodos	Referencias	Creado el	Creado por	Modificado el	Modificado por
INFORME EDITADO	4	39	8/10/2019 01:28 p. m.	PV	9/10/2019 12:04 p. m.	PV
Tarea-4-Química (1)	4	18	8/10/2019 01:28 p. m.	PV	9/10/2019 12:34 p. m.	PV
CALIDAD DEL AIRE 11.01	4	32	8/10/2019 01:29 p. m.	PV	8/10/2019 01:29 p. m.	PV
Ensayo terminado, calidad del aire	5	24	8/10/2019 01:29 p. m.	PV	8/10/2019 01:29 p. m.	PV
trabajo de proyecto de química	5	11	8/10/2019 01:28 p. m.	PV	8/10/2019 01:28 p. m.	PV
Trabajo horrado	5	18	8/10/2019 04:59 p. m.	PV	8/10/2019 04:59 p. m.	PV

The middle section shows a presentation slide with the following content:

COLEGIO
JACOB IED
CONOCIMIENTO
AUTOGESTIÓN
PORFIRIO

Porfirio barbar Jacob

“Contaminación del aire en bosa”

The bottom section, titled 'Presentaciones', contains a table of presentation items:

Nombre	Nodos	Referencias	Creado el	Creado por	Modificado el	Modificado por
CALIDAD DEL AIREPRESENTACIÓN 1	0	0	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
incendios forestales	2	5	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
LA CALIDAD DE AIRE EN BOGA	2	3	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
PRESENTACION DE LA PROBLEMÁTICA DE LAS BASURAS EN BOGOTA	2	4	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
CALIDAD DEL AIRE. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	3	12	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
PRESENTACIÓN	3	10	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
SUSTENTACION CALIDAD DEL AIRE	3	7	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV
AIRE	4	6	10/10/2019 01:53 p. m.	PV	10/10/2019 01:53 p. m.	PV

The bottom-most section shows a presentation slide with the following content:

**CALIDAD DEL AIRE
CONSECUENCIAS DE
NUESTROS MALOS ACTOS**

INTEGRANTES: VANESSA

El cuestionario inicial y el final compartían las mismas preguntas y se aplicaron como primera y última actividad del curso virtual de calidad del aire, las preguntas estaban agrupadas en las tres unidades de análisis descritas anteriormente; la primera unidad de análisis se evalúa con las preguntas 1 a la 4, la segunda unidad de análisis con las preguntas 5 a la 11 y la tercera con las preguntas 12 a la 17.

El grupo focal se formó con 8 estudiantes (un representante de cada uno de los grupos), se discutieron algunas cuestiones en torno al trabajo realizado, recogiendo la perspectiva de los estudiantes frente al trabajo con la plataforma Moodle y la metodología del ABP. Esta sesión se filmó y el video se transcribió (anexo 4). Las respuestas, opiniones y experiencias de los estudiantes, recolectadas con este instrumento se organizaron también en los nodos con el programa NVivo 10 junto al resto de la información (ilustración 14).

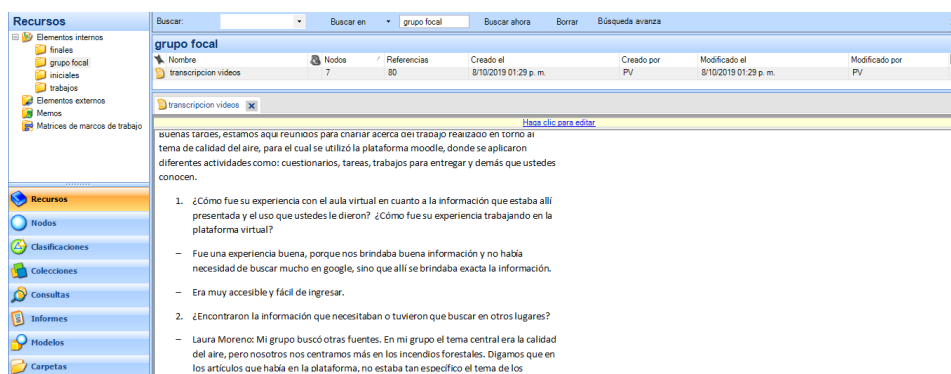


Ilustración 14 Transcripción del grupo focal en el programa N-vivo

6.2.1. Unidad de análisis 1: Composición química del aire

Para el análisis de esta unidad se analizan las respuestas a las preguntas de los cuestionarios referentes al nodo y las referencias encontradas sobre composición química de los trabajos, presentaciones y grupo focal.

6.2.1.1 Cuestionarios inicial y final.

En esta unidad de análisis se encontraban las primeras cuatro preguntas de los cuestionarios, las preguntas 1 y 3 son de tipo cerradas con única respuesta, la 2 es cerrada con respuesta múltiple, las cuales se graficaron con Excel.

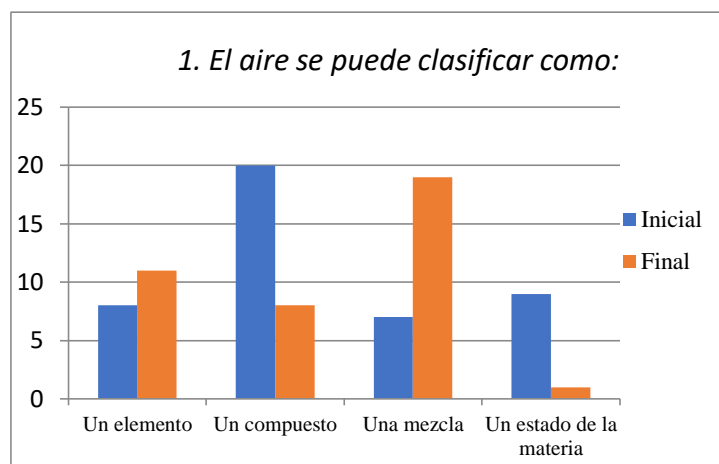


Ilustración 15 Gráfico comparativo de la pregunta 1, cuestionario inicial vs cuestionario final

Para la pregunta 1, en el cuestionario inicial, 20 de los 34 estudiantes respondieron que el aire es un compuesto, haciendo de esta la respuesta más frecuente, seguido de un estado de la materia elegida por 9 estudiantes, un elemento elegida por 8 estudiantes y en último lugar una mezcla por 7 estudiantes. En el cuestionario final se observa como 19 de los 34 estudiantes escogieron la opción de mezcla, la cual esperábamos fuera la más frecuente por ser la opción correcta. Opciones como estado de la materia fue respondida por un solo estudiante.

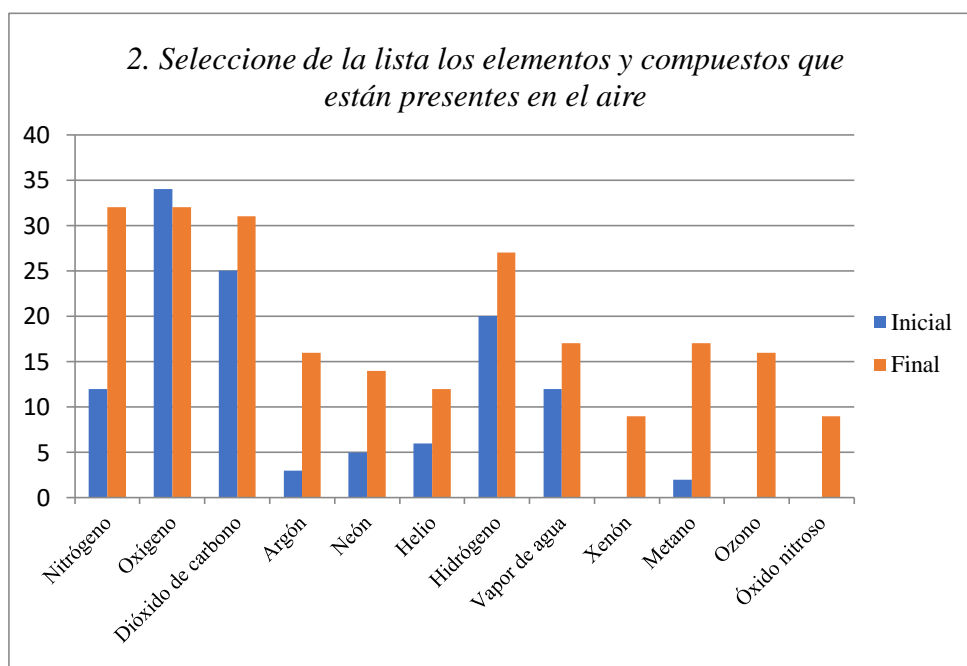


Ilustración 16 Gráfico comparativo de la pregunta 2 del cuestionario

Frente a la pregunta 2, se observa como los estudiantes reconocen algunos de los componentes del aire como Oxígeno (34), dióxido de carbono (25) e hidrógeno (20), sin embargo, desconocen la presencia de otras sustancias presentes como algunos gases nobles, el ozono y los óxidos de nitrógeno. En el cuestionario final se observa como sustancias como nitrógeno (32), oxígeno (32) y dióxido de carbono (32) tienen las respuestas más elevadas, sin embargo, los estudiantes ahora identificaron la presencia de sustancias como el Xenón (9), el metano (17), el ozono (16) y el óxido nitroso (9), reconociendo más de los componentes del aire como mezcla.

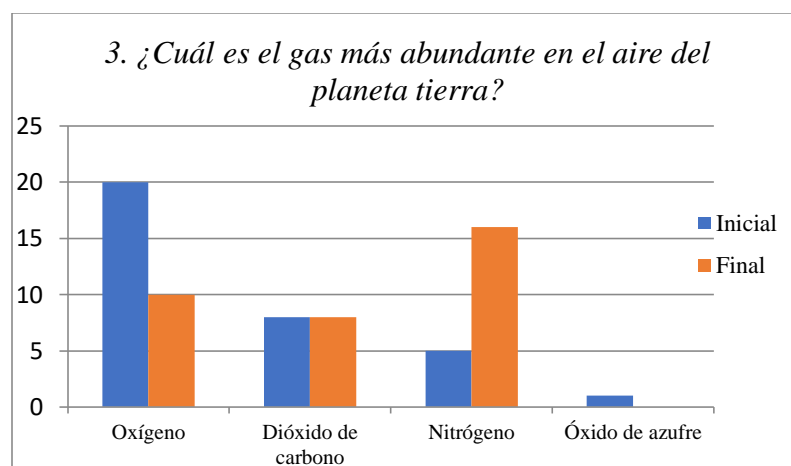


Ilustración 17 Gráfico comparativo de la pregunta 3, cuestionario inicial vs cuestionario final

En la pregunta 3, la mayoría de estudiantes escogió el oxígeno (20) como el gas más abundante en la tierra y el nitrógeno solamente obtuvo 5 respuestas, inclusive por debajo del dióxido de carbono (8). En el cuestionario final el nitrógeno tuvo el mayor número de respuestas (16), y luego el oxígeno con 10 respuestas.

