



La investigación escolar como trabajo práctico: una estrategia didáctica para utilizar el contexto como escenario para la solución de problemas

Eliana Marcela Rúa Gallego

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia
2018

La investigación escolar como trabajo práctico: una estrategia didáctica para utilizar el contexto como escenario para la solución de problemas

Eliana Marcela Rúa Gallego

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director

Daniel Barragán, Doctor en Ciencias-Química

Escuela de Química.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia
2018

Dedicatoria

A mi familia.

Agradecimientos

A la Institución Educativa San José Manyanet y a la rectora, Hermana Inmaculada Velazco Polonio, por permitir el desarrollo de este proyecto y confiar en sus alcances.

A la coordinadora académica María Tatiana Restrepo López y demás compañeros de trabajo, por facilitarme el espacio para la recolección de los datos.

A los estudiantes del grado undécimo de la misma institución por participar con entrega y compromiso en cada una de las actividades propuestas y por compartirme de forma sincera sus percepciones.

Al asesor Daniel Alberto Barragán Ramírez por creer en mi propuesta y compartir sus conocimientos desinteresadamente.

Resumen

En este trabajo de grado se analiza la pertinencia del aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica que contribuye al uso del contexto como escenario problematizador para el desarrollo de trabajos prácticos de tipo investigativo en ciencias. Los resultados obtenidos después del desarrollo de la propuesta sugieren que el ABP es una estrategia idónea para potenciar la investigación escolar a partir de situaciones propias del contexto. Así pues, la aplicación del proyecto posibilitó la construcción de conocimiento científico escolar mediante la discusión sobre los experimentos e incentivó la escritura, la organización y el análisis reflexivo de los datos. Uno de los componentes que mayor fuerza tuvo en los resultados fue el trabajo cooperativo a partir del cual los participantes argumentaron y validaron sus propuestas, facilitándose con ello, la construcción social del conocimiento.

Palabras claves: Aprendizaje basado en problemas, trabajo práctico, investigación escolar, contexto.

Abstract

In this thesis, the relevance of problem-based learning is analyzed as a didactic strategy that contributes to the use of context as a problematic scenario for the development of practical works of investigative type in sciences. The results obtained after the development of the proposal suggest that problem-based learning is an ideal strategy to strengthen school research based on context-specific situations. Thus, the application of the project enabled the construction of scholarly scientific knowledge through the discussion of experiments and incentivized writing, organization and reflective analysis of data. One of the components that had the greatest strength in the results was the cooperative work from which the participants argued and validated their proposals, facilitating the social construction of knowledge.

Keywords: Problem-based learning, practical work, school research, context.

Contenido

	Pág
<i>Resumen</i>	<i>IX</i>
<i>Lista de figuras</i>	<i>IX</i>
<i>Lista de tablas</i>	<i>X</i>
<i>Introducción</i>	<i>1</i>
1. Aspectos preliminares	3
1.1. Descripción del problema y formulación de la pregunta.	3
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo general.....	9
1.4.2. Objetivos específicos.....	9
2. Marco referencial	10
2.1. Referente teórico	10
2.2. Referente disciplinar	13
2.3. Referente legal o normativo	19
2.4. Referente espacial	21
3. Diseño metodológico	23
3.1. Enfoque	23
3.2. Método	24
• Diagnóstico	24
• Acción	25
• Evaluación.....	26
3.3. Instrumentos de recolección de información	27
3.4. Población y muestra.....	28
3.5. Delimitación y alcance.....	28
3.6. Tabla de actividades.....	29
3.7. Cronograma de actividades	31

4. Trabajo final	32
4.1. Resultados y análisis de la intervención	32
5. Conclusiones y recomendaciones	43
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones	45
Referencias.....	47
Anexos.....	53
A. Anexo: Diagnóstico concepciones sobre trabajo práctico	53
B. Anexo: Instrumento diagnóstico: concepciones sobre el trabajos prácticos	55
C. Anexo: Propuestas iniciales de los estudiantes	56
D. Anexo: Formato para presentación de la propuesta	57
E. Anexo: Formato de autoevaluación y coevaluación.....	58
F. Anexo: Tablas de datos recolectados por los estudiantes.	59
I. Tabla de datos G6	59
II. Tabla de datos G5	64
III. Tabla de datos G4	69
IV. Tabla de datos G3	73
V. Tabla de datos G2	80
VI. Tabla de datos G1	85

Lista de figuras

Figura 4-1 Resultados Instrumento concepciones sobre trabajo práctico.	33
Figura 4-2 Expresiones de los estudiantes para caracterizar la manera en que experimentan en ciencias.	34
Figura 4-3 Montajes realizados por los estudiantes para la medición de la calidad del aire	37
Figura 4-4 Expresiones de los estudiantes para caracterizar la manera en que experimentan en ciencias después del proyecto.....	39
Figura 4-5 Autoevaluación Promedio General.....	42
Figura 4-6 Coevaluación Promedio General.....	42

Lista de tablas

Tabla 2-1 Clasificación de los trabajos prácticos	14
Tabla 2-2 Marco legal	19
Tabla 3-1 Planificación de actividades	29
Tabla 3-2 Cronograma de actividades.....	31

Introducción

A partir del análisis bibliográfico y experiencias personales se ha evidenciado que los trabajos prácticos en ciencias generalmente están limitados al desarrollo de guías de laboratorio que buscan sensibilizar, ilustrar o comprobar procesos alrededor de un fenómeno en particular, y en general en las aulas de clase se recurre muy poco a las investigaciones escolares lo que ocasiona además una actitud negativa de los estudiantes hacia las ciencias porque no evidencian su aplicabilidad (Molina, Carriazo, & Casas, 2013). En esta medida surge la necesidad de plantear la siguiente pregunta ¿Qué estrategias didácticas contribuyen al uso del contexto como escenario problematizador para el desarrollo de trabajos prácticos de tipo investigativo en ciencias?

Para acercarse a la posible respuesta, se ha enunciado como objetivo general *diseñar una propuesta didáctica a partir del aprendizaje basado en problemas para el grado undécimo, que posibilite el uso de la investigación escolar como trabajo práctico en el área de ciencias, en la Institución Educativa San José Manyanet del municipio de Itagüí Antioquia.*

El alcance de dicho objetivo está ligado a varios pasos específicos dentro de los cuales se tienen: analizar los modelos explicativos que poseen los estudiantes sobre las prácticas experimentales para explicitar herramientas que posibiliten la articulación de dichos modelos al proceso de enseñanza y así poder confrontarlos conceptualmente. Además, construir y aplicar una propuesta didáctica desde el aprendizaje basado en problemas que posibilite el uso del contexto social como base para la ejecución de investigaciones escolares que potencien el trabajo práctico en ciencias.

Para lograr los objetivos se motiva a los estudiantes a realizar un proceso de investigación escolar orientado a medir la calidad del aire. Para ello, deben recurrir a todos los conocimientos en ciencias naturales (química, física o biología) que consideren necesarios para realizar dicha medición.

Igualmente, como el problema es contextual, involucra a los participantes emocionalmente y por lo tanto es ideal para convertirse en la excusa que promueva un proceso de investigación ya que la situación no tiene una única solución. Bajo este orden de ideas, la ejecución de la propuesta está basada en el trabajo cooperativo por lo tanto, todas las actividades se desarrollan en grupos de cuatro integrantes. Los procesos evaluativos que se presentan en esta propuesta no se limitan a la verificación del aprendizaje de conceptos a partir de la obtención de cierto porcentaje en un examen. Lo que cobra sentido, son todos aquellos procesos que permitan dar cuenta de la manera en la que se transforma la postura del estudiante ante las ciencias, por eso el método adoptado es la investigación-acción escolar la cual posibilita realizar un análisis cualitativo interpretativo.

Este documento se ha organizado de la siguiente manera: Primero, los aspectos preliminares donde se argumenta la decisión de investigar sobre la investigación escolar como trabajo práctico; segundo, un marco teórico que incluye una descripción de las particularidades del aprendizaje basado en problemas y su acople a la propuesta que se plantea en este trabajo para los estudiantes de grado undécimo; tercero, un marco disciplinar donde se argumenta la manera en la que se asume el trabajo práctico y la investigación escolar dentro de este proyecto y además, los elementos conceptuales que permitirán determinar si se presenta o no conocimiento científico escolar después del desarrollo de la propuesta; cuarto las conclusiones a las que se llega después de la intervención y las recomendaciones para mejorar la propuesta en futuras aplicaciones. Por último, se presentan las referencias.

.

1. Aspectos preliminares

1.1. Descripción del problema y formulación de la pregunta.

Actualmente es bien conocido el papel de las ciencias en el desarrollo de las sociedades (UNESCO, 1999). Esta realidad obliga a reflexionar sobre la enseñanza de las mismas en las instituciones educativas, ya que es en estos lugares donde se posibilitan los primeros acercamientos de los futuros ciudadanos al mundo científico, abriéndose así una puerta que contiene múltiples posibilidades y responsabilidades.

En el esfuerzo por involucrar al estudiante en un ambiente de ciencia se le motiva a participar de trabajos prácticos, los cuales han sido defendidos desde diferentes enfoques. Por un lado, son reconocidos como herramientas que pueden complementar el acercamiento a un mundo científico porque permiten comprobar teorías, representar fenómenos, adquirir destrezas en el manejo de algunos instrumentos, entre otros. Por otro lado, algunos señalan que la actividad práctica es imprescindible para la enseñanza de las ciencias porque potencia el saber hacer (Hodson, 1994). Se ha investigado el rol de los trabajos prácticos escolares en biología, física y química principalmente ya que la gran cantidad de conceptos abstractos en sus contenidos, obliga a que varios procesos de la naturaleza sean explicitados mediante actividades que muestren de forma concreta sus principios fundamentales (Salcedo, Villareal, Zapata, Rivera, & Colmenarez, 2005). Es por eso, que desde la didáctica se ha abierto toda una línea de investigación para establecer los aspectos metodológicos que favorecen el desarrollo del conocimiento científico en ciencias a través de los trabajos prácticos.