Se observa como luego de la implementación del ambiente de aprendizaje, en la pregunta 1, se logró que más de la mitad de los estudiantes reconocieran que el aire es una mezcla de sustancias y no un elemento o un compuesto. En la pregunta 2, los estudiantes reconocieron otros componentes del aire, entre las cuales había algunos contaminantes como el ozono y los óxidos

de nitrógeno. La pregunta 3 demuestra que al final los estudiantes reconocen que el principal componente del aire es el nitrógeno y no el oxígeno como pensaban en un inicio.

Por otra parte, la pregunta 4 es abierta, la cual se analizó como nube de frecuencia de palabras con NVivo, la cual es una representación visual de las palabras que conforman un texto en donde el tamaño es mayor para las palabras que aparecen con más frecuencia. A continuación, se muestran los gráficos comparativos de las respuestas iniciales y finales de esta pregunta.

4 - Mencione alguna(s) sustancia(s) que estén presentes en el aire que no se encuentren en estado gaseoso



Ilustración 18 Nube de frecuencia de palabras para la pregunta 4 del cuestionario inicial y cuestionario final

Para esta pregunta se observan algunas dificultades en la identificación de materiales sólidos en el aire, sin embargo, como se observa en la nube de frecuencias final, algunos de los estudiantes ya reconocen la presencia del material particulado como un sólido que se encuentra suspendido en el aire, a diferencia de la nube de frecuencias inicial donde ninguno de los resultados señalaba alguna sustancia sólida presente en el aire.

6.2.1.2 Referencias de los trabajos, presentaciones y del grupo focal

Se obtuvieron 10 aportes frente a la unidad de composición química del aire, son pocas comparando con las otras unidades de análisis, esto puede deberse a que los estudiantes no prestaron especial atención a esta unidad o no lo sintieron relevante.

De estos 10 aportes, los 10 evidencian que los estudiantes conciben el aire como una mezcla de sustancias, sin embargo, 3 de ellas solamente mencionan la mezcla, pero no explican los componentes de la misma, mientras que, en 7 respuestas explican algunos de los componentes del aire, donde destacan el nitrógeno como principal componente del aire y también se mencionan algunos contaminantes como los óxidos de azufre, carbono y nitrógeno. En la mayoría de los aportes se menciona el oxígeno y el dióxido de carbono, y sólo en una ocasión se especifica la abundancia de cada uno de los componentes de la mezcla.

6.2.2. Unidad 2: Factores que comprometen la calidad del aire y procesos químicos involucrados

6.2.1.3 Cuestionarios inicial y final

En esta unidad de análisis se encontraban las preguntas 5 a la 11 de los cuestionarios. Las preguntas 5 y 6 son de tipo cerradas con única respuesta, la 7 y la 8 son cerrada con respuesta múltiple, las cuales se graficaron con el programa Excel. Por otra parte, las preguntas 9, 10 y 11 son abiertas, las cuales se analizaron conjuntamente con NVivo, como nube de frecuencia de palabras y como mapa ramificado de frecuencia de palabras. A continuación, se muestran los gráficos comparativos de las respuestas iniciales y finales de cada pregunta.

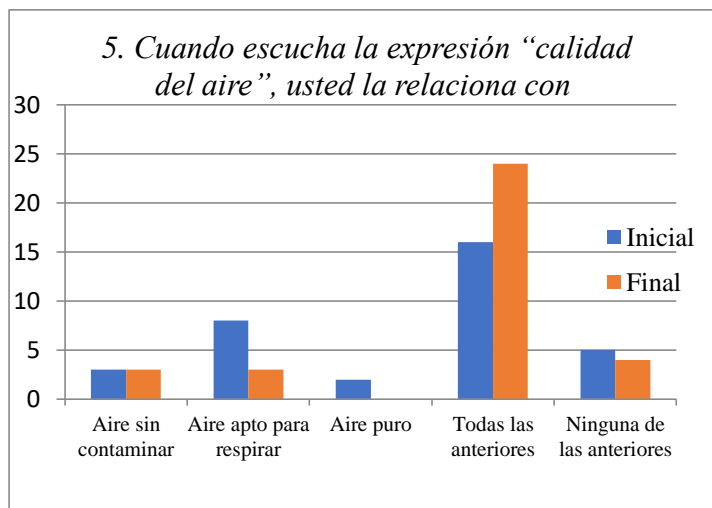


Ilustración 19 Gráfico comparativo de la pregunta 5, cuestionario inicial vs cuestionario final

Para la pregunta 5, tanto en el cuestionario inicial como en el final la respuesta más frecuente fue todas las anteriores con 16 y 24 respuestas respectivamente. Esto indica que los estudiantes reconocen que la calidad del aire se relaciona con la contaminación y con la importancia de esta para la respiración humana.

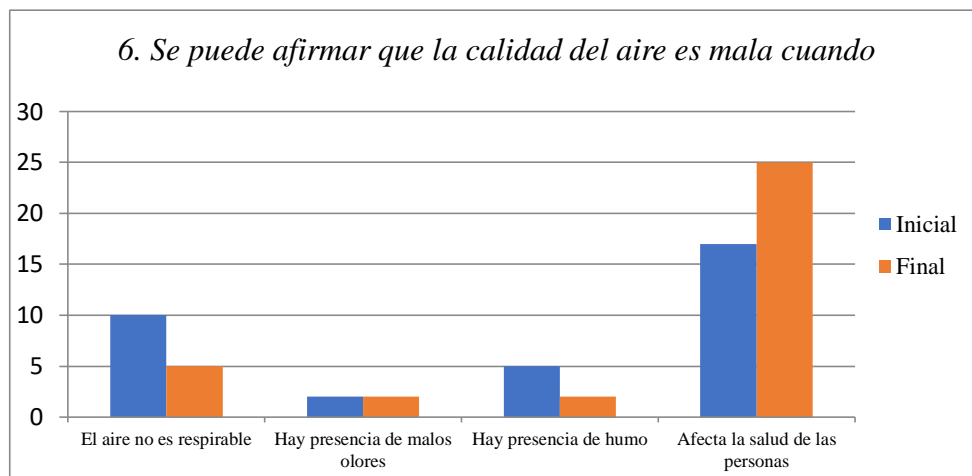


Ilustración 20 Gráfico comparativo de la pregunta 6 del cuestionario inicial vs cuestionario final

La pregunta 6 muestra como los estudiantes relacionan el concepto de mala calidad del aire, tanto en los dos cuestionarios la mayoría de los estudiantes relacionaron la mala calidad del aire con la salud de las personas, sin embargo, en el cuestionario final esta opción recibió mayor cantidad de respuestas (25) comparado con el inicial (17).

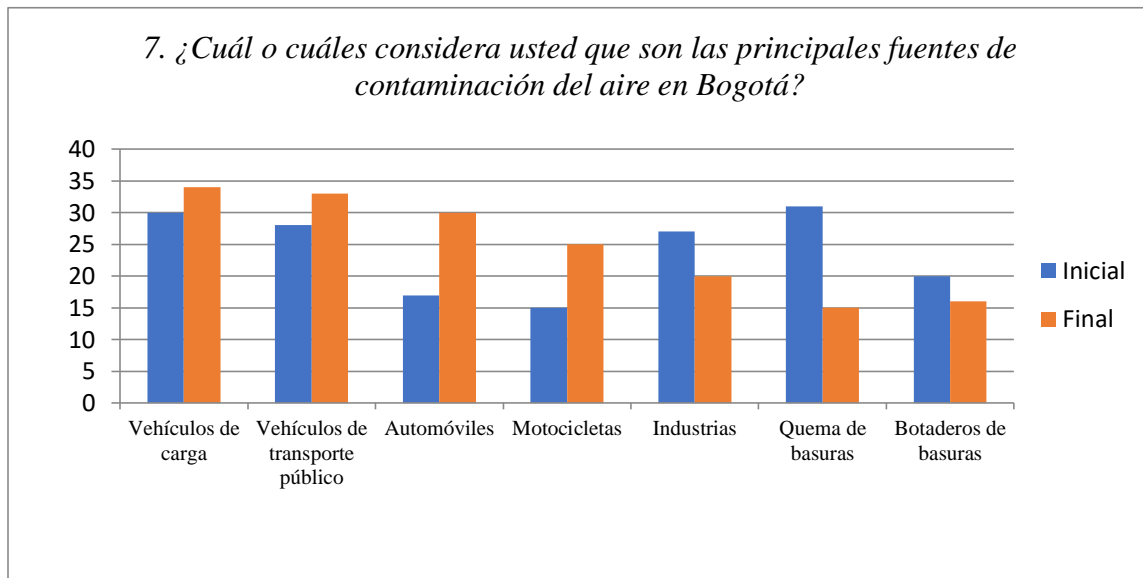


Ilustración 21 Gráfico comparativo de la pregunta 7, cuestionario inicial vs cuestionario final

La pregunta 7 revela cuales son los factores que consideran los estudiantes que afectan de manera negativa la calidad del aire. En el cuestionario inicial la opción más frecuente fue la quema de basuras (31), sin embargo, los vehículos de carga (30) y el transporte público (28) también tuvieron puntajes elevados. En el cuestionario final los estudiantes eligieron en mayor proporción las opciones relacionadas a los medios de transporte como vehículos de carga (34), transporte público (33), automóviles (30) y motocicletas (25), mientras que opciones como industrias, quema y botaderos de basuras obtuvieron puntajes menores.

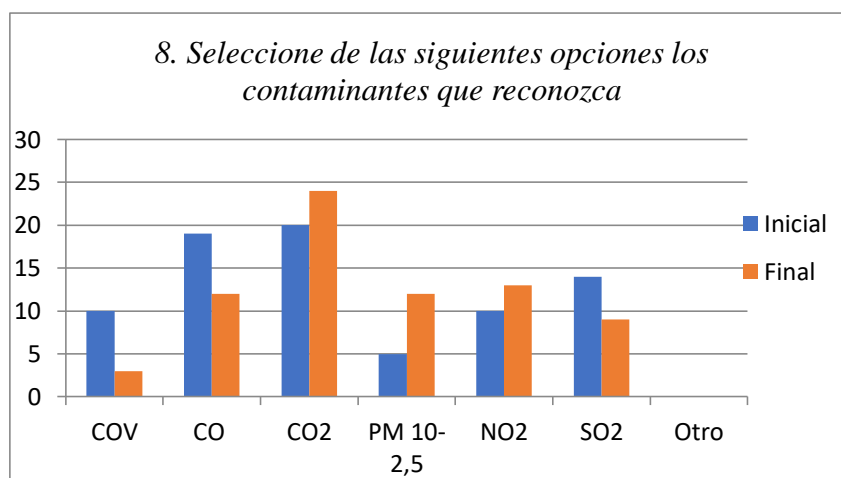


Ilustración 22 Gráfico comparativo de la pregunta 8, cuestionario inicial vs cuestionario final

La pregunta 8 muestra los contaminantes que los estudiantes reconocen que están presentes en el aire. Tanto en el cuestionario inicial como en el final la respuesta más frecuente fue el dióxido de carbono con 20 y 24 respuestas respectivamente. Sin embargo, en el cuestionario final la opción del material particulado tuvo 12 respuestas frente a 5 que había obtenido en el cuestionario inicial, esto mismo ocurrió con el óxido nitroso que tuvo 13 respuestas frente a 10 en el inicial. Respuestas como compuestos orgánicos volátiles y monóxido de carbono arrojaron menor frecuencia en el cuestionario final.

A partir de los resultados anteriores se puede analizar como los estudiantes relacionan la calidad del aire directamente con la salud de las personas a raíz de los procesos de respiración de las mismas, clasificando la calidad del aire como mala si esta genera problemas de salud respiratorios (pregunta 5 y 6).

Por otra parte, los estudiantes relacionan como principales fuentes de contaminación las fuentes móviles, en general los medios de transporte, esto debido a que la localidad de Bosa está muy cerca de la autopista sur, por lo cual el tráfico de vehículos es una problemática que afecta la calidad del aire. Además, las noticias consultadas por los estudiantes y sus trabajos mencionan frecuentemente las fuentes móviles. Por consiguiente, los estudiantes reconocen como principal contaminante el dióxido de carbono, esto debido a que es uno de los productos de la combustión de los hidrocarburos fósiles utilizados en los vehículos. También se logró, aunque no en la medida esperada, que los estudiantes reconocieran como contaminante el material particulado producido por este tipo de fuentes. Estas respuestas nos llevan a analizar que los estudiantes reconocen los medios de transporte convencional como factor que afecta negativamente la calidad del aire, relacionando a esto la combustión como proceso químico involucrado.

9 Si seleccionó alguno de los anteriores, explique brevemente cómo se produce.

10 Proponga alguna medida que el gobierno debería tomar para preservar el cuidado de la calidad del aire.

11 ¿Realiza usted acciones que cuiden la calidad del aire en su contexto?

medidas propuestas por los alumnos, aparece en mayor proporción el uso de la bicicleta en lugar de vehículos de combustible fósil, realizar campañas de socialización y concientización a la ciudadanía y el cuidado y ampliación de las zonas verdes. También la medida de pico y placa la mencionan en mayor proporción con referencia al cuestionario inicial.

Los estudiantes presentan dificultades en explicar a profundidad los procesos químicos asociados a los factores que afectan la calidad del aire, si bien mencionan la combustión y la fotosíntesis, no ahondan en la explicación de las reacciones químicas involucradas en dichos procesos.

frecuencia factores inicial

basura	transporte	carbono	ambiente	público	árboles	automóviles	industrias	calidad	contaminen	fumo	gases	
								gasolina	plantas	quemar	recoger	
		contaminantes	bicicletas	quema	contaminan	campañás	materiales					
	contaminación							mayor	sembrar	afectar	árboles	arrojar
aire					cuidar	dióxido	botar	multa		botar	cicla	combustil
		reciclar	humo	vehículos					acciones			
	carros				agua	empresas	buses	oxígeno	adecuado	camion	comercializa	contar
											contamina	

Ilustración 24 Mapa ramificado de frecuencia de palabras para las preguntas 9, 10 y 11 del cuestionario inicial

Frecuencia factores final

árboles	bicicleta	vehículos	plantar	eléctricos	zonas	aire	ríos	placa	concienci	contamina	medidas	plantación
						automóviles		quema	sembrar	tal	trasporte	trato
		carbono	ambiente	público	contaminante		calidad	quemar	utilizo	arrojar	base	boto
	transporte					carros	empresas	reciclaje		auto	cambiar	charlas
basura		dióxido	campañ	verdes	plantas	combustible	pico	reducir	aerosol		cantidad	cicla
								agua	ayudar			compuesto

Ilustración 25 Mapa ramificado de frecuencia de palabras para las preguntas 9, 10 y 11 del cuestionario final

En estas tres preguntas los estudiantes explicaron la producción de los contaminantes del aire y propusieron medidas para mantener la buena calidad del aire. En el cuestionario inicial se les hizo difícil el explicar la producción de los contaminantes, algunos mencionaron solo el CO₂ y los elementos que lo componen, además les fue más fácil identificar que las basuras y el transporte contaminan, que proponer medidas para evitar la contaminación del aire, pocos mencionaron la bicicleta y algunos el reciclaje, aunque sin argumentar. En el cuestionario final, muchos mencionaron la producción de contaminantes debido a la combustión industrial y de automóviles, algunos hablaron también de los aerosoles. Según la nube de palabras se puede observar como los estudiantes propusieron medidas como la siembra de árboles, la protección y ampliación de las zonas verdes en la ciudad lo cual tiene en cuenta el proceso de fotosíntesis realizado por las plantas que favorece la buena calidad del aire. También hablaron acerca de sanciones para quienes contaminen en mayor medida, la ampliación de la medida de pico y placa y el uso de la bicicleta, que, comparado con el cuestionario inicial, es mucho mayor.

6.2.1.4 Referencias de los trabajos y presentaciones de los estudiantes y del grupo focal

De las 45 referencias encontradas en esta unidad de análisis, 24 relacionaron la calidad del aire con la salud de las personas, argumentando que la mala calidad del aire resultaba perjudicial y favorecía el desarrollo de enfermedades de diferente índole. Por otro lado, la buena calidad del aire permitía tener unas condiciones de salud mejores, sin embargo, estos aportes no especifican las características del aire para catalogarlo de buena o mala calidad, adicional a esto, aunque relacionan mayor cantidad de enfermedades asociadas a esta problemática, no se evidencian argumentaciones biológicas del porqué de dichas enfermedades.

En cuanto a la relación entre la calidad del aire con la contaminación, 11 de las 45 referencias de los estudiantes, mencionan que la presencia de contaminantes en el aire le otorga la característica de mala calidad, Sin embargo, no diferencian los tipos de contaminantes y sus características con su incidencia en la salud humana. Por otra parte, en 10 de las 45 referencias los estudiantes especificaron compuestos químicos presentes en el aire que son considerados contaminantes y por ende le otorgan la característica de mala calidad.

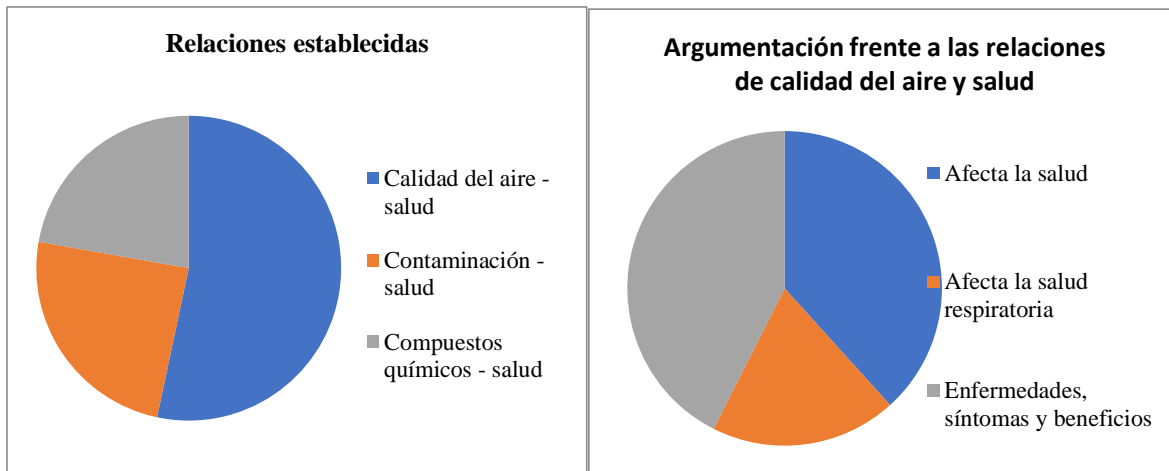


Ilustración 26 Relaciones y argumentación sobre la unidad de análisis 2

Las referencias que mencionaban que la calidad del aire afecta la salud tanto de manera positiva como negativa fueron 18 de las 45, pero sin explicar de qué forma o las consecuencias de salud. Mientras que en 9 referencias se expresa que la calidad del aire afecta directamente la salud respiratoria o cardiovascular de las personas, aunque sin precisar los síntomas asociados. Se identificaron también 20 referencias en las que, si se especificaron las enfermedades y síntomas asociados a la mala calidad del aire, así como los beneficios de la buena calidad del aire.

6.2.3. Unidad 3: Importancia del estado actual de la calidad del aire y su relación con la salud humana

En esta unidad de análisis se encontraban las preguntas 12 a la 17 de los cuestionarios, las preguntas 12 y 13 son de tipo cerradas con única respuesta, la 16 y la 17 son cerrada con respuesta múltiple, las cuales se graficaron con Excel. Por otra parte, las preguntas 14 y 15 son abiertas y se analizaron conjuntamente con NVivo, como mapa ramificado de frecuencia de palabras. A continuación, se muestran los gráficos comparativos de las respuestas iniciales y finales de cada pregunta.

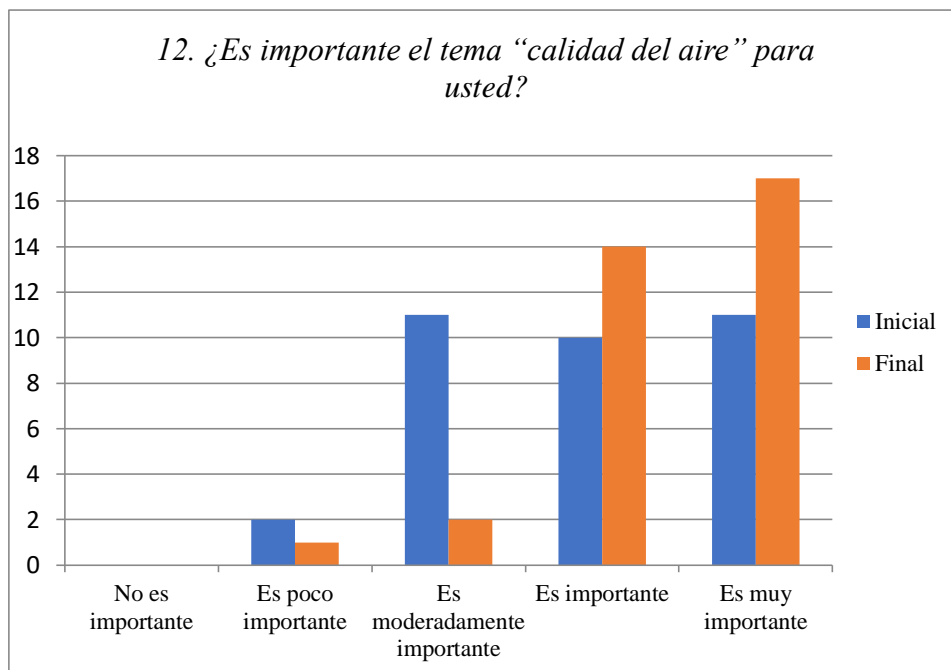


Ilustración 27 Gráfico comparativo de la pregunta 12, cuestionario inicial vs cuestionario final

La pregunta 12 revela el nivel de importancia que representa el tema de calidad del aire para los estudiantes, en un inicio únicamente 11 estudiantes lo consideraban muy importante, al final del ambiente 17 estudiantes respondieron esto. En la columna de moderadamente importante 11 estudiantes la escogieron en el cuestionario inicial, mientras que en el final solamente 2 estudiantes.