Izquierdo, Sanmartí y Espinet (1999), exponen que las prácticas escolares se pueden plantear para responder a diversas finalidades pero deben estar centradas en tres que son fundamentales: aprender ciencia, aprender qué es ciencia y aprender a hacer ciencia. En este sentido, las experiencias en la enseñanza han de estar dirigidas a alcanzar múltiples propósitos, pero uno central y tal vez el menos trabajado es el de investigar (Tenreiro-Vieira, 2006), que se circunscribe a la finalidad de hacer ciencia. Es en este punto, tal vez, donde se debe centrar la reflexión académica en la escuela, ya que además de fomentar la alfabetización científica, la enseñanza de las ciencias también debe acercar al estudiante a la manera como investiga un científico, por eso, la necesidad de fundamentar los trabajos prácticos. Sin embargo, cuando se trata de crear propuestas, existe una limitación al trabajo del laboratorio, al desarrollo de guías escolares, al manejo de instrumentos de medida y se olvidan otras variables como el contexto social en el que se está inmerso, cuyas necesidades también son dignas de explorarse y también sirven de mesa de trabajo para desarrollar actividades prácticas. Es entonces como toma sentido analizar los aspectos que impiden desarrollar estas mismas dinámicas en los espacios escolares.

Varias investigaciones han evidenciado que los docentes de ciencias consideran y realizan muy pocas prácticas experimentales en sus planes de área (Tenreiro-Vieira, C. y.-V, 2006). Este simple hecho genera que el espacio destinado para su planeación sea mínimo y por lo tanto, no se realiza un proceso de reflexión crítico sobre los contenidos que servirán de base, la forma en la que se ejecutarán y los medios apropiados para ello. La premura del tiempo genera además que los docentes transcriban secuencias tipo receta que han sido establecidas por otros, limitando el proceso a la mera manipulación de instrumentos y a la revisión de unos informes que posteriormente no serán socializados y que de alguna manera no evidencian una secuencia o relación lógica entre los contenidos de una misma asignatura o de otras, provocando que cada experiencia sea aislada.

Por tales motivos las prácticas en la enseñanza de las ciencias refuerzan la concepción de un método científico simplista, en el cual, lo importante es la ejecución exacta de unos procesos previamente diseñados. Esto a su vez provoca que los estudiantes realicen análisis superficiales y proposiciones escasas, lo que se evidencia en la carencia de procesos de investigación en las asignaturas, en la poca extrapolación que hacen los estudiantes de los contenidos vistos en las clases a la solución de situaciones

problemáticas que se presentan en sus contextos y en los resultados de las pruebas estandarizadas.

A propósito, el Ministerio de Educación Nacional (2006) y el ICFES (2017), haciendo una reflexión del desempeño en de los estudiantes en las pruebas saber, exponen que los estudiantes deben adquirir competencias que les permitan utilizar los conceptos científicos como medios para la participación y transformación social y científica de sus comunidades. Todo lo anterior, se relaciona directamente con la descontextualización de los trabajos prácticos y el resultado final es un desinterés por el aprendizaje y la aplicación de los contenidos. Así, surge la siguiente pregunta: *¿Qué estrategias didácticas contribuyen al uso del contexto como escenario problematizador para el desarrollo de trabajos prácticos de tipo investigativo en ciencias?*

1.2. Antecedentes

Para este trabajo específico no se encontraron investigaciones que articulen de manera explícita el Aprendizaje Basado en Problemas como una estrategia para el desarrollo de trabajos prácticos , sin embargo, a continuación se enuncian algunas que tienen componentes que se corresponden con los objetivos que se buscan alcanzar en esta investigación.

En el ámbito internacional el artículo de Laurinda Leite y Louis Dourado (2013), titulado *Laboratory, activities, science education and problem-solving skills*, evidencia una construcción teórica de los trabajos prácticos y los clasifican por competencias, al tiempo que muestra la resolución de problemas como una forma de hacer investigación. Sirve como antecedente para la presente propuesta en tanto que plantea la posibilidad de utilizar el contexto como escenario para la formulación de la investigación y además refleja la efectividad de los trabajos prácticos a partir de resolución de problemas para motivar a los estudiantes a aprender sobre las ciencias.

El informe nacional de resultados Colombia en PISA 2015 presentado por el ICFES (2017), también se convierte en un referente para este proyecto porque los hallazgos sugieren que la educación en ciencias del país favorece el conocimiento de contenido sobre el conocimiento procedimental y epistemológico (ICFES, 2017). A su vez, este informe demuestra que uno de los factores asociados al aprendizaje en ciencias es la

disponibilidad del laboratorio y materiales para el trabajo, ya que se encontró que aquellos que decían contar con este espacio e indumentaria en el colegio, tuvieron mejor desempeño que aquellos que decían no tenerlo (ICFES, 2017). Así pues, se espera que con la aplicación de la propuesta que se esboza en el presente trabajo, se contribuya a fortalecer el conocimiento procedimental y además se presenten estrategias curriculares alternativas para convertir los espacios de la institución educativa involucrada en el proyecto, en ambientes de construcción de conocimiento científico que no necesariamente tienen que estar limitados a un laboratorio. Por otro lado, el trabajo de Dillon (2008) titulado, *A Review of the Research on Practical Work in School Science*, presenta una discusión alrededor del concepto de trabajo práctico que servirá de fundamento para el marco disciplinar de este proyecto.

Hodson (1994), en su artículo célebre, *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*, plantea que la enseñanza de las ciencias debe potenciar el aprendizaje sobre ciencias, sobre la naturaleza de las ciencias y sobre la práctica de las ciencias. Más aún, el estudiante debe estar en la capacidad de comprender que la práctica científica es una actividad construida socialmente.

En la propuesta que se presentara a continuación, también se busca resaltar los objetivos fundamentales de la enseñanza de las ciencias enfocándose en la importancia del saber hacer.

Del ámbito nacional, el trabajo de Cárdenas, Martínez, Santa, & Domínguez (2005), *Aprender química para un futuro sostenible: Aspectos CTSA en la química de 2° de bachillerato utilizando las TIC.*, señala los aspectos de la ciencia, tecnología sociedad y medio ambiente (CTSA) como estrategias para generar motivación en el aprendizaje de la química. Los autores resaltan sobretodo la relación de estos temas con la vida cotidiana, lo que conduce a una contextualización de los contenidos y a una relación directa con el medio ambiente. En este sentido, la anterior investigación sirve como antecedente porque este proyecto también pretende utilizar la investigación como trabajo práctico para resolver problemas del contexto cercano al estudiante pero, a través de las ciencias en general.

En el mismo orden de ideas, Vázquez, Becerra, & Ibáñez (2014), en el trabajo titulado, *La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas*, señalan que el aprendizaje por investigación permite que los estudiantes abandonen su

papel pasivo y asuman un rol activo de tal manera que se convierten en actores principales y en ejecutores científicos. Igualmente, demuestran que las investigaciones guiadas permiten que los estudiantes se enfrenten a problemas de su cotidianidad de tal manera que aplican competencias científicas que impactan en sus comunidades. Así pues, se relaciona con este trabajo en tanto que resalta el papel de la investigación escolar como una manera de desarrollar competencias científicas.

El trabajo de Seferian (2009), *Situaciones problemáticas de Química diseñadas como pequeñas investigaciones en la escuela secundaria desde un encuadre heurístico a partir de una situación fortuita que involucra reacciones ácido-base*, se relaciona con este proyecto porque también hace énfasis en vincular los temas de química y otras áreas a los intereses de los estudiantes.

Además, concibe las investigaciones mediante problemas abiertos, como una posibilidad para relacionar la teoría, la práctica y la resolución de problemas. Una diferencia notoria es que en el presente proyecto no se enfatiza en química sino en el área de ciencias en general.

Finalmente, Bravo (2014), en su trabajo, *La investigación escolar como elemento metodológico para el aprendizaje del tema químico en grado 10-2 de la I.E Alberto Carvajal Borrero*, concluye que el aprendizaje por investigación escolar (APIE) permite una participación activa del estudiante en tanto que le exige la construcción de significados. Esto último potencia la curiosidad y la interacción con el entorno. Asimismo, esta propuesta también busca una mirada constructivista de la enseñanza de las ciencias para acercar a los estudiantes a una visión social del conocimiento.

1.3. Justificación

Rodríguez-Soto y Hernández-Barbosa (2015), señalan que las condiciones culturales, políticas y sociales de Colombia en la actualidad, ocasionan una poca efectividad del trabajo práctico como estrategia para facilitar, permitir y apoyar la construcción del conocimiento científico escolar y por lo tanto, su implementación siempre queda reducida a la comprobación y el desarrollo de habilidades, potenciados a partir de una guía tipo receta que pretende de forma idealista poner al estudiante en el papel de un verdadero

científico. En esta medida, los autores invitan a los docentes a buscar estrategias innovadoras que promuevan la integración de habilidades y competencias y desde esta propuesta, se considera que el ABP es una herramienta potente.

Si bien en la escuela no se puede desarrollar una actividad práctica con la misma rigurosidad de un científico puro, sí se puede articular la teoría y el trabajo práctico de una manera eficiente para alcanzar unos objetivos escolares que superen la simple observación. Así pues, en la actualidad se apuesta por clases que integren los dos aspectos simultáneamente, pero además que estén fundamentados en materiales didácticos adecuados que superen la guía tipo receta y que estén acompañados por guiones abiertos basados en preguntas orientadoras. Estos guiones deben permitir además que los estudiantes planteen problemas, formulen hipótesis, planifiquen, diseñen experiencias controlen variables, construyan montajes, establezcan relaciones, organicen datos, obtengan conclusiones y desarrollen competencias sociales y comunicativas. Se resalta también que dichos guiones deben permitir el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes y deben estar articulados al contexto social en el que se desarrollan, de tal manera que los educandos puedan encontrar en ellos una aplicabilidad a la vida cotidiana. Así pues, una combinación equilibrada entre teoría y práctica no solo permite el aprendizaje sobre las ciencias sino que brinda herramientas para aprender a hacer ciencias desde un contexto escolar.

Para poner a prueba la anterior propuesta, se ha incursionado en diversas estrategias que son de fácil aplicación. Es así como se sugiere el uso de experiencia con materiales de fácil acceso, la implementación de simuladores, la promoción de química verde o la que se plantea en este trabajo que integra el ABP y la investigación escolar. Independientemente de la estrategia que se acoja, lo importante es tener presente que teoría y práctica deben ir de la mano y para ello deben perseguir un mismo objetivo, acercar a los estudiantes a la manera cómo se hace ciencia escolar. Por eso, lo más importante para el docente es definir con claridad cuál es el propósito que quiere alcanzar cuando enseña ciencias.

Así pues, sabiendo la importancia de la enseñanza de las ciencias para el progreso de la sociedad y teniendo clara la relevancia de los trabajos prácticos en asignaturas como química, biología y física para garantizar el desarrollo de habilidades en el saber hacer, esta propuesta se justifica en tanto que contribuye a la formulación de estrategias que

buscan fortalecer la calidad en los proceso de enseñanza de la ciencias naturales. Igualmente, busca reflexionar alrededor del concepto de trabajo práctico para tratar de discriminar entre las diversas significaciones que se le han otorgado indistintamente, de tal manera que se evidencie la necesidad de establecer aspectos diferenciadores para utilizarlos de una forma más racional.

Por otro lado, nuestra propuesta permite realizar una reflexión sobre la práctica, de tal manera que genera el escenario apropiado para ejercer el rol de sujeto productor de conocimiento y llevar a cabo acciones concretas que permitan la transformación del ejercicio docente y la innovación en la institución en la cual se interviene. Asimismo, se pretende consolidar a la escuela como una institución que comprende su contexto mediante la investigación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta didáctica a partir del aprendizaje basado en problemas para el grado undécimo, que posibilite el uso de la investigación escolar como trabajo práctico en el área de ciencias, en la institución educativa San José Manyanet del municipio de Itagüí Antioquia.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar los modelos explicativos que poseen los estudiantes sobre los trabajos prácticos para explicitar herramientas que posibiliten la articulación de dichos modelos al proceso de enseñanza y así poder confrontarlos conceptualmente.
- ✓ Construir y aplicar una propuesta didáctica desde el aprendizaje basado en problemas que posibilite el uso del contexto social como base para la ejecución de investigaciones escolares que potencien el trabajo práctico en ciencias.

2. Marco referencial

2.1. Referente teórico

La propuesta que se plantea en este proyecto procura retomar la investigación escolar en ciencias como una forma de trabajo práctico que posibilita el desarrollo de habilidades científicas a partir de la lectura del contexto y su potencial transformación. Para ello, se ha asumido como referente general el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) cuyos principios son congruentes con los propósitos de este proyecto. El ABP es una estrategia que surgió en la Universidad de McMaster en Canadá a finales de los años 60 y que en la actualidad ha incursionado en la educación secundaria como otra alternativa para dinamizar los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de la solución de un problema planteado. Diferentes autores han tratado de establecer las fases del ABP, en esta propuesta se acoge la división planteada por Del Pozo (2009). No obstante, para efectos metodológicos, las fases también se agrupan utilizando la clasificación de Prieto (2006), esto con el fin de trazar una ruta de navegación pertinente para la elaboración de los instrumentos y el análisis de los resultados. A continuación se significan dichas fases en base a los procesos que se llevarán a cabo dentro de esta propuesta.

En primera instancia, es imprescindible presentar y clarificar el problema que debe ser llamativo y capaz de despertar el interés en los educandos quienes son agentes activos durante todo el proceso. Para ello, el docente, cuyo rol fundamental es el de orientador, plantea una actividad reflexiva en la que los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa San José Manyanet, analizan un conjunto de fotografías sobre la contaminación atmosférica que generan algunas empresas ubicadas alrededor del colegio.

A partir de esto se motiva a los estudiantes a realizar un proceso de investigación que permita medir la calidad del aire de su colegio. Para ello, se les invita a recurrir a todos los conocimientos sobre ciencias naturales (química, física o biología) que consideren necesarios para realizar dicha medición. Desde la visión de Prieto (2006), lo anterior hace referencia a la fase de **implicación** y es fundamental porque es el momento en donde los estudiantes reconocen la importancia de lo que han de aprender. En este sentido, como el problema es contextual, involucra a los participantes emocionalmente y por lo tanto es ideal para convertirse en la excusa que promueva un proceso de investigación ya que la situación no tiene una única solución. Con esto, se cumple otro de los requisitos del ABP, plantear preguntas abiertas. Así pues, la solución a esta problemática será el medio para que los estudiantes adquieran habilidades investigativas que les permitan aplicar sus conocimientos en procura de la comprensión del entorno. Por eso, para efectos de este proyecto, los estudiantes podrán utilizar todos los conceptos de física, química y biología que le permitan abordar la situación y en este sentido, obsérvese que durante el escrito, se habla de ciencias en general.

Una característica fundamental en el ABP es su dinámica de trabajo, la cual demanda la conformación de equipos. Dicha dinámica propicia el desarrollo de competencias científicas tales como la argumentación y la construcción de explicaciones a partir del consenso entre la comunidad implicada, es decir, el trabajo en equipo propicia la construcción social del conocimiento. Posterior a la conformación de los grupos, los estudiantes identifican y organizan mediante diversas estrategias facilitadas por la docente, los conocimientos que tienen y se articular al problema, además de aquellos que hacen falta. De esta manera, vuelven consciente el hecho de que no comienzan de cero y por lo tanto pueden usar sus saberes sobre ciencias como punto de partida para establecer hipótesis sobre la manera en la que abordará la situación para encontrar una solución. Con ello, se llegaría a la etapa que Prieto (2006) denomina como **fase de información** en la cual se conceptualiza sobre los saberes necesarios para abordar el problema. Es fundamental resaltar que los estudiantes trabajan cooperativamente, por lo tanto las responsabilidades de cada participante deben estar claras desde un principio para evitar que solo algunos se responsabilicen de las tareas.

Como se había dicho anteriormente, una de las ventajas del trabajo en equipo es que posibilita la validación social, debido a lo cual todas las propuestas de cada grupo serán legitimadas por sus compañeros a partir de aspectos como pertinencia, relevancia, durabilidad, entre otros. Como es claro que los estudiantes pueden plantear múltiples alternativas de solución, es conveniente que acompañen sus propuestas con rastreos bibliográficos que les permitan acceder a investigaciones que abordan problemáticas parecidas, así construyen posibilidades desde una perspectiva global. Para ello, se les brindará un taller sobre búsqueda de información avanzada en Google y en bases de datos libres como Dialnet con el fin ofrecerles herramientas para dicho rastreo. Igualmente, una investigación escolar debe estar acompañada por la observación y asesoría de expertos por lo tanto, se invitará a los estudiantes a aplicar entrevistas y buscar asesoría de expertos como el Sistema de Alerta temprana de Medellín y del valle de Aburrá (SIATA) y demás entidades que puedan suministrar datos sobre el problema. Después de hacer el rastreo, es fundamental comunicar los hallazgos para establecer un consenso sobre el camino a seguir, en esta medida, los grupos cooperativos socializarán sus indagaciones por medio de una exposición ante sus demás compañeros en la cual ilustrarán un cronograma de trabajo.

Después de determinar aquellos elementos conceptuales necesarios para comprobar la hipótesis, los estudiantes asesorados por el docente, diseñan y ejecutan una serie de experimentos demostrativos que permitan recolectar datos y así comprobar la viabilidad de su solución. En este punto, se hace trascendental apoyar las conclusiones con un análisis de resultados serio que por sí solo demuestre la rigurosidad del proceso investigativo. Según Izquierdo, Sanmartí, & Espinet,(1999), lo anterior es fundamental en los trabajos prácticos escolares porque posibilita un espacio de socialización en el cual cada grupo consensua con sus pares sobre la lógica y pertinencia del método escogido. Esto los obliga a construir una argumentación que a través de los signos adecuados (tablas, gráficos, símbolos) permita la comunicación asertiva de sus ideas. A su vez, se convierte en una manera en la que los educandos autoevalúan su trabajo. De esta manera se estaría en la fase de **la práctica** (Prieto 2006).

Dentro del ABP es fundamental llegar a la solución del problema, por lo tanto, es indispensable que los estudiantes materialicen sus reflexiones a través de un producto final que responde a dicha solución. Este producto recoge las conclusiones a las cuales

debieron llegar los estudiantes después de todo el proceso planteado con anterioridad. Por lo tanto, la propuesta finaliza con una socialización de dicho producto. Además para incentivar la autorreflexión, se propondrá el desarrollo del portafolio, una herramienta de evaluación continua que permitirá el registro de las experiencias y sentimientos vividos durante la ejecución de esta propuesta y con ello se estaría dando lugar a la fase de **evaluación** (Prieto 2006)

En el enfoque del ABP, la solución del problema no es el objetivo en sí mismo sino que se convierte en el medio para la construcción de un conjunto de estrategias que posibilitan la adquisición de un aprendizaje específico. Con en esta propuesta se quiere destacar la investigación escolar como trabajo práctico, por lo tanto, la contaminación atmosférica es la excusa a partir del cual los estudiantes aplican los procesos investigativos para encontrar posibles soluciones. En este sentido, el ABP implica un proceso en espiral en el cual se parte de la situación problemática, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información y finalmente se regresa al problema pero con una construcción teórica más elaborada que desencadenaría en su resolución. Por tanto, las fases que aquí se enuncian no son lineales y puede presentarse que durante la ejecución del proyecto, los estudiantes retrocedan o se salten alguna, lo cual alteraría el proceso. De manera que es fundamental la orientación del docente para permitir que cada etapa se supere satisfactoriamente.

2.2. Referente disciplinar

Desde que se reconoció la importancia de la enseñanza de las ciencias en la escuela, ha existido una preocupación por la implementación de trabajos que permitan el acercamiento de los estudiantes a contenidos propios de biología, física y química desde la praxis.

De hecho, un rastreo bibliográfico en una base de datos como Dialnet arroja aproximadamente 4.998 resultados para las palabras claves “trabajos prácticos en ciencias” y entre ellos se encuentran expresiones como prácticas, laboratorios, práctica de laboratorio, actividades prácticas, prácticas experimentales, actividades de investigación, entre otras. En palabras de Rodríguez-Soto & Hernández-Barbosa, (2015), el trabajo

práctico, “es un concepto polisémico, el cual ha sido interpretado de varias maneras” (p.19).

Se podría decir, que las expresiones mencionadas tienen relación directa con el objetivo que se pretende alcanzar dentro de un proceso de enseñanza, potenciar el saber hacer de los estudiantes. Sin embargo, cuando se revisa la literatura para encontrar una definición concreta de trabajo práctico, se encuentran pocas referencias. Específicamente, Martínez-Losada & Mondelo-Alonso, (1995); García-Barros & Martínez-Lozada, (2003) y (Caamaño, 1992), se refieren al trabajo práctico como una actividad pero no brindan una definición explícita de la misma. No obstante, el último autor presenta un análisis del papel que ha tenido este concepto en la enseñanza de las ciencias desde una visión histórica más amplia y, además citando a Woolnought & Allsop (1985), lo señala como “una oportunidad para resolver problemas de la vida cotidiana” (p.3).