Al terminar la aplicación del ambiente de aprendizaje se observa cómo el tema de calidad del aire ha adquirido mayor relevancia para los estudiantes en contraste con el cuestionario inicial, esto revela que los estudiantes lograron relacionar el tema de calidad del aire con su realidad y por ende adquirió mayor importancia para ellos.

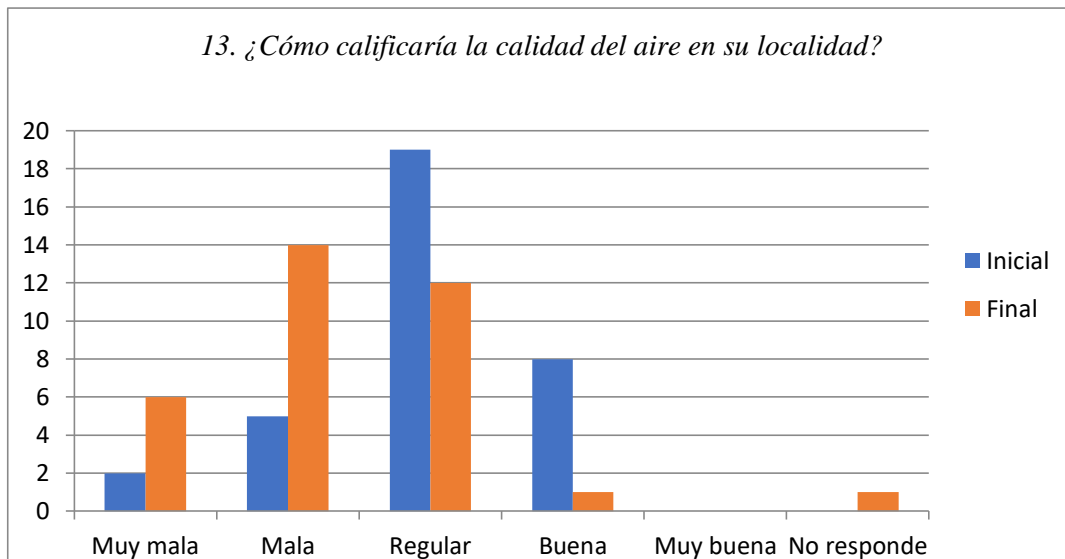


Ilustración 28 Gráfico comparativo de la pregunta 13, cuestionario inicial vs cuestionario final

La pregunta 13 revela la concepción de los estudiantes de la calidad del aire de su localidad antes y después de realizar el ambiente de aprendizaje. En el inicio la mayoría de los estudiantes consideraban que era regular, con 19 respuestas y buena tuvo 8, al final la opción más alta fue mala con 14 estudiantes, seguido de regular con 12 respuestas.

Estos resultados revelan cómo para los estudiantes es difícil identificar los problemas de su entorno, luego de aplicar el ambiente de aprendizaje, los estudiantes pudieron clasificar la calidad del aire de la localidad de Bosa como mala o muy mala, a raíz de la lectura de las noticias y del trabajo realizado por ellos a lo largo de las diferentes sesiones.

14 ¿cree usted que la calidad del aire tiene que ver con la salud de las personas?

15 ¿conoce usted alguna persona que haya sufrido o sufra alguna enfermedad relacionada con la calidad del aire de su ciudad?

frecuencia salud inicial

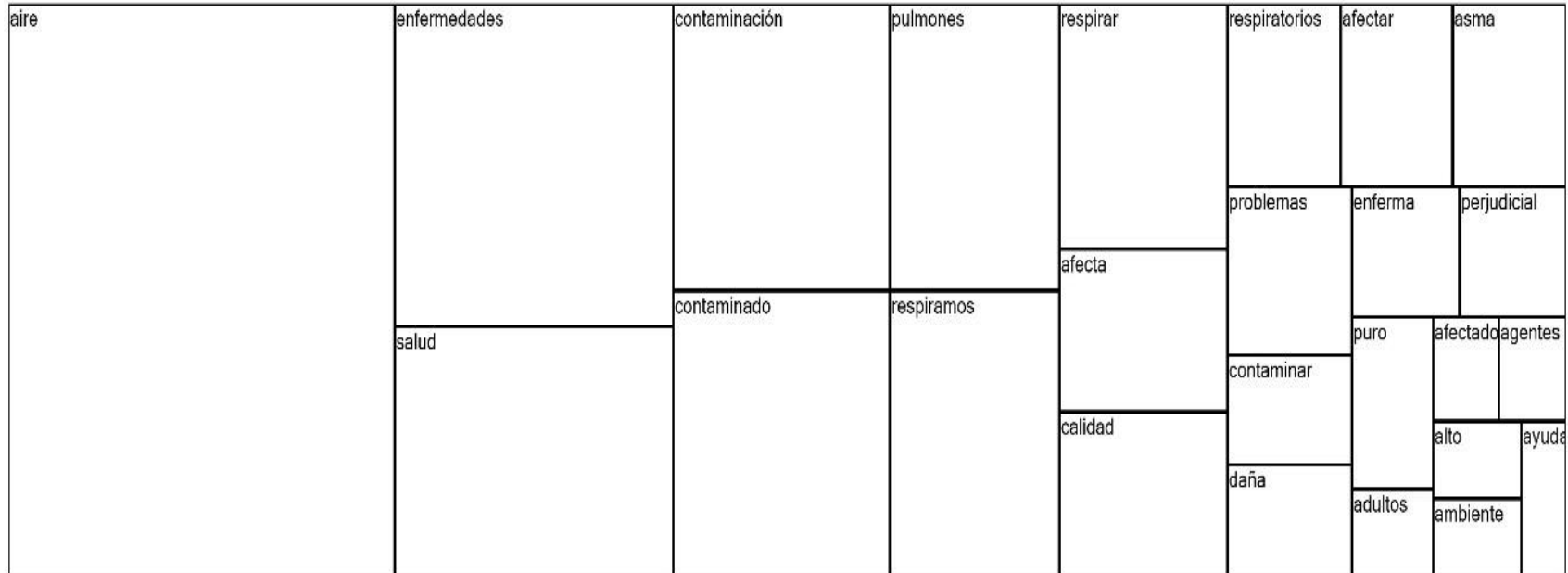


Ilustración 29 Mapa ramificado de frecuencia de palabras para las preguntas 14 y 15 del cuestionario inicial

En el cuestionario inicial los estudiantes reconocen que hay una relación entre las enfermedades respiratorias y la contaminación del aire, consideraron que los afectados por esta problemática son los adultos mayores pero la única enfermedad asociada que mencionaron fue el asma.

Frecuencia salud final

aire	enfermedades	mala	salud	afecta	contaminación	organismo	pulmones	respiración	
			afectadas	respiramos	contaminado	virus	cabeza	cáncer	contaminan
			calidad	problemas	daños	adultos	dependiend	dolor	enfermas
	calidad	problemas	respiratorios	respiratorias	niños	asma	diversas	entre	estamos

Ilustración 30 Mapa ramificado de frecuencia de palabras para las preguntas 14 y 15 del cuestionario final

Para el cuestionario final, los estudiantes claramente relacionan la calidad del aire con la salud de las personas, si la calidad del aire es mala afecta la salud de diferentes maneras, no solo produciendo o agravando enfermedades respiratorias, sino que, reconocen que puede afectar de diversas formas, por ejemplo, generando dolores de cabeza, además mencionan específicamente el cáncer de pulmones. Por otra parte, los estudiantes reconocen que las personas más propensas a ser afectadas por la mala calidad del aire son los niños y los adultos mayores. También mencionan como la mala calidad del aire ocasiona que seamos más propensos a ser afectados por los virus presentes en el aire.

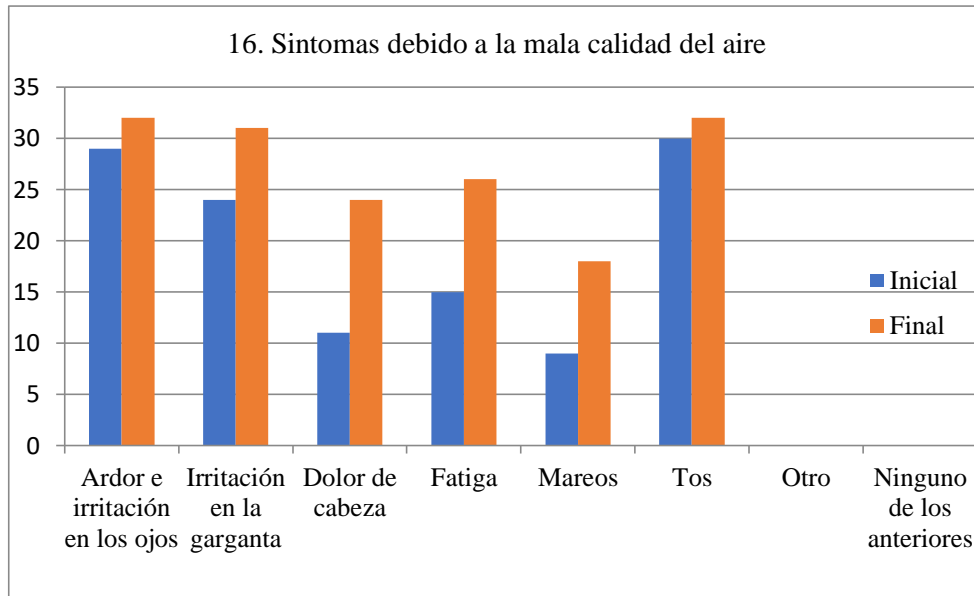


Ilustración 31 Gráfico comparativo de la pregunta 16, cuestionario inicial vs cuestionario final

La pregunta 16 del cuestionario final muestra que reconocen en mayor medida los síntomas de la mala calidad el aire en la salud humana que en el inicial, donde la mayoría solo asociaba la irritación en los ojos y de garganta y la tos. Al final identificaron otros síntomas como el dolor de cabeza, la fatiga y los mareos.