Otros investigadores como, Woolnought & Allsop, (1985), Tamir & García-Rovira (1992), Hodson (1994), Barberá & Valdés, (1996) y Noy, (2011), si bien analizan críticamente el papel del trabajo práctico en la escuela, no profundizan en su significado, sino que lo reducen a un aspecto específico, el laboratorio. Por su parte, Miguens & Garrett, (1991), Caamaño, en una publicación más reciente (2004), Leite (2001) y Leite y Figueroa (2004), citados por (Tenreiro-Vieira, 2006), se concentran en realizar clasificaciones de los trabajos prácticos de la siguiente manera. Ver la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Clasificación de los trabajos prácticos

Miguens & Garrett	Caamaño	Leite y Figueroa
Demostraciones	Experiencias	Ejercicios
Auténticos experimentos	Experimentos	Activadas orientadas a la adquisición de
Exploratorios	Ilustrativos	sensibilidad acerca de los fenómenos
Experiencias prácticas	Ejercicios prácticos	Actividades ilustrativas
Investigaciones	Investigaciones	Actividades de comprobación
		Actividades de tipo predecir, observar, reflexionar y explicar
		Investigaciones

Independientemente de las diferencias, los tres autores coinciden en que las actividades resaltadas en gris, enfatizan en los procesos inductivos y la aplicación de conceptos a nuevos experimentos, y desde la perspectiva de Carrascosa, Gil, & Vilches (2006), son los que tienen un papel protagónico en las planeaciones de las clases de ciencias. Esto último no quiere decir que esté mal utilizarlas, al contrario, dichas actividades son necesarias porque potencian la adquisición de habilidades instrumentales, sin embargo, pueden desfigurarse en procedimientos que no conllevan a reflexiones críticas ya que se presentan casi siempre como un recetario cuya ejecución involucra el desarrollo de una serie de pasos mecanizados.

A propósito, García Barros (2010), señala que estos tipos de trabajos prácticos se limitan al desarrollo de habilidades básicas como la observación, la comunicación en su versión más elemental (palabra/frase), la descripción simple y el desarrollo de destrezas manipulativas de material en el sentido sencillo. En este sentido, los otros dos tipos, aunque son los menos presentes en las clases, a la luz de varios autores (Abd-El-Khalick, y otros, 2004) (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002), son los más completos, ya que hacen énfasis en habilidades como la deducción, la generación de hipótesis y la aplicación de conceptos a nuevos experimentos.

Especialmente las investigaciones favorecen la construcción de conocimientos a través de la resolución de problemas, lo que implica el desarrollo de las habilidades como el razonamiento crítico y la justificación teórica, elementos que en conjunto posibilitan la capacidad de los estudiantes para cuestionar argumentativamente hechos científicos que se presentan en la cotidianidad.

Si se parte del supuesto que la ciencia es una construcción social que posibilita interpretar el mundo natural, es claro que el concepto de trabajo práctico ha de ser abarcador y no puede limitarse a un espacio determinado como el laboratorio, ni a una actividad específica como la comprobación de teorías. En este sentido, se hace pertinente la definición de Millar (2004) quien expresa que son "*todas las experiencias de aprendizaje en las que los estudiantes interactúan con materiales o con fuentes secundarias de datos para observar y comprender el mundo natural*". (p.2)

Sin embargo, cuando los estudiantes desarrollan una investigación en ciencias, ¿la reconocen como un trabajo práctico? ¿No será que en las instituciones educativas, se ha sobrevalorado el papel del laboratorio? ¿Los estudiantes y los docentes son concientes de

la versatilidad de los trabajos prácticos o los limitan a las prácticas de laboratorio? A propósito Cerini, Murray, & Reiss, (2003) concluyen, a partir de una encuesta virtual hecha en un colegio de Londres, que los estudiantes reconocen la efectividad y utilidad de la investigación escolar y el experimento científico en clases para comprender la ciencia escolar. Sin embargo agrega que muchos de ellos no reconocen ambas actividades como maneras diferentes de trabajo práctico. Es importante ratificar en este punto que el problema ya no es determinar la importancia del trabajo práctico en las clases de ciencias, sino, enfatizar en que es tan versátil que pueden llevarse a cabo de diferentes formas, siempre y cuando estén diseñadas para cumplir con un propósito educativo. (Domin, 1999). Así pues, se hace imprescindible resaltar la investigación escolar como una manera de trabajo práctico que al igual que cualquier experiencia de laboratorio, puede convertirse en una oportunidad para fomentar un espíritu crítico en el estudiante.

Como se notó en el apartado anterior, se aludió a la concepción de investigación escolar, esto porque no debe omitirse el hecho de que los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias se presentan en un contexto específico que es la escuela, la cual posee un ideal de formación que transversaliza la organización curricular y que a su vez está caracterizada por las condiciones económicas, sociales y políticas de una comunidad educativa. Así pues, se hace pertinente resaltar que si bien la historia de la educación en ciencias muestra que en un comienzo, se pretendía llevar a las aulas de clase los contenidos tal cual como los planteaba un científico, actualmente se reconoce que “el contenido pedagógico de la experiencia de aprendizaje no es idéntico a la estructura sintáctica de la disciplina que se estudia” (Kirschner, 1992). En este sentido, si bien en la escuela no puede desarrollarse una actividad práctica con la misma rigurosidad de un científico puro, sí puede articularse la teoría y el trabajo práctico de una manera eficiente para alcanzar unos objetivos escolares que superen la simple observación y promuevan la construcción de un conocimiento científico escolar.

El estudiante de manera innata sabe observar, preguntar y formular hipótesis, no obstante, lo que se pretende con la investigación escolar es potenciar estas capacidades desde una visión científica pero sin olvidar el contexto y sin caer en la ejecución de un método científico con unos pasos lineales. Por eso, se hace pertinente establecer parámetros para determinar cuándo se está favoreciendo la construcción de conocimiento científico en la escuela. Para ello se tomará como referencia a Izquierdo, Sanmartí, & Espinet (1999),

quienes afirman que *“se conduce al conocimiento científico escolar cuando se posibilitan espacios para la discusión con los demás sobre los experimentos, cuando se escribe reflexivamente sobre ellos y cuando se construye para ellos los signos adecuados”*. Si se entienden estos experimentos como trabajos prácticos en general, los tres aspectos enunciados se vuelven importantes porque engloban la esencia de la actividad práctica en la escuela ya que propende por incentivar más pensamiento y discusión y menos memorización, (Cerini et all, 2003).

El protagonismo del trabajo práctico en la escuela también se debe a que es una de las actividades que conecta al estudiante con procesos propios de la realidad y por eso, se convierte en el escenario idóneo para que a partir de la interacción con el mundo natural, el educando analice su contexto, construya su propia realidad y la confronte a partir de evidencias que le permitan actuar de manera autónoma y decidida. Por eso, lo más importante para el docente es determinar cuáles son las competencias que puede y debe alcanzar el estudiante a partir del trabajo práctico. En la literatura se encuentran múltiples definiciones y clasificaciones alrededor del concepto de competencia, incluso se realizan discriminaciones entre, éstas, y otros conceptos como habilidades y capacidades. Sin embargo, en este trabajo se asumirá la concepción de competencia fundamental desde la perspectiva de Gimeno Sacristán quien la asume como *“el conocimiento o sabiduría práctica, cargada de intuición, conocimiento explícito y tácito, habilidades, intenciones y emociones, que utiliza el ser humano en su vida profesional, social o personal para atender los complejos problemas de la vida cotidiana”*, (2008, p.79).

Si se asocia la anterior definición con la visión de investigación escolar que se defiende en esta propuesta, se encuentra una relación directa ya que agrupa aquellas competencias que les permiten a los estudiantes reconocer su contexto y utilizarlo como escenario para aplicar sus conocimientos científicos y ampliarlos. Así pues, el autor anterior apoyándose en SEDECO, propone las siguientes competencias fundamentales:

1. Competencia para utilizar interactivamente y de forma eficaz las herramientas e instrumentos de todo tipo que requiere la sociedad de la información, desde lenguajes hasta conocimientos (códigos, símbolos, textos, información, conocimiento, plataformas tecnológicas...) para comprender y situarse en el territorio natural, social, económico, político, cultural, artístico y personal.
2. Competencia para funcionar en grupos sociales cada vez más complejos y heterogéneos.

3. Competencia para actuar de forma autónoma. Lo que significa tanto el desarrollo de la propia identidad personal, como el ejercicio de autonomía relativa y con criterios propios a la hora de interpretar, decidir, elegir y actuar en cada contexto (p. 80)

Las percepciones de Izquierdo, Sanmartí, & Espinet (1999) Y Sacristán (2008) juntas, construyen un marco conceptual completo de la investigación escolar como trabajo práctico y abren una nueva perspectiva con múltiples enfoques. Por un lado, resaltan la visión social de la construcción del conocimiento, en tanto que promueven el trabajo cooperativo y la aplicación de los saberes en beneficio de la comunidad, potencializando así habilidades científicas como la reflexión, el análisis, la argumentación, la creatividad, entre otras. Por otro lado, posibilitan introducir al estudiante en los saberes disciplinares desde una perspectiva epistemológica ya que permiten hacer el reconocimiento de los diversos modelos teóricos que se han construido para explicar determinados fenómenos. Esto último es relevante porque en las escuelas, generalmente los docentes no propician los espacios de reflexión adecuados para que los estudiantes reconozcan que la mayoría de conocimientos científicos se basan en modelos, los cuales son representaciones de la realidad y como tales son susceptibles a transformaciones.

Finalmente, la investigación escolar se convierte en el medio para que los estudiantes apliquen los conceptos científicos al contexto, volviéndose una oportunidad para generar motivación en áreas como química o física, que tienden a ser de poco interés para ellos (Furió, 2006). Por lo tanto, una de las fortalezas de esta propuesta, es que al plantearse desde la perspectiva del aprendizaje basado en problemas, permite que los estudiantes, apliquen sus conocimientos disciplinares en su entorno, propiciando con esto, el desarrollo de competencias científicas basadas en el saber ser, saber actuar, saber decidir y saber hacer, siendo esto coherente con los fines de la educación y los lineamientos curriculares en ciencias naturales y educación ambiental, los cuales resaltan la importancia de formar sujetos críticos que aporten al progreso científico y tecnológico de la nación. (MEN, 1998)

Así pues, la problemática planteada desde esta propuesta, convoca a los estudiantes a situarse disciplinariamente en la teoría cinética molecular de los gases, la cual tiene implícita un modelo cuyos supuestos explican el comportamiento de los gases y pueden servir de base junto con otros marcos de referencia relacionados como la teoría atómica,

reactividad química, propiedades físicoquímicas de la materia y solubilidad, para ayudar a los estudiantes a interpretar la situación ambiental que se vive en su localidad.

Además, abre la posibilidad para la articulación de otros conceptos como la termodinámica, el equilibrio químico y la química de la atmósfera. Adicionalmente, la solución a este problema implica la consideración de aspectos relacionados con la biología, en tanto que los estudiantes pueden analizar cómo influye en la salud de los habitantes la emanación de gases nocivos por parte de las empresas.

También se interrelacionan variables físicas como la temperatura y la presión para analizar el comportamiento de los gases. Por último, con esta propuesta se establecen relaciones entre la problemática específica y su efecto en el medio ambiente, ya que la emisión de gases por parte de las industrias es una de las principales causas del cambio climático en el planeta Tierra. Esto último se ve reflejado sobre todo, en las diversas circunstancias antrópicas que han llevado a que actualmente ciertos sectores del municipio de Itagüí registren de forma reiterativa baja calida del aire, por lo que las entidades gubernamentales se han visto obligadas a buscar alternativas de solución para disminuir la contaminación, (Alcaldía de Itagüí, 2017). Vale la pena aclarar que en el proceso investigativo, áreas como lenguaje y matemáticas son transversales ya que la comunicación de los hallazgos y conclusiones, exige la construcción de herramientas simbólicas que faciliten la divulgación social. Asimismo, la aplicación de un método científico escolar, acerca al estudiante a los procesos de rigurosidad que desarrolla un verdadero científico, lo que promueve otra manera de alfabetización científica. Como puede notarse, en esta propuesta, la investigación como trabajo práctico tiene un papel modular y es una alternativa a los trabajos prácticos tradicionales.

2.3. Referente legal o normativo

En la **Tabla 2-2** se resumen los aspectos más relevantes del marco legal en el cual se basa esta propuesta.

Tabla 2-2 Marco legal

Ley, Norma, Decreto, comunicado, resolución, documento rector, entre otros.	Texto de la norma	Contexto de la norma
Tercer estudio regional y comparativo y explicativo de la UNESCO (UNESCO, UNESCO, 2016)	Una de las habilidades a desarrollar en la enseñanza de las ciencias en América Latina es la resolución de problemas no rutinarios.	El ABP como marco teórico y propuesta metodológica se convierte en el escenario perfecto para cumplir con este fin ya que exige la solución de situaciones que tienen múltiples respuestas y para llegar a la más adecuada, el estudiante debe desarrollar un proceso investigativo que le permita demostrar la viabilidad de sus propuestas.
Unesco y Conferencia mundial sobre la ciencia en el siglo XXI (Unesco, 1999)	Considera que el conocimiento científico es necesario para la adopción de decisiones políticas, sociales y económicas. Además asume como parte del derecho a la educación, el acceso al saber científico con fines prácticos.	En la propuesta se resaltan estas consideraciones en tanto que se busca fomentar en los estudiantes el uso de sus conocimientos en ciencias para materializar posibles soluciones a una problemática específica. Esto deja ver que la investigación escolar es una de las herramientas más propicias para potencializar el saber hacer.
Artículo 67 de la Constitución Nacional de Colombia	Señala que la educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social.	La enseñanza de las ciencias debe propender por la formación de sujetos con habilidades y herramientas para propiciar la transformación social de sus comunidades y de su país.
Artículo 5 de la ley 115: Fine quinto, séptimo, noveno y decimotercero de la educación.	El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y la investigación, promueve la adquisición de habilidades científicas que contribuyen la formación de ciudadanos críticos, reflexivos, analíticos y con capacidad de transformación.	Una de las metas de esta propuesta es demostrar que las instituciones educativas y sus docentes pueden facilitar espacios para que los estudiantes no solo aprendan definiciones sobre un tema específico sino para que se empoderen de sus conocimientos y busquen la participación informada en las decisiones trascendentales de sus comunidades.

Tabla 2-2 (Continuación)

Ley, Norma, Decreto, comunicado, resolución, documento rector, entre otros.	Texto de la norma	Contexto de la norma
Artículo 30. Literal c. Ley 115. Objetivos educativos de la educación media.	La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo teniendo en cuenta la realidad nacional.	La investigación como trabajo práctico en esta propuesta, permite el alcance de este objetivo ya que involucra a los estudiantes en la búsqueda de soluciones a una problemática propia de su comunidad.
Plan de desarrollo Antioquia piensa en grande 2016-2019 (Gobernación de Antioquia 2016)	Plantea como reto establecer un sistema de Ciencia, Tecnología e Investigación (C+T+I) como factor fundamental para el desarrollo humano y social que permita la liberación del talento, el emprendimiento, el incremento del bienestar y la calidad de vida, así como la solución a problemas que deriven del conflicto social.	Esta propuesta contribuye al alcance de este reto ya que articula la ciencia y la investigación para la solución de una situación que puede desencadenar una mejora tecnológica
Artículo 7. Sistema institucional de evaluación del Colegio San José Manyanet	plantea que la evaluación escolar propende por una valoración integral en la cual son fundamentales las dimensiones cognitiva, actitudinal y procedimental las cuales serán desarrolladas a través de las inteligencias múltiples	La filosofía institucional está en concordancia con la esencia de este proyecto en tanto que al situarse en el marco de la enseñanza para la comprensión y el desarrollo de las inteligencias múltiples, genera un espacio idóneo para la ejecución de esta propuesta que exige trabajo cooperativo, flexibilidad mental y creatividad.

2.4. Referente espacial

La Institución Educativa San José Manyanet está ubicada en el municipio de Itagüí, departamento de Antioquia, es una institución católica, mixta, de carácter privado y posee

alrededor de 800 estudiantes de los estratos 1, 2 y 3. El proyecto educativo institucional busca la formación de estudiantes competentes, globalizados, críticos y capaces de transformar su entorno. Para ello se preocupa por brindar una educación integral en la que articula la atención a las inteligencias múltiples, la enseñanza para la comprensión, proyectos de estimulación temprana y otros enfoques pedagógicos que en conjunto posibilitan el fomento de la innovación educativa. Bajo este contexto, esta propuesta se articula de manera coherente a la dinámica institucional porque brinda un espacio de reflexión sobre la práctica docente en ciencias con el fin de transformar los procesos de enseñanza en procesos más dinámicos, reflexivos y contextualizados.

3. Diseño metodológico

3.1. Enfoque

Cuando un docente convierte en objeto de reflexión sus prácticas, hace consciente varios aspectos de su quehacer que pueden volverse oportunidades para transformar su forma de enseñar, por eso, en esta propuesta, se busca analizar la implementación de nuevas estrategias que dinamicen los contenidos curriculares en el área de ciencias y los relacionen con el entorno inmediato. Desde esta perspectiva el docente adquiere un rol nuevo, el de investigador y a través de su actuación, está en la obligación de efectuar un conjunto de estrategias para convertir en materia de análisis la información que le proporcionan sus estudiantes en el contexto escolar.

Precisamente el hecho de que en este tipo de investigaciones, la relación investigador-investigado esté dada entre sujetos, exige que la interpretación de los hallazgos se realice de manera cualitativa, pues no se busca la obtención de resultados estadísticos sino la inferencia de datos descriptivos que resalten la humanidad de los estudiantes, sus percepciones, saberes particulares y sobre todo su proceso de aprendizaje alrededor de un objetivo determinado. En este sentido, es a partir de la interacción maestro-estudiante que se puede obtener material valioso para alcanzar la transformación educativa. Por lo tanto, el enfoque metodológico adoptado es la investigación acción educativa la cual posibilita el análisis y la reflexión acerca del ejercicio docente. En esta propuesta, la investigación acción es el camino que orienta la interpretación y conexión entre la mirada del docente y el estudiante en torno a los trabajos prácticos en ciencias.

Mediante la investigación acción, no será solo el profesor quien actúe en la construcción del saber sino que se privilegiará la voz de los actores principales, los educandos, quienes por medio de la participación activa proporcionarán información que ampliará la

comprensión sobre los factores que pueden influir en la enseñanza del saber específico, esperando que con ello se alcance la transformación de los procesos escolares (Colmenares & Piñero, 2008) o, 2008). Queda claro entonces que la educación es un fenómeno dinámico, cambiante y por lo tanto, el docente investigador a través de acciones precisas puede incentivar la innovación.

3.2. Método

Al dejar claro que el enfoque es cualitativo e interpretativo y el método es la investigación acción, se procede a particularizar las fases de esta última:

- **Diagnóstico**

A partir del análisis bibliográfico y experiencias personales se ha evidenciado que los trabajos prácticos en ciencias generalmente están limitados al desarrollo de guías de laboratorio que buscan sensibilizar, ilustrar o comprobar procesos alrededor de un fenómeno en particular, y en general en las aulas de clase se recurre muy poco a las investigaciones escolares como trabajos prácticos. En esta medida surge la necesidad de plantear la siguiente pregunta *¿Qué estrategias didácticas contribuyen al uso del contexto como escenario problematizador para el desarrollo de trabajos prácticos de tipo investigativo en ciencias?*

Para acercarse a la respuesta se ha enunciado como objetivo general diseñar una propuesta didáctica a partir del aprendizaje basado en problemas para el grado undécimo, que posibilite el uso de la investigación como trabajo práctico en el área de ciencias, en la institución educativa San José Manyanet del municipio de Itagüí Antioquia. El alcance de dicho objetivo está ligado a varios pasos específicos dentro de los cuales se tienen: Analizar los modelos explicativos que poseen los estudiantes sobre las prácticas experimentales para explicitar herramientas que posibiliten la articulación de dichos modelos al proceso de enseñanza y así poder confrontarlos conceptualmente.

Finalmente, se pretende construir y aplicar una propuesta didáctica desde el aprendizaje basado en problemas que posibilite el uso del contexto social como base para la ejecución de investigaciones que potencien el trabajo práctico en ciencias.