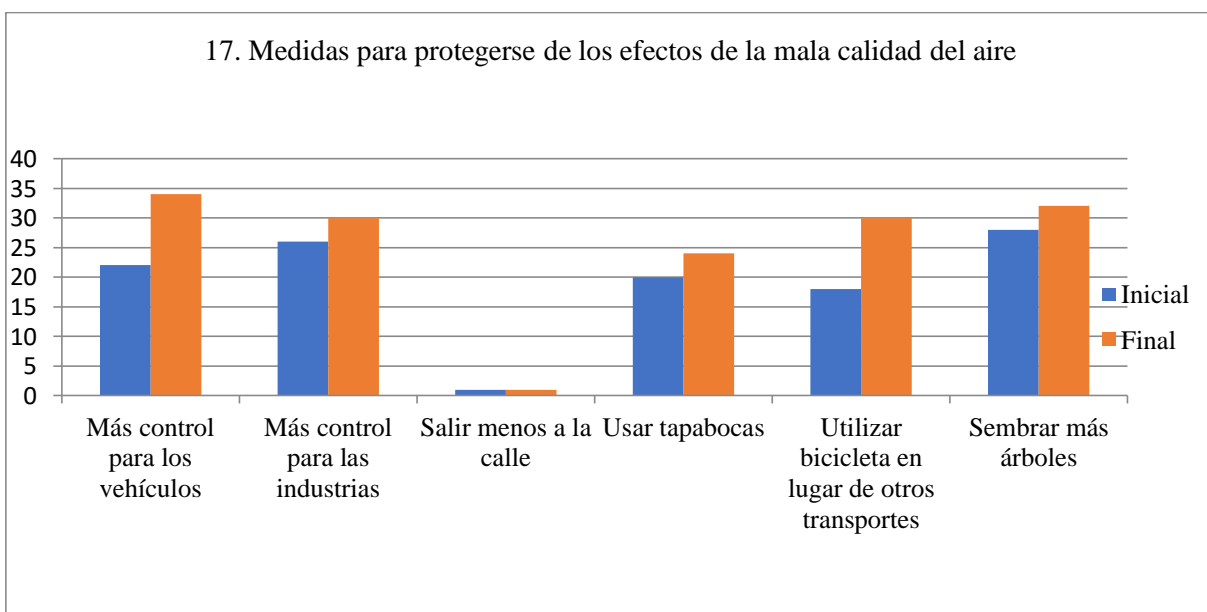


Ilustración 32 Gráfico comparativo de la pregunta 17, cuestionario inicial vs cuestionario final

6.2.1.5 Referencias de los trabajos, presentaciones y del grupo focal

Se obtuvieron 52 aportes sobre los factores que influyen en la calidad del aire y los procesos químicos involucrados, 28 de estas referencias hablan sobre la afectación negativa de la quema de combustibles fósiles en vehículos de transporte público o particulares, mientras que 8 relacionan las industrias, otras 10 de las 52 referencias tratan sobre la quema y tala de árboles o zonas verdes, 3 relacionan la mala calidad del aire con las basuras y otras 3 con factores como

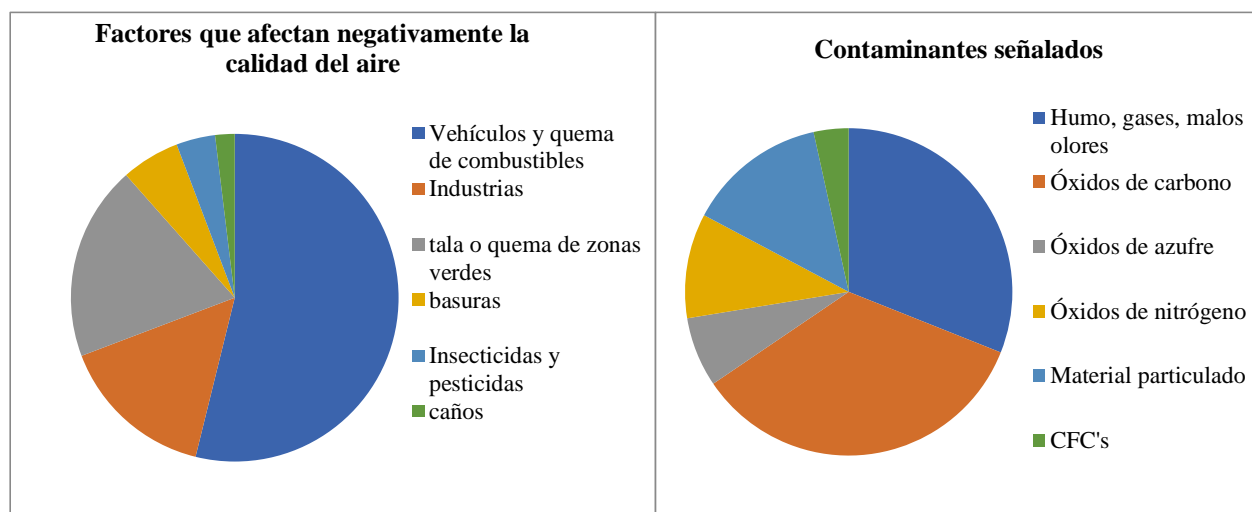


Ilustración 33 Factores negativos para la calidad del aire

insecticidas y caños.

Aunque los estudiantes conocen cuales son las actividades humanas que afectan la calidad del aire de manera negativa, solo la mitad de ellos intentan argumentar químicamente la razón de que estas actividades sean perjudiciales.

Dentro de la argumentación de los estudiantes se señala la producción de diferentes sustancias. Algunos señalaron el humo, gases nocivos o malos olores sin especificar los compuestos químicos involucrados, sin embargo, el resto de los estudiantes comunicaron los compuestos químicos presentes, entre ellos el dióxido de carbono, los CFC's, óxidos de azufre o nitrógeno y material particulado.

6.2.4. Complejización a partir de la relación entre las unidades de análisis

Contrastando estos resultados y los Estándares Básicos de Competencias planteados por el MEN (2006), en el que se mencionan competencias de diferentes niveles: competencias de conocimiento, de comprensión, de síntesis, de análisis, de aplicación y de evaluación, se esperaba que los estudiantes pasaran de recoger la información, confirmarla o verificarla, organizarla, relacionarla con sus conocimientos previos y la emplearan para justificar, emitir juicios o proponer. A partir de esto se establecieron tres grados de complejización² para en el grupo trabajado, apoyando esta información en los estándares.

- i. Se clasifica como un **grado de complejización bajo**, aquellos estudiantes que plantearon alternativas de solución a la problemática, pero que no se evidencia ningún tipo de argumentación de la misma o explicación desde el punto de vista cotidiano ni científico. Únicamente identifican y clasifican, pero no establecen relaciones entre las unidades de análisis como los factores que afectan la calidad del aire y los procesos químicos involucrados o la composición química del aire. Los estándares tenidos en cuenta para este grado son:
 - Busco información en las diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.
 - Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente
 - Clasifico materiales en sustancias puras y mezclas

- ii. Se consideró **grado de complejización medio** aquellas alternativas de solución planteadas en las que se evidencia que los estudiantes identifican, clasifican y realizan búsqueda de información y además argumentan y explican desde el conocimiento cotidiano, sin embargo, no desde el conocimiento científico, además no establecen relaciones claras entre las unidades de análisis. Los estándares tenidos en cuenta para este grado son:
 - Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas

² Debido que no está establecida la estandarización de los grados de complejidad, se hace una comparación del aumento de la complejidad con relación a los estándares básicos de competencias.

- Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano.

iii. El **grado de complejización alto** se consideró a aquellas alternativas de solución planteadas que además de identificar, clasificar y buscar información, argumentan desde el conocimiento científico y establecen relaciones claras entre las unidades de análisis antes mencionadas. Los estándares tenidos en cuenta para este grado son:

- Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados
- Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las teorías científicas.
- Relaciono mis conclusiones con las de otros autores y formulo nuevas preguntas.
- Explico cambios químicos en el ambiente.
- Explico los cambios químicos desde diferentes modelos.
- Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.

Se obtuvieron 54 referencias de alternativas de solución a la problemática planteada por los estudiantes, esto debido a que cada grupo de trabajo propuso varias. A continuación, se describen cada una de las referencias obtenidas y se observan de manera general en la ilustración 34.

En cuanto a los factores que afectan la calidad del aire de manera positiva, los estudiantes plantearon acciones humanas enfocadas a este objetivo, en este análisis se muestra las alternativas de solución que los estudiantes propusieron. 11 planteamientos consistieron en sembrar, cuidar o ampliar las zonas verdes de la ciudad, 3 de los 11 mencionaron que esta alternativa es viable debido a que los organismos vegetales pueden absorber el CO₂ y transformarlo en oxígeno. 4 resultados explicaron que los arboles purifican el aire y los otros 4 no argumentaron.

4 planteamientos se basaron en utilizar el convertidor catalítico, ya que este contiene algunos metales que son capaces de reaccionar químicamente con los contaminantes y reducir la cantidad de emisiones nocivas. Se presentaron 8 propuestas basadas en el uso de la bicicleta, 5 respuestas se fundamentaron en que es un vehículo que no contamina y 3 respuestas no argumentaron.

7 grupos propusieron el uso de energías alternativas como la eléctrica, en lugar de la quema de combustibles fósiles, en un planteamiento explicaron que la quema de hidrocarburos produce dióxido de carbono y material particulado que es perjudicial para la salud, otros 5 argumentaron que quemar este tipo de sustancias produce humo o contaminación, mientras que 2 no dieron explicación

En 7 ocasiones se mencionó la idea de restringir el tránsito de vehículos con medidas como el pico y placa o el día sin carro inclusive para el transporte público, en una de las propuestas expresaron datos de la disminución del material particulado presente en el aire cuando se toman estas medidas, 3 argumentaron que los vehículos son los que más contaminan porque producen mucho humo, y 3 no explicaron.

3 grupos plantearon que debe haber un manejo adecuado de las basuras, sin embargo, no hicieron ninguna propuesta, aunque su fundamento fue la producción de malos olores. Se presentaron 5 ideas sobre controlar las fuentes de emisión tanto fijas como móviles, aunque tampoco hicieron una propuesta concreta. 2 grupos plantearon instalar purificadores de aire en la ciudad, aunque no dieron explicación al funcionamiento de dicho artefacto. 3 personas propusieron dar charlas de eco-conducción a los conductores para darles recomendaciones de manejo con el fin de evitar la emisión excesiva de contaminantes.