- **Acción**

Para alcanzar los objetivos se hace imperativo el diseño y ejecución de actividades consecuentes con la estrategia didáctica del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y así lograr sumergir a los estudiantes en un proceso investigativo donde tengan que aplicar sus conocimientos sobre ciencias para proponer una solución que permita medir la calidad del aire de en su institución educativa. En el marco teórico del presente trabajo se enuncian las fases concretas. Bajo este orden de ideas, es fundamental diseñar y ejecutar instrumentos que permita analizar los preconceptos de los estudiantes y las transformaciones que éstos alcanzan con el desarrollo de la propuesta. Concretamente, serán dos instrumentos: un cuestionario con imágenes que representan diversas maneras de trabajo práctico (**ver anexo**) y una herramienta muy sencilla conformada por una pregunta central que servirá como idea detonante para que los estudiantes plasmen las acciones que se relacionan con los trabajos prácticos. Dicha pregunta es ¿Cómo experimento en ciencias?, la cual fue formulada a partir de la definición de trabajo práctico propuesta por Millar (2004) y acogida para esta investigación. Este último instrumento, fue elaborado en base a la propuesta de los autores Falk y Dierking (2000) quienes lo nombran como Mapeo de Significado Personal (PMM por sus siglas en inglés de Personal Meaning Mapping) y lo han utilizado en investigaciones dentro de otros contextos para evaluar el aprendizaje.

Para la **fase de implicación**, el docente investigador presentará una serie de imágenes que llamen la atención sobre la contaminación atmosférica del municipio de Itagüí. Así mismo, conformará de manera aleatoria los equipos de trabajo.

Para la **fase de información**, el docente investigador facilita los espacios suficientes para que mediante discusiones, indagaciones y capacitaciones, los estudiantes establezcan una ruta de trabajo que les permita resolver el problema. Igualmente el docente debe garantizar que el estudiante adquiera las herramientas básicas para el rastreo bibliográfico por lo que se hace oportuno un taller enfocado a este propósito. A su vez, posibilitará la socialización de los estudiantes con personal experto como el SIATA para que orienten los proyectos.

La **fase de práctica**, será propuesta por los estudiantes ya que son ellos mismos quienes proponen y construyen sus estrategias. Así, en este proyecto el docente es un orientador de los procesos pero no interviene de forma directa en ellos, por lo tanto, quienes

dinamizan la ejecución son los educandos. La implicación del docente cobra sentido en la medida en que orienta la diversas actividades que involucran la reflexión sobre la pertinencia de la investigación que está realizando cada uno de los grupos establecidos. En este orden de ideas, es importante diseñar y construir instrumentos de evaluación para que los estudiantes sean quienes valoren sus propuestas. La **fase de evaluación**, será abordada mediante dos instrumentos. Uno es el portafolio que acompañará todo el proceso de cada uno de los estudiantes durante la ejecución del proyecto y el otro es un instrumento de autoevaluación y coevaluación del trabajo en equipo propuesto por la Fundación Telefónica (2015), el cual se relaciona en el **Anexo D**.

Como puede observarse, al plantearse esta propuesta desde el aprendizaje basado en problemas no es factible establecer una ruta de trabajo específica porque serán los estudiantes quienes a partir de la situación problema, propondrán sus propias alternativas para abordarlo. Por eso, el investigador, deberá ser un observador activo de cada situación y avance que presenten los grupos. Para ello, podrá apoyarse en los instrumentos mencionados anteriormente, en el portafolio que irán desarrollando los estudiantes, pero sobre todo, en los productos que irán generando los estudiantes en la medida en que avancen en su proyecto escolar.

- **Evaluación**

En esta propuesta se centra la atención en el análisis del impacto de la investigación escolar como trabajo práctico dentro de la enseñanza de las ciencias naturales, por lo tanto, los procesos evaluativos que aquí se presentan no se limitan a la verificación del aprendizaje de conceptos a partir de la obtención de cierto porcentaje en un examen. Lo que cobra sentido, son todos aquellos procesos que permitan dar cuenta de la manera en la que se transforma la postura del estudiante ante las ciencias. Es decir, la evaluación en esta propuesta se convierte en el medio por el cual los estudiantes se acercan a una visión de ciencia basada en la construcción y la validación social.

Por lo tanto, se hace imperativo la coevaluación, la heteroevaluación y la autoevaluación. Igualmente, es importante analizar si a través de la propuesta los estudiantes adquieren competencias para reconocer aspectos del método científico escolar, en esta medida

algunos de los instrumentos que permiten el acceso las ideas de los estudiantes son las rutinas de pensamiento y el portfolio.

3.3. Instrumentos de recolección de información

Como se ha mencionado anteriormente, los datos proporcionados por los investigados se analizarán de manera cualitativa-interpretativa, por lo tanto las fuentes primarias de información serán las siguientes:

Instrumento de valoración de preconceptos:

- Cuestionario sobre los tipos de trabajos prácticos(**Ver anexo A**): Este cuestionario

Instrumento de evaluación de aprendizaje:

- Instrumento estilo mapeo de significado personal: este instrumento basado en el enfoque de Falk & Dierking (2003), consta de una pregunta simple que se ubica en el centro de una hoja en blanco y cuya función es servir de idea detonante para que el investigado plasme alrededor todas las expresiones que considera se relacionan con dicha idea. Para efectos de esta propuesta, se seleccionó como idea detonante la pregunta **¿Cómo experimento en ciencias?** la cual fue formulada a partir de la definición de trabajo práctico planteada por Millar (2004) y acogida para la presente investigación, (ver Anexo B). Este instrumento se aplicará antes y después del desarrollo del problema planteado a los estudiantes.

Instrumento de evaluación continua

- El **portafolio** cuya construcción durante todo el proyecto será el medio donde se almacenará de forma escrita y fotográfica las experiencias de los estudiantes participantes. Además, la autoevaluación y coevaluación (ver Anexo E) que se hará al final del proyecto para determinar la importancia del trabajo en equipo en el planteamiento de la solución.
- **Datos contruidos por los estudiantes** a partir del diseño y la materialización del producto final, serán la información que evidenciará el impacto de esta propuesta en la enseñanza de las ciencias porque mostrarán de forma implícita y explícita las herramientas que adquirieron los estudiantes para llegar al conocimiento científico escolar.

Por otro lado, las fuentes secundarias estarán constituidas por las investigaciones y documentos utilizados para caracterizar el concepto de trabajo práctico. Es importante resaltar que las diferentes fuentes de información proporcionarán la realización de una triangulación de los datos con lo cual se garantiza un proceso de validación interna que suministra confianza a las conclusiones a las cuales se lleguen. Así mismo, se clasificarán los datos de tal forma que se puedan agrupar y analizar estadísticamente para poder graficar aquellas tendencias más sobresalientes.

3.4. Población y muestra

La población seleccionada son los 24 estudiantes del grado undécimo de la institución educativa San José Manyanet. Se conformarán aleatoriamente seis grupos de cuatro estudiantes cada uno, los cuales serán los casos a estudiar durante la ejecución de la propuesta. Para efectos de esta investigación, los grupos se reconocerán como G1, G2, G3, G4, G5 y G6.

3.5. Delimitación y alcance

Se espera que con el desarrollo de esta propuesta se de cumplimiento a los dos objetivos específicos y se espera que los hallazgos generen herramientas que permitan fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.. Finalmente, se espera que esta propuesta impacte positivamente en la institución educativa en la cual se realiza y aún más en la comunidad implicada, favoreciendo de manera real a una concientización del problema ambiental que los aqueja.

3.6. Tabla de actividades

Tabla 3-1 Planificación de actividades

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 1: Caracterización	Estructurar el planteamiento del problema.	1.1. Identificación del problema y diseño de la propuesta.
	Identificar y caracterizar metodologías para la implementación de actividades prácticas en ciencias a partir de la investigación escolar.	1.2. Revisión bibliográfica sobre la tipificación de las prácticas escolares en la enseñanza de las ciencias y la relevancia de la investigación escolar como alternativa dentro de las mismas.
		1.3. Revisión bibliográfica sobre el impacto del aprendizaje basado en problemas en la escuela.
		1.4. Revisión bibliográfica nacional e internacional sobre los fines de la educación en ciencias.
		1.5. Análisis del proyecto educativo institucional para determinar herramientas que posibiliten la innovación en la institución educativa implicada.
Fase 2: Diseño	Construir actividades articuladas al enfoque del aprendizaje basado en problemas para sumergir a los estudiantes en un proceso investigativo sobre la mitigación de la contaminación atmosférica.	2.1. Diseño y construcción de actividad grupal a partir del análisis fotográfico para introducir a los estudiantes en el problema contextual que se abordará.
		2.2. Diseño y construcción de instrumento que evidencie los modelos explicativos que poseen los estudiantes para significar los trabajos prácticos antes y después de la intervención.
		2.3. Diseño y construcción de rúbricas de evaluación para analizar la pertinencia, relevancia, durabilidad y viabilidad de las propuestas de investigación planteadas por los estudiantes del grado undécimo durante la ejecución de la propuesta.
		2.4. Diseño y construcción de taller para orientar a los estudiantes en la búsqueda bibliográfica a través de bases de datos gratuitas.
Fase 3: Intervención en el aula.	Aplicar las actividades propuestas bajo el enfoque del aprendizaje basado en problemas por medio del estudio de caso en el grado undécimo de la institución educativa San José Manyanet.	3.1. Análisis fotográfico por parte de los estudiantes de empresas aledañas a la institución que contaminan con la emisión de gases para presentar el problema concreto.
		3.2. Aplicación de instrumento para identificar los modelos explicativos de los estudiantes sobre los trabajos prácticos escolares.
		3.3. Construcción de la hipótesis sobre el problema planteado y validación de la misma a partir de una exposición a sus compañeros y aplicación de rúbrica de evaluación para validar la viabilidad de las hipótesis.
		3.4. Construcción de un cronograma de trabajo que permita encontrar una solución al problema planteado.