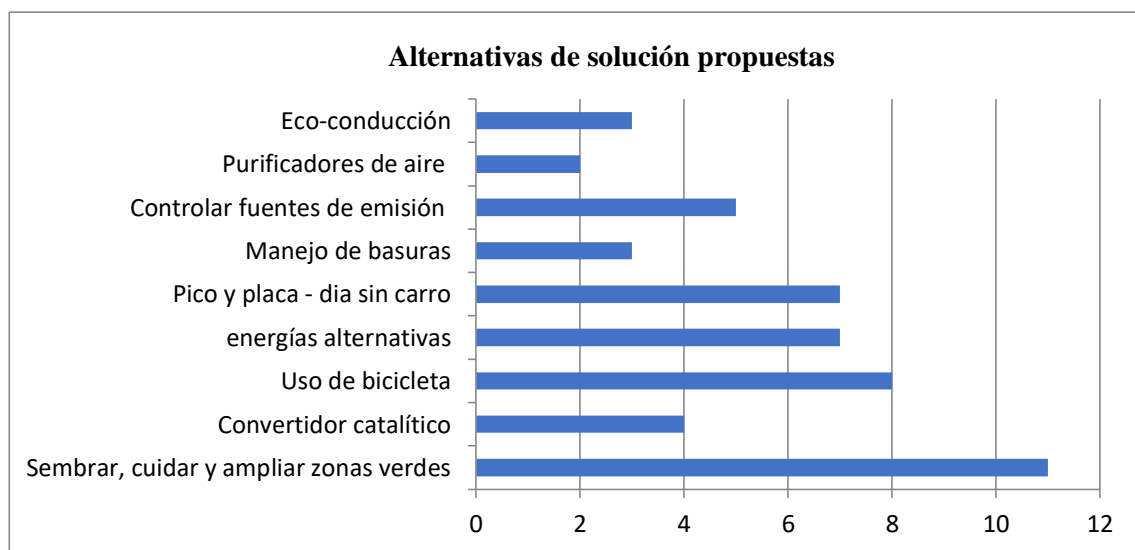


Ilustración 34 alternativas de solución a la mala calidad del aire, planteadas por los estudiantes

9 de las 54 referencias se consideraron en un grado de complejización alto. En estos planteamientos los estudiantes propusieron su alternativa de solución y lograron dar explicación desde el punto de vista científico estableciendo relaciones entre las unidades de análisis.

Dentro de estas respuestas se encuentra la propuesta del convertidor catalítico, el cual es un aparato capaz de reducir la presencia de contaminantes hasta en un 80% debido a una serie de reacciones químicas que ocurren en su interior, reduciendo los óxidos de nitrógeno los cuales son perjudiciales para la salud humana. Otra propuesta fue realizar siembra de plantas en lugares donde haya alto nivel de emisiones, debido a que son capaces de absorber dióxido de carbono y producir oxígeno, esto ayudaría a eliminar problemas pulmonares y otros síntomas de afectación en la salud de las personas.

En un tercer lugar se mencionaron el uso de energías alternativas a la quema de combustibles fósiles, tanto para fábricas como para vehículos, la electricidad en este último caso, ya que la quema de estas sustancias produce gases y material particulado que afecta la salud de las personas produciendo enfermedades como es el cáncer de pulmón.

La cuarta propuesta fue aumentar la medida de pico y placa y extenderla a los vehículos a los cuales no se aplica en la actualidad, esto debido a que esta medida disminuye en un 8% el material particulado presente en el aire el cual es considerado un contaminante muy peligroso para la salud respiratoria de las personas ya que es un causante del cáncer de pulmón.

Este tipo de respuestas muestra la relación entre los factores que afectan la calidad del aire con los procesos químicos involucrados y la relación de la calidad del aire con la salud humana, además de tener un fundamento científico para dar explicación a su propuesta, por lo cual se considera un grado de complejización alto.

Algunas de las alternativas que se consideraron en grado medio son:

- Sembrar plantas en diferentes zonas de la ciudad ya que las plantas sirven para purificar el aire.
- El uso de bicicletas ya que es un vehículo que no contamina.

-El uso de energías alternativas a los combustibles fósiles porque quemar este tipo de sustancias produce humo

-Aplicar el pico y placa y el día sin carro porque los vehículos producen humo y contaminación.

- Manejar adecuadamente las basuras porque producen malos olores

- Charlas de eco-conducción para que los vehículos produzcan menos contaminación.

Se analizaron 27 propuestas incluidas estas, y observamos como los estudiantes argumentan desde un nivel de conocimiento común o cotidiano y no dan razón de los fenómenos desde una perspectiva científica, tampoco establecen relaciones entre las unidades de análisis mencionadas anteriormente, por lo cual el nivel de complejización se considera medio.

18 de las alternativas de solución se consideraron en un nivel de complejización bajo. Dentro de esta clasificación están las siguientes alternativas.

- Plantar árboles.
- Usar bicicleta.
- Usar vehículos eléctricos.
- Impedir el tránsito de vehículos.
- Controlar la producción de contaminación.
- Instalar purificadores de aire

En estas alternativas se evidencia que los estudiantes plantearon sus propuestas, pero no dieron explicación desde el punto de vista científico ni cotidiano a las mismas, tampoco establecieron relaciones entre las unidades de análisis mencionadas anteriormente.

7. CONCLUSIONES

Un ambiente de aprendizaje mediado por la tecnología despierta en los estudiantes gran interés hacia el mismo y permite que el estudiante tenga control sobre sus ritmos de aprendizaje, ya que el aula de clase es un sistema dinámico y no lineal, cada estudiante aprende de maneras diferentes a ritmos diferentes. Es deber del docente hacer uso de las herramientas y recursos como las aulas virtuales en la plataforma Moodle que puedan propender por el aprendizaje autónomo y autorregulado

Abordar la clase de ciencias partiendo desde un problema contextualizado y formulado por los estudiantes permite que se sientan identificados, despertando en ellos un sentido de responsabilidad hacia el mundo que los rodea, además de generar interés por aprender a fin de dar solución a las problemáticas. Este tipo de estrategias de enseñanza deben priorizarse sobre los currículos basados en contenidos, los cuales muchas veces están desconectados de las realidades de los estudiantes.

La estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas permite dar grados de libertad a los estudiantes en el desarrollo de sus actividades, lo cual fomenta la reflexión en torno a su proceso de aprendizaje de manera que ellos sean más conscientes del mismo, permite ampliar las posibilidades del conocimiento transversal, haciendo a un lado los límites interpuestos por los currículos basados en contenidos que son fundamentales en la educación tradicional.

El trabajo desarrollado desde una problemática permite abordar y relacionar varios conceptos en un contexto para otorgarles utilidad. Esto quedó evidenciado en las socializaciones de los estudiantes porque, aunque el trabajo no se desarrolló en torno a un contenido, los estudiantes fueron capaces de dar explicación desde el punto de vista químico a los fenómenos relacionados con el problema planteado, ejemplo de esto fue la explicación que dieron sobre la combustión, la fotosíntesis, la composición del aire y la conversión catalítica.

El trabajo autónomo juega un papel importante en el desarrollo del Ambiente de Aprendizaje a través de la búsqueda de información de cada estudiante, al igual que el trabajo cooperativo en la realización de las tareas, trabajo y presentación, estas actividades les permiten la construcción del conocimiento significativo para su contexto, todo esto mediado por la plataforma Moodle.

Estas propuestas de complejización de la comprensión de conceptos se podrían aplicar en las instituciones como un modelo transversal, alternativo al currículo tradicional, fortaleciendo el conocimiento desde diferentes áreas y dedicando el tiempo, el apoyo y la guía necesarias para contextualizar las temáticas evitando la linealidad y respetando los ritmos de aprendizaje.

Las ciencias de la complejidad aplicadas a los entornos educativos facilitan la comunicación entre las diferentes disciplinas específicas del conocimiento, favoreciendo en los estudiantes la formación del pensamiento complejo, dejando de lado el pensamiento compartimentado y logrando en ellos una interpretación del mundo real mucho más objetiva y completa.

El aula es un sistema abierto, constantemente se ve desequilibrado por la presencia, participación, sentimientos, vivencias y pensamientos de docentes, estudiantes y la comunidad educativa e incluso los recursos educativos y el contexto de la institución. Esta crea sus propias dinámicas como un sistema vivo con fluctuaciones constantes donde ocurren fenómenos imposibles de predecir. Son precisamente estas dinámicas las que permiten complejizar el conocimiento.

REFERENCIAS

- Andrade, E. (2003). *Los Demonios de Darwin*. Semiótica y Termodinámica de la Evolución Biológica. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 13. 2ª Edición.
- Arciniegas, CA. (2001) *Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable pm10*. cearsu@yahoo.es Manizales, (Rev. 2011-11-30) scielo
- Arredondo, J. A. (2015). *Una muy breve introducción a los sistemas dinámicos continuos*.
Obtenido de
http://semillas.konradlorenz.edu.co/contents/2015_10_22_introduccion_sistemas_dinamicos_continuos.pdf
- Asensi Artiga, V., & Parra Pujante, A. (2002). *El método científico y la nueva filosofía de la ciencia*. Canales de documentación (5), 9-19.
- Atuino, J. C., Romanelli, G., & Ruiz, D. M. (2013). *Introducción a la química orgánica*. La Plata: Editorial de la universidad de la plata.
- Avello, López and Álvarez. (2013) *La alfabetización digital: Un reto para las escuelas*. Cuba.
- Balbas, María. (2004). Programa de educación ambiental “el aire que te envuelve”. Libro: Teoría y práctica de la educación ambiental. Grupo Editorial Universitario. España. 199-204
- Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Bauman, Z. (2013). *Sobre la educación en un mundo líquido*. Espasa libros. Barcelona, España.

Cárdenas JE. La calidad del aire en Colombia: un problema de salud pública, un problema de todos. *Revista Biosalud* 2017; 16(2): 5-6 DOI: 10.17151/biosa.2017.16.2.1 Scielo

Carranza, M. (2017). *Enseñanza y aprendizaje significativo en una modalidad mixta: percepciones de docentes y estudiantes*. *Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo* <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v8n15/2007-7467-ride-8-15-00898.pdf>

Castro, Guzmán & Casado (2007) *Las TIC en los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela

Castro, M., & Morales, M. E. (2015). *Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y las niñas escolares*. *Revista Electrónica Educare*, 19(3), 1-32.

Chang R. (2002). *Química* (pp. 289-296). México, D.F. Mc Graw Hill Editores.

Correa, F. J. (2008). *Ambientes de aprendizaje en el siglo XXI*. *E-mail educativo*, 1(1).

Davis, B., & Sumara, D. (2006). *Complexity and education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

De Azcárraga, J. (2003). *Ciencia y Filosofía*. Departamento. de Física Teórica e IFIC. Universidad de Valencia. *Revista Metode*, 40-46.