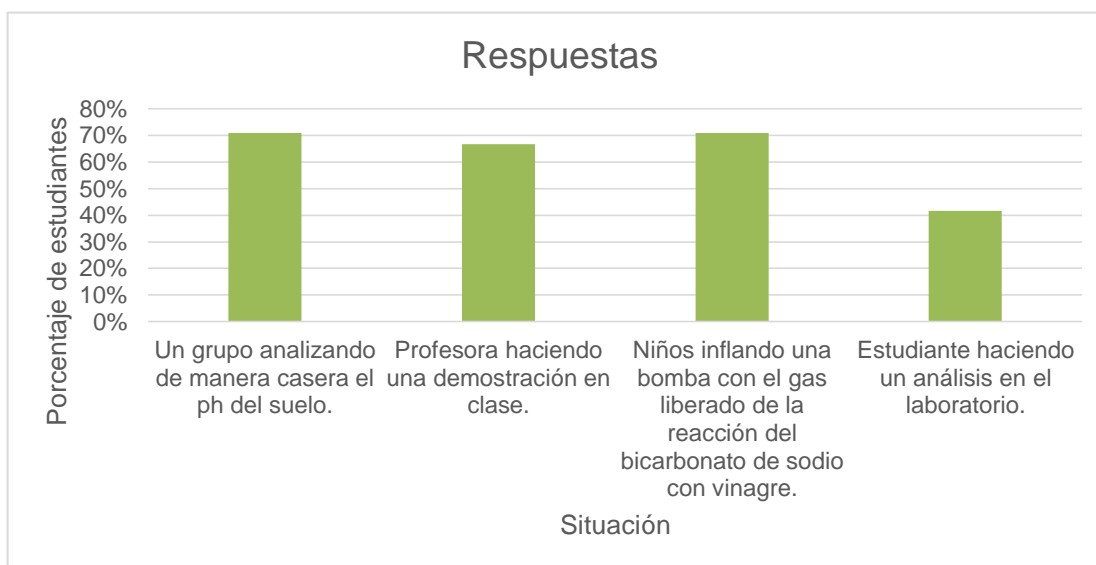
Tabla 3-1 (Continuación)

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 3: Intervención en el aula.	Aplicar las actividades propuestas bajo el enfoque del aprendizaje basado en problemas por medio del estudio de caso en el grado undécimo de la institución educativa San José Manyanet.	3.5. Capacitación por parte del Sistema de Alerta temprana de Medellín y del valle de Aburrá (SIATA) sobre la contaminación atmosférica y los instrumentos de medida de la calidad del aire.
		3.6. Exposición para comunicar hallazgos a partir de las capacitaciones.
		3.7. Diseño y ejecución por parte de los estudiantes de una serie de experimentos demostrativos para comprobar la viabilidad de su solución.
		3.8. Materialización de la solución a partir de un producto final.
		3.9. Exposición del producto final.
		3.10. Aplicación de instrumento para identificar cómo han cambiado los modelos explicativos de los estudiantes sobre los trabajos prácticos escolares.
		3.11. Construcción del portfolio durante la ejecución de todo el proyecto para plasmar experiencias y sentimientos que surjan durante el desarrollo de la investigación.
Fase 4: Evaluación	Evaluar el impacto de la propuesta planteada para los estudiantes del grado noveno.	4.1. Evaluación Informal del todo el proceso.
		4.2. Evaluación del producto final.
		4.3. Evaluación del portfolio.
Fase 5: Conclusiones y Recomendaciones	Construir conclusiones y recomendaciones que permitan identificar el impacto de la investigación escolar como trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias.	5.1. Establecer conclusiones sobre la manera en la que se ha caracterizado el concepto de trabajo práctico.
		5.2. Establecer conclusiones sobre la viabilidad y el impacto de la propuesta planteada a partir del ABP.
		5.3. Establecer conclusiones sobre la manera en que los estudiantes caracterizan los trabajos prácticos escolares.
		5.4. Establecer recomendaciones para orientar trabajos posteriores enfocados sobre los objetivos de esta propuesta.

4. Trabajo final

4.1. Resultados y análisis de la intervención

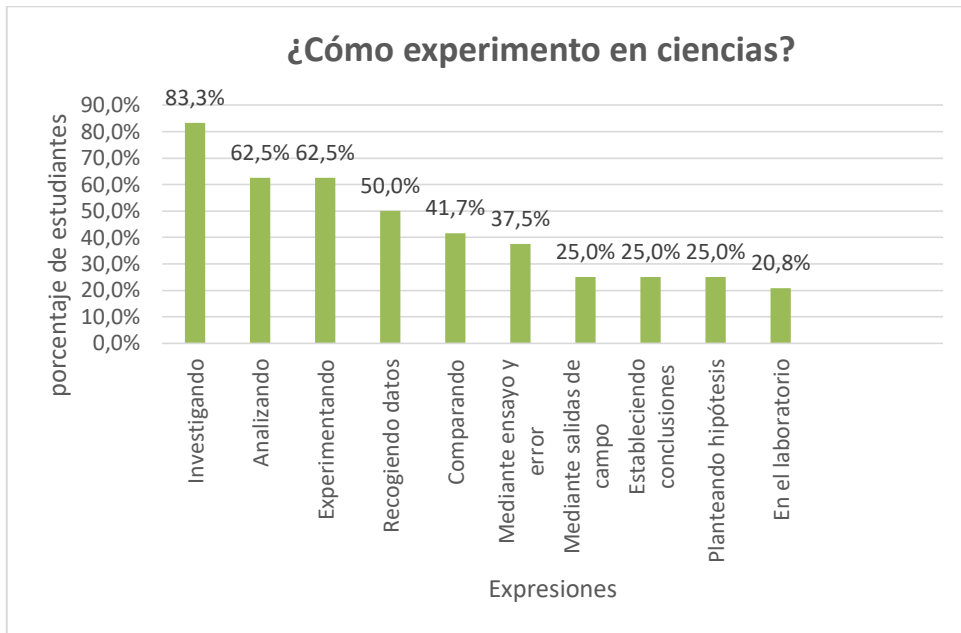
A partir del instrumento de valoración de preconcepciones se evidenció que los estudiantes relacionaron la mayoría de las imágenes con la manera en la que experimentan en ciencias, (ver Figura 4-1), lo que podría indicar que tienen una percepción amplia del trabajo práctico y esto puede deberse a la filosofía institucional del colegio donde se llevó a cabo la investigación, la cual promueve procesos de innovación educativa en los que docentes y estudiantes tienen la posibilidad de aprender a través de estrategias como la enseñanza para la comprensión, las inteligencias múltiples, el pensamiento de diseño, entre otras alternativas que facilitan el acceso a una concepción de ciencia constructiva. Llama la atención que la imagen del estudiante haciendo un análisis en el laboratorio sea la menos seleccionada. Esto último podría deberse al contexto escolar ya que dicha institución es relativamente nueva y el laboratorio está en proceso de adecuación, por lo tanto, los estudiantes de último grado, se han adaptado a ambientes donde los espacios son multifuncionales y pueden prestarse para diferentes experiencias que no necesariamente tienen que estar limitadas al laboratorio.

Figura 4-1 Resultados Instrumento concepciones sobre trabajo práctico.

Lo anterior tiene relación con los datos obtenidos a partir de la aplicación del instrumento de evaluación de aprendizaje. En este, recopilaron de manera individual y sin previo aviso, varias expresiones que representaban para ellos la manera de experimentar en ciencias. Además, cabe señalar que no se les exigió establecer un orden. En la Figura 4-2 que aparece a continuación, se presentan las más mencionadas por los 24 estudiantes. Vale la pena resaltar que ellos podían seleccionar más de una.

Se observa que el menos mencionado es el laboratorio con un 20,8%, lo que refuerza la idea de que para esta población, éste no es el único espacio mediante el cual se puede desarrollar trabajo práctico. Los datos de este instrumento también indican que los estudiantes reconocían algunos aspectos propios del hacer científico y los verbalizaron. Así, el 83,3% escribió que experimentaba en ciencias *investigando*, el 62,5 % manifestó que *analizando* y el 50% señaló *la recolección de datos* como algo clave para la experimentación. En imperativo mencionar que un porcentaje considerable de estudiantes (62,5%), manifestó experimentar en ciencias *experimentando*, lo cual indica que posiblemente los estudiantes en un principio asumían desligadas las acciones de investigar y experimentar.

Figura 4-2 Expresiones de los estudiantes para caracterizar la manera en que experimentan en ciencias.



En menor medida, señalaron la *comparación*, el *ensayo y el error*, las *salidas de campo*, las *conclusiones*, los *materiales* y el *planteamiento de hipótesis*. Esto insinúa que menos del 50% de los estudiantes reconocieron como trascendental aspectos necesarios de la investigación escolar y aunque lastimosamente el instrumento no permite identificar a qué se hace referencia exacta con investigación, por la relación de las palabras utilizadas por los estudiantes, se puede deducir que está dirigido a la acción de consultar y analizar lo consultado sin ningún tipo de estructuración lógica. Igualmente, el 62,5 % que respondió *experimentando*, lo manifestó en términos de poner en práctica y para ello hacían alusión a probetas, microscopios, libros o cálculos matemáticos, entre otros. Pareciese ser entonces que asumían el trabajo práctico como algo meramente instrumental cuyo objetivo no implicaba necesariamente plantear una metodología clara de trabajo para establecer conclusiones. Igualmente, se puede observar que ningún estudiante hizo alusión al trabajo cooperativo como estrategia para experimentar en ciencias, aspecto que evidencia la falta de reconocimiento de la construcción social del conocimiento por parte de los estudiantes.

Así pues, los datos de estos dos instrumentos realizados en la fase de implicación del proyecto, apoyan la idea de Barberá & Valdés (1996) quienes afirman que desde el quehacer diario, todos incluso los niños y jóvenes observamos, clasificamos y planteamos hipótesis pero estos procesos no conducen a la superación de creencias superficiales para aceptar y aplicar enfoques científicos que conlleven a la comprensión de los fenómenos naturales.

Las propuestas iniciales de los 6 grupos para medir la calidad del aire en el colegio (**Ver anexo C**), también evidenciaron una visión simplista de la investigación escolar y de los trabajos prácticos ya que no tuvieron en cuenta muchos aspectos para plantear sus posibles soluciones. En este sentido, en un comienzo los estudiantes invirtieron un esfuerzo considerable en consultar documentos relacionados con la medición de la calidad del aire, demostrando con ello una necesidad urgente por resolver el problema pero no un interés por profundizar en sus características. Así, en las primeras socializaciones, no lograban comunicar asertivamente sus metodologías. Hablaban indiscriminadamente de gases y material particulado, por lo que no delimitaban si el montaje a desarrollar mediría un gas específico o partículas suspendidas. Esto último, también evidenciaba falta de claridad en los conceptos claves.

A su vez, no eran conscientes de las limitaciones en los recursos para plantear sus soluciones y proponían estrategias como el análisis cromatográfico o el uso de compuestos químicos costosos sin establecer las estrategias para acceder a dichos materiales. Uno de los aspectos más relevantes es que a pesar de reconocer que el aire era una mezcla de gases, no acotaban su análisis a uno solo de ellos sino que pretendían analizarlos todos al tiempo a partir de un mismo método. En pocas palabras, en las primeras fases del proyecto fue notorio que los estudiantes carecían de elementos para construir conocimiento científico escolar ya que no escribían reflexivamente sobre su trabajo y no construían para ello los signos adecuados, (Izquierdo, Sanmartí, & Espinet, 1999).