Delgado, V. Ávila, J. Olivares, S. (2016) *Aprendizaje Basado en Problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria* *Revista mexicana de investigación educativa* .21 (69)

- Diegoli, S. (2004). *Comportamiento de los grupos pequeños de trabajo bajo la perspectiva de la complejidad*. Tesis de doctorado, Facultad de Psicología. Universitat de Barcelona, Barcelona, España.
- Dimaté, C. (2007). *La educación como objeto de interés para las ciencias de la complejidad*. *Folios* (26), 83-91.
- Duarte, J. (2003). *Ambientes de aprendizaje. Una aproximación conceptual*. *Estudios Pedagógicos* (29), 97-113.
- Duch, B., Groh, S., & Allen, D. (2006). *El poder del aprendizaje basado en problemas*. Lima: PUPC Fondo Editorial.
- Esteve, F y Gisbert, M (2013) competencia digital en la educación superior: instrumentos de evaluación y nuevos entornos. *Enlace Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*. 10 (3), 29-43.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias educativas. *Siglo XXI*(24), 35-56.
- García, J.E. (2002). Los problemas de la Educación Ambiental: ¿es posible una Educación Ambiental integradora? *Revista Investigación en la Escuela*, 46, 5-25
- Gea, J., & García, M. (1981). *Estructuras Disipativas: Potenciales y catástrofes - 2*. *El Basilisco*(12), 14-18.
- Gil, R. (2018). El uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. *Revista Mexicana de Investigación educativa*, 23(76), 77-93.

Glasser, R. (1991). The maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice. *learning and instruction*, 1, 129-144.

Gorbaneff, Y. (2006). Aprendizaje basado en problemas. *Innovar*, 16 (28).

Guevara, G. (2010). Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica para la enseñanza del tema de la recursividad. Universidad de Costa Rica. *Revisa de las sedes regionales*, 11 (20), 142-167.

Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2014) *Metodología de la investigación*. (6ª. Ed) Mexico D.F. McGraw Hill.

Herrera, D (2010) *Husserl y el mundo de la vida*. Universidad de san buenaventura. Facultad de filosofía y teología. Bogotá.

Hizmeri, F. (2010). *Paradigma de la complejidad, educación, curriculum y praxis docente*. Tesis de magíster en educación. Universidad del Bío-Bío. Facultad de educación y humanidades. Departamento de educación. Región del Bío Bío Chile.

Husserl, E. (1999). *Investigaciones lógicas I*. Madrid: Alianza

Jiménez, G. (2008). *Optimización metodológica de entornos telemáticos cooperativos como recursos didácticos de la Química*. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Universitat de Barcelona, Barcelona, España.

Jiménez, R. (2016). *La evaluación en la educación para la sostenibilidad desde el paradigma de la complejidad*. Tesis doctoral. Facultad de ciencias de la educación. Universidad de Cádiz. Cádiz, España

- Katz M. (2011). materiales y materias primas, guía didáctica Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. República Argentina.
- Kuhn, T.S. (1992). La estructura de las revoluciones científicas. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- Llabata, P. (2016). *Un enfoque de complejidad del aprendizaje. La metodología cooperativa en el ámbito universitario*. Tesis doctoral, programa de doctorado en educación. Universitat de les Illes Balears. Mallorca, España
- López, M. (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP"*. Facultad de educación. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Maldonado, C (2011) *Termodinámica y complejidad*. Ediciones desde abajo. Coleccion ciencia y sociedad. Bogotá, D.C. Colombia
- Maldonado, C. (2003) *Marco teórico del trabajo en Ciencias de la Complejidad y siete tesis sobre la Complejidad*. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, Redalib.org. Universidad El Bosque Colombia.
- Maldonado, C. (2014). *¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad? Intersticios sociales (7)*, 1-23.
- Maldonado, C. (2017). Educación compleja: Indisciplinar la sociedad. *En Revista Educación y Humanismo*, 19(33), 234-252. <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.19.33.2642>
- Maldonado, C. [Laboratorio Nacional de Ciencias de la Complejidad]. (2016, Mayo 16). Dr. Carlos Maldonado, *complejidad y humanidades* - LNCC [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=fQzXjFsKZqQ>.

Maldonado, C. [Universidad Pedagógica Nacional]. (2012, Octubre 29). *El aula, un escenario real de la no linealidad* [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=w1tPdk3g49g&t=4380s>.

Maldonado, C. [Universidad Pedagógica Nacional]. (2013, Septiembre 20). *La educación como una práctica social del no equilibrio* [archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=8HWbwKAM8DM>.

Ministerio de ambiente, 2008. Vivienda y desarrollo territorial. Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire

Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Revolución educativa Colombia aprende. Colombia.

Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria.*, 13(1), 145-157

Pérez, González y Nuño (2006) *La obra de Stuart Kauffman. El problema del orden complejo y sus implicaciones filosóficas*. In Implicaciones Filosóficas, epistemológicas y metodológicas de la teoría de la complejidad, 09-12 Ene 2006, La Habana, Cuba. (En prensa)

Posada, R. (2002). *Diseño y valoración de una propuesta para mejorar la calidad de la educación básica y media en la región caribe colombiana*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España

Reverte, J. (2014). *Diseño, implementación y validación de un ambiente enriquecido con TIC para el aprendizaje del álgebra en 3º de ESO*. Departamento de Pedagogía aplicada y Psicología de la Educación, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, Mallorca, España.

Rodríguez, A. (2013). *¿Cómo crear un ambiente de aprendizaje?* Maestría en Informática Educativa. Universidad de la Sabana. Bogotá, Colombia.

Rueda, R. (2003). *Para una pedagogía del hipertexto: Una teoría entre la deconstrucción y la complejidad*. Tesis de doctorado. Departament de Pedagogia i Didactiques Especificques. Universitat de les Illes Balears. Mallorca, España

Secretaria distrital de ambiente. Sitio web. Mapa de calidad del aire en Bogotá.

<http://iboca.ambientebogota.gov.co>

Toro, G. (2016). *Enseñanza en la educación superior: Una aproximación a la evolución de la innovación en la enseñanza de las disciplinas científicas, con énfasis en el uso de TIC en ambientes de aprendizaje*. Tesis doctoral, departamento de la didáctica de la matemática y de les ciences Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

UNESCO. (2008). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica Una perspectiva desde niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Pontificia Universidad Javeriana – Cali

Wade L.G. (2012) *Química Orgánica*. Pearson Educación de México, S.A. 5 edición. México.

Zuleta E. 1995. *Educación y democracia: un campo de combate*. Fundación Estanislao Zuleta. Cali. Colombia.

ANEXOS

Anexo 1, cuestionario inicial y final

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA

El presente cuestionario forma parte de una investigación que tiene por objeto identificar conceptos previos de los estudiantes de grado once del Colegio Porfirio Barba Jacob IED de la jornada tarde, frente al tema “calidad del aire” como base para diseñar un ambiente de aprendizaje.

A continuación, encontrará una serie de preguntas relacionadas con la calidad del aire, por favor lea atentamente y responda de manera honesta.

1. El aire se puede clasificar como
Un elemento Una mezcla
Un compuesto Un estado de la materia
2. Seleccione de la siguiente lista los elementos y compuestos que están presentes en el aire que respiramos
Nitrógeno neón xenón
oxígeno helio metano
dióxido de carbono hidrógeno óxido nitroso
argón vapor de agua ozono
3. ¿Cuál es el gas más abundante en el aire del planeta tierra?
oxígeno Nitrógeno
Dióxido de carbono Óxido de azufre
4. Mencione alguna(s) sustancia(s) que estén presentes en el aire que no se encuentren en estado gaseoso
5. Cuando escucha la expresión “calidad del aire”, usted la relaciona con
Aire sin contaminar Todas las anteriores
Aire apto para respirar Ninguna de las anteriores
Aire Puro
6. Se puede afirmar que la calidad del aire es mala cuando
El aire no es respirable Hay presencia de humo
hay presencia de malos olores Afecta la salud de las personas
7. ¿Cuál o cuáles considera usted que son las principales fuentes de contaminación del aire en Bogotá?
Vehículos de carga (Tractomulas, Camiones) Industrias
Vehículos de transporte público Quema de basuras
Automóviles Botaderos de basuras
Motocicletas
8. Marque con una X si reconoce alguno de los siguientes contaminantes
COV (Compuestos orgánicos volátiles) CO2 (Dióxido de carbono)
CO (Monóxido de carbono) PM 10-2,5 (Material articulado)

NO2 (Dióxido de Nitrógeno)
SO2 (Dióxido de azufre)

Otro: _____

9. Si seleccionó alguno de los anteriores, explique brevemente cómo se produce, si no lo sabe, deje el espacio en blanco.

10. Proponga alguna medida que el gobierno debería tomar para preservar el cuidado de la calidad del aire.

11. ¿Realiza usted acciones que cuiden la calidad del aire en su contexto?
Si, ¿Cuáles? No

12. ¿Es importante el tema “calidad del aire” para usted?
No es importante Es importante
Es poco importante Es muy importante
Es moderadamente importante

13. ¿Cómo calificaría la calidad del aire en su localidad?
Muy mala Buena
Mala Muy buena
Regular

14. ¿Cree usted que la calidad del aire tiene que ver con la salud de las personas?
Si, ¿Por qué?
No, ¿Por qué?

15. ¿Conoce usted alguna persona que haya sufrido o sufra alguna enfermedad relacionada con la calidad del aire de su ciudad?
si ---- Explique brevemente
No

16. Marque con una X si considera que algunos de los siguientes síntomas pueden aparecer en una persona debido a la mala calidad del aire

Ardor e irritación en los ojos	Mareos
Irritación en la garganta	Tos
Dolor de cabeza	Otro:
Fatiga	Ninguno de los anteriores

17. Seleccione la medida que le parece más efectiva para protegerse de los efectos adversos debidos a la mala calidad del aire

- Más control para los vehículos
- Más control para las industrias
- Salir menos a la calle
- Usar tapabocas
- Utilizar bicicleta en lugar de transporte público, automóvil o motocicleta
- Sembrar más árboles.

Anexo 2, formato de evaluación del cuestionario

FORMATO DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN AMBIENTE DE APRENDIZAJE DESDE EL (ABP) PARA COMPLEJIZAR LA COMPENSIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE COMO FACTOR VITAL”

El presente instrumento corresponde a un cuestionario que forma parte de la investigación que tiene por objeto indagar conceptos previos de los estudiantes de grado once del Colegio Porfirio Barba Jacob IED de la jornada tarde, frente al tema “calidad del aire” como base para diseñar un ambiente de aprendizaje que abarque 5 categorías.

A través de la siguiente tabla se describe la relación que guarda cada pregunta del instrumento, con la categoría que se quiere analizar.

OBJETIVO DEL PROCESO INVESTIGATIVO	UNIDAD DE ANÁLISIS	ÍTEM - INSTRUMENTO ENTREVISTA A PROFUNDIDAD
Diseñar e implementar un ambiente de aprendizaje desde el (ABP) para complejizar la comprensión de la calidad del aire como factor vital.	Composición química del aire	1. El aire se puede clasificar como: 2. Seleccione de la siguiente lista los elementos y compuestos que están presentes en el aire que respiramos 3. ¿Cuál es el gas más abundante en el aire del planeta tierra? 4. Mencione alguna(s) sustancia(s) que estén presentes en el aire que no se encuentren en estado gaseoso.
	Factores que comprometen la calidad del aire y procesos químicos involucrados.	5. Cuando escucha la expresión “calidad del aire”, usted la relaciona con 6. Se puede afirmar que la calidad del aire es mala cuando 7. ¿Cuál o cuáles considera usted que son las principales fuentes de contaminación del aire en Bogotá? 8. Marque con una X si reconoce alguno de los siguientes contaminantes 9. Si seleccionó alguno de los anteriores, explique brevemente cómo se produce, si no lo sabe, deje el espacio en blanco. 10. Proponga alguna medida que el gobierno debería tomar para preservar el cuidado de la calidad del aire. 11. ¿Realiza usted acciones que cuiden la calidad del aire en su contexto?

	<p>Importancia del estado actual de la calidad del aire y su relación con la salud.</p>	<p>12. ¿Es importante el tema “calidad del aire” para usted?</p> <p>13. ¿Cómo calificaría la calidad del aire en su localidad?</p> <p>14. ¿cree usted que la calidad del aire tiene que ver con la salud de las personas?</p> <p>15. ¿conoce usted alguna persona que haya sufrido o sufra alguna enfermedad relacionada con la calidad del aire de su ciudad?</p> <p>16. Marque con una x si considera que algunos de los siguientes síntomas pueden aparecer en una persona debido a la mala calidad del aire</p> <p>17. Seleccione la medida que le parece más efectiva para protegerse de los efectos adversos debidos a la mala calidad del aire</p>
--	---	---

Criterios de evaluación

La evaluación del presente instrumento tendrá en cuenta los siguientes criterios:

Debido a las preocupaciones establecidas por la investigación de corte cuantitativo frente a la validez, confiabilidad y objetividad para validar el grado calidad de la investigación en curso, el presente instrumento diseñado a partir de un enfoque *cualitativo* donde se maneja el concepto “*confiabilidad cualitativa*” que en términos de Hernández S., se conoce como “*Rigor*” y es valorado a través de la “*Dependencia*” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Para tal efecto la siguiente tabla permite valorar su apreciación frente a los siguientes tópicos

- **PERTINENCIA:** Las preguntas permiten recoger información de las concepciones y posturas de los estudiantes en relación con la investigación.
- **RELEVANCIA:** El ítem es esencial o importante para caracterizar los productos de investigación y la forma como se relacionan los individuos
- **CLARIDAD:** Las preguntas elaborada son claras, no manejan lenguaje distanciado de la población a la que se aplicará
- **COHERENCIA:** Las preguntas recogen detalles específicos que permiten relacionar el objeto de investigación

La evaluación se realizará mediante una escala de 1 a 5 donde 1 corresponde a No aporta, 2 aporta con limitaciones, 3 aporta con limitaciones, 4 aporta con profundidad moderada y 5 aporta en su totalidad

CATEGORÍA	TÓPICOS																			
	Pertinencia					Relevancia					Claridad					Coherencia				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<p>Composición química del aire</p> <p>Módulo de preguntas diseñado para observar si los estudiantes conocen los elementos y compuestos químicos presentes en el aire, así como el estado de los mismos. Preguntas 1 a 4.</p>																				
<p>Factores que comprometen la calidad del aire y procesos químicos involucrados</p> <p>Módulo de preguntas diseñado para observar si los estudiantes conocen las fuentes de contaminación del aire, los contaminantes y su proceso de producción. Preguntas 5 a 11.</p>																				
<p>Importancia del estado actual de la calidad del aire y su relación con la salud..</p> <p>Módulo de preguntas diseñado para observar si el tema de la calidad del aire es relevante para los estudiantes, y a su vez si establecen relación entre la calidad del aire y algunas implicaciones de esta en la salud de las personas. Preguntas 12 a 17.</p>																				

Apreciación cualitativa del instrumento

Observaciones

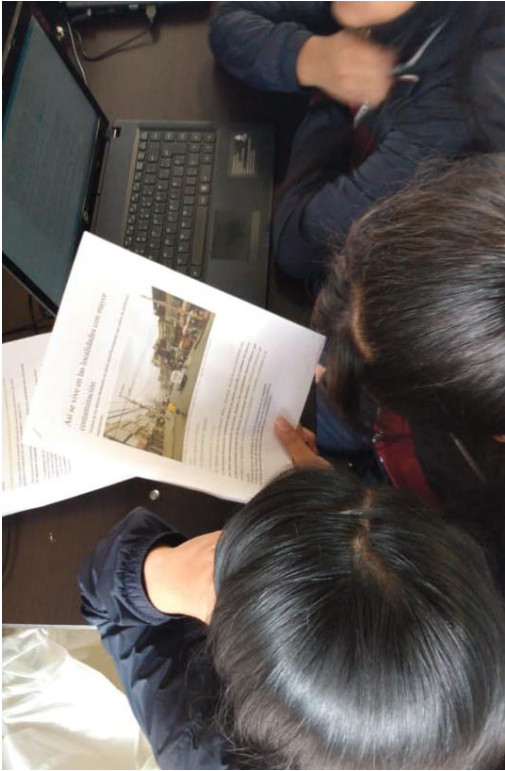
Proceso de evaluación concluido el día _____ del mes _____ del año _____

Nombre completo del par académico:

Máxima formación de postgrado:

Cargo que desempeña:

Anexo 3, fotografías del trabajo presencial de los estudiantes



Anexo 4, preguntas del grupo focal.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA

Se reúne el grupo focal formado por algunos estudiantes seleccionados de grado once del Colegio Porfirio Barba Jacob IED de la jornada tarde, para discutir algunas preguntas sobre el trabajo realizado en torno al tema de calidad del aire, esta actividad forma parte de una investigación que tiene por objeto conocer las percepciones de los estudiantes sobre el ambiente de aprendizaje en cuanto al uso de la plataforma Moodle y la estrategia ABP.

1. ¿Cómo fue su experiencia con el aula virtual en cuanto a la información que estaba allí presentada y el uso que ustedes le dieron?
2. ¿Cómo fue su experiencia trabajando en la plataforma virtual?
3. ¿Encontraron la información que necesitaban o tuvieron que buscar en otros lugares?
4. En la plataforma había tareas, videos, información en artículos, diferentes recursos y actividades en el aula virtual. ¿todo esto les ayudó a entender el tema de la calidad del aire?
5. ¿Cómo fue el proceso que siguieron para plantear el problema y la solución del problema?
6. ¿Quién construyó el problema o cómo fue el proceso de planteamiento?
7. ¿Quién planteó las alternativas de solución?
8. ¿Creen ustedes que la química juega un papel importante con la calidad del aire y la relación de este con la salud de las personas?
9. ¿De qué otra manera tiene que ver la química con el problema?
10. ¿Qué relación tiene la composición química del aire con su problema?
11. ¿En cuánto a procesos químicos involucrados?
12. ¿Alguno en sus grupos debatieron sobre las sustancias presentes en los combustibles?
13. En cuanto al tema de salud, ¿Hay algún proceso químico involucrado?
14. ¿Qué enfermedades consultaron que se podrían producir por mala calidad del aire?
15. Como estudiantes ¿esta problemática les afecta en algo?
16. ¿Ustedes creen que todo el proceso realizado les ayudo a comprender a fondo el tema de la calidad del aire y la salud?
17. ¿El tamaño del grupo influyó en el rendimiento del grupo para realizar las tareas?
18. En cuanto a su aprendizaje, ¿Creen ustedes que aprenden mejor implementando un proceso como este o en una clase tradicional?
19. ¿Es mejor empezar una clase a partir de un tema o a partir de un problema?

Anexo 5, consentimiento informado

Consentimiento informado para acudientes y estudiantes grado 11 Colegio Porfirio Barba Jacob IED

Apreciado acudiente y estudiante:

El Colegio Porfirio Barba Jacob IED está comprometido en continuar mejorando el aprendizaje de sus estudiantes, a través de procesos investigativos en las diferentes áreas. El profesor de Química Miguel Darío Nova del grado Once (11), junto con la profesora Angie Manrique, estudiantes de la Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional, quienes se encuentran adelantado su trabajo de grado de Magister, bajo la dirección del profesor Luis Alberto Castro Pineda, llevarán a cabo un proceso de investigación orientado al "Diseño e implementación de un ambiente de aprendizaje desde el (ABP) para complejizar la comprensión de la calidad del aire como factor vital", utilizando recursos didácticos como la plataforma Moodle (herramienta de gestión de aprendizaje virtual), talleres bajo el formato de ABP (aprendizaje basado en problemas), aplicaciones disponibles en internet, y de ser posible una salida de campo a una institución que trabaje en torno a la calidad del aire en nuestra ciudad.

Las temáticas programadas, están dentro del Plan de Estudios y se ajustarán al calendario académico. Por tratarse de un trabajo con fines exclusivamente investigativos, se realizará manejo de datos e imágenes de quienes participan, dicha información será de total confidencia y de uso exclusivo de los investigadores. Su nombre y datos personales no aparecerán en ningún documento de esta investigación. La información que usted brinde sólo será utilizada para los fines de la presente investigación y una vez concluida, será destruida.

Los resultados de este estudio serán presentados en eventos académicos y publicados en revistas científicas. Sin embargo, en ningún momento se darán a conocer su nombre ni datos personales.

En caso de tener inquietudes como sujeto participante en este estudio, sobre los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación, puede comunicarse con los investigadores Miguel Darío Nova al número 3183781740 y Angie Manrique Torres al número 3192047659.

He leído (me han leído con claridad) y comprendido toda la hoja de información y he obtenido respuestas por parte del investigador responsable a todas mis preguntas e inquietudes y he recibido suficiente información sobre el objetivo y propósito de la investigación.

Al firmar este documento, acepto el tratamiento de mis datos y la participación de manera voluntaria en el proceso de investigación.

Nombre del participante (estudiante): Carol Vanessa Leon Ramirez

Número de documento: 10 [redacted] e-mail: lone[redacted]@gmail.com

Fecha: 07-06-2019 Tel 3 [redacted]

Nombre del Acudiente: Alba Ramirez Mor

Número de documento: 3 [redacted]

Fecha: 07-06-2019 Tel 3 [redacted]