Por otro lado, aunque el trabajo cooperativo no fue verbalizado en los instrumentos iniciales, implícitamente se convirtió en un aspecto importante desde el inicio del proyecto, ya que en las socializaciones de sus propuestas, los integrantes de los grupos se mostraban atentos y retroalimentaban las soluciones de sus compañeros con ideas que

para los oyentes eran muy valiosas. Como lo evidencia un fragmento del portafolio de una de los integrantes del G1:

“Después de haber retroalimentado nuestra propuesta con ayuda del resto de los compañeros, la redacción de la hipótesis fue más sencilla, puesto que contábamos con algunos elementos a nuestro favor.”

Bajo estas circunstancias, la docente intervino en la **fase de información** y desarrolló una socialización donde hizo consciente todos los aspectos anteriores, realizó un taller acerca de la búsqueda de información en internet e invitó a personal de SIATA para brindar una capacitación sobre el monitoreo de la calidad del aire. A partir de estas intervenciones, los 6 grupos guiados por la docente, construyeron un formato (**Ver anexo D**) que orientaba la formulación de la hipótesis que pretendía medir la calidad del aire y a través de éste, los estudiantes lograron acotar de forma eficiente su propuesta y establecer una ruta de trabajo más clara.

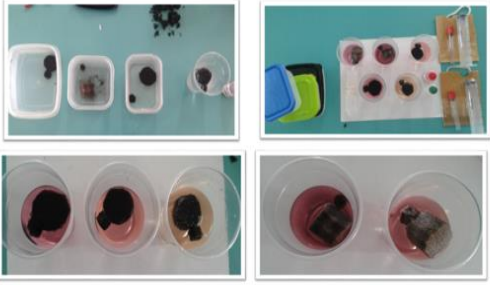
En el **anexo E** se recopilan los datos obtenidos por los estudiantes mediante la ejecución de sus montajes y el análisis establecido. Es importante resaltar que los 6 grupos propusieron procesos de medición muy diversos lo que enriqueció los resultados y para ellos mismos fue satisfactorio presenciar los logros de sus compañeros como lo manifestó uno de los participantes en su portafolio:

“En el momento en el que debíamos confrontar nuestras hipótesis estratégicas con las de los demás grupos, con el fin de establecer fortalezas, debilidades, ventajas y desventajas de cada una, me sentí de cierta forma impresionado al darme cuenta de lo creativos que podemos llegar a ser, porque no es fácil idear toda una propuesta que debe tener sus bases sobre la ciencia para demostrar algo.” Integrante G2.


La manera en la que los estudiantes recolectaron, organizaron y sustentaron la información, da cuenta del desarrollo de las competencias fundamentales propuestas por Sacristán (2008). Así pues, en sus proyectos se evidenció el uso de herramientas e instrumentos como materiales de uso doméstico, encuestas, aplicaciones online, indicadores de pH, filtros para peceras y sobre todo, la aplicación de sus saberes sobre ciencias, lo que facilitó también la interdisciplinariedad ya que articularon conceptos de

diferentes áreas como física, química, biología y tecnología. En la Figura 4-3, se presentan imágenes de los diversos montajes.

Figura 4-3 Montajes realizados por los estudiantes para la medición de la calidad del aire




Montaje G1: fabricación de tubos de difusión a partir del uso de esponjas de carbono activo, para capturar CO₂. La detección se hacía mediante indicadores de pH.




Solución con hidróxido de calcio que al reaccionar con el CO₂ del aire produce carbonato de calcio, insoluble en agua.

Montaje G2: Montaje a partir de una bomba hidráulica para pecera que permitía capturar una muestra de aire.



Montaje G3: Montaje a partir de una bomba hidráulica para pecera que permitía capturar una muestra de aire. El objetivo era evidenciar la presencia de CO₂ a partir de un cambio en la coloración dado por el indicador rojo de fenol. Esto último porque el CO₂ es un gas medianamente soluble en agua y al hacerlo acidifica el medio.



Portadiscos con una capa de pintura blanca.

Montaje G4: Detección cualitativa de material particulado mediante análisis fotográfico a partir del programa "ImageJ".



Vidrio con vaselina para capturar el material particulado.

Montaje G5: detección cualitativa de material particulado a partir de la escala de Ringelmann



Manguera para dejar pasar el aire.

Recipiente con agua y fenolftaleína. Sellado con papel chicle.

Pérdida de la tonalidad de la fenolftaleína en la medida en que el medio se acidifica por presencia de ácidos entre los que se puede encontrar el ácido carbónico.

Montaje G6: Detección de CO₂ a partir de un cambio en el pH. Se utilizó con indicador la fenolftaleína que se torna de color rosado cuando se encuentra en un medio básico.

Es importante resaltar que los montajes son adaptaciones logradas por los estudiantes durante la **fase de práctica**, que fue la más larga de todo el proyecto. Dichos montajes los construyeron a partir de sus indagaciones y de la asesoría de la docente que acompañó el proceso. Además, los educandos hicieron lectura de datos en dos lugares diferentes para poder hacer comparaciones. En su mayoría escogieron un espacio estratégico del colegio y sus casas.

El trabajo cooperativo, durante todo el proceso, fortaleció la tolerancia y el respeto por la diferencia. A su vez, el hecho de poder plantear diversas soluciones a una misma situación y de tener la decisión de aceptar o no las recomendaciones de sus compañeros, facilitó el desarrollo de la autonomía y la capacidad crítica que inevitablemente debió estar respaldada por la teoría.

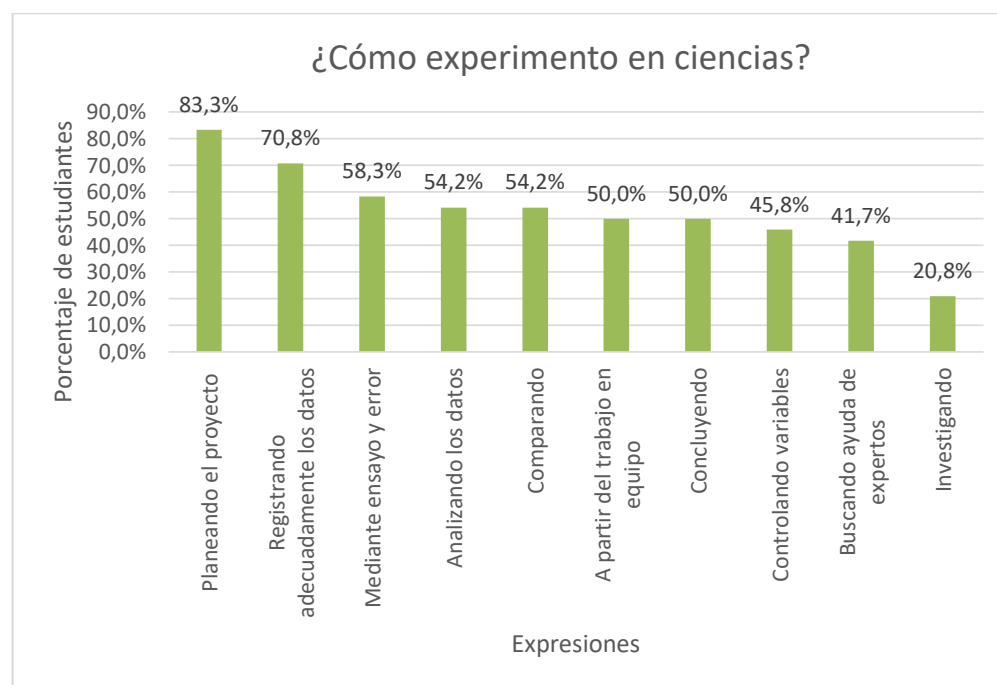
Por eso, aunque en los diferentes anexos se observan algunas imprecisiones y simbología no muy elaborada, los seis grupos dan cuenta de apoyarse en algún tipo de esquema teórico para validar la recolección de los datos. De esta manera, 4 de ellos lo hacen mediante cambios químicos, basados en la modificación de pH debido a la reacción del CO₂ con el agua para formar ácido carbónico y los dos restantes, mediante software o escalas de valoración que trataban de evidenciar cualitativamente la acumulación de material particulado. Como puede notarse entonces, los montajes de los estudiantes permiten una valoración cualitativa de la calidad del aire. Por lo tanto, si se tiene en cuenta el artículo 138 del decreto 948 de 1995 que define como aire “una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica” (Ministerio de salud, 2018), es contundente que los estudiantes detectaron en sus mediciones artesanales otros componentes a los mencionados anteriormente, ya que los grupos G4 y G5, observaron materiales sólidos de tamaño pequeño en sus muestras y el resto de grupos evidenció un cambio en el pH de la muestra de aire que absorbían mediante mangueras para mezclarlo con agua.

La transformación de la percepción de los estudiantes sobre la investigación en ciencias como trabajo práctico, se evidencia sobre todo en el desarrollo del instrumento final que consistía en responder al mismo cuestionamiento del inicio del proyecto: *¿Cómo experimento en ciencias?* Vale la pena aclarar que dicho instrumento fue desarrollado en

condiciones similares al inicial. Con esto se evitó que los participantes copiaran las respuestas de sus compañeros de equipo o buscaran información en otras fuentes.

Lo único con lo que contaban para desarrollarlo, era el conjunto de vivencias durante el proyecto. En la Figura 4-4, se recogen las expresiones más mencionadas por los participantes:

Figura 4-4 Expresiones de los estudiantes para caracterizar la manera en que experimentan en ciencias después del proyecto



En comparación con el resultado inicial, se observa que no aparece la expresión *experimentando*, lo que sugiere que los estudiantes hicieron uso de otros conceptos para detallar con mayor precisión sus concepciones sobre el trabajo práctico. Así mismo, un porcentaje menor de estudiantes (20,8 %), utilizó la expresión *investigando* para describir la manera en la que experimentaba en ciencias. El 79,2% restante, plasmó otros conceptos que hacían alusión precisa a diversas etapas de la investigación escolar. A continuación se analizarán detalladamente.

Es significativo que el 83,3% de los participantes reconociera la importancia de la planeación del proyecto, aspecto que no apareció en el instrumento inicial. Seguramente esto se debió a que durante los dos meses de ejecución, esta etapa fue la que más dificultad representó para ellos y por eso, el desarrollo consensuado del formato (**Ver anexo D**) fue clave para la evolución de las propuestas.

Un 70,8% mencionó el *registro adecuado de los datos*, aspecto que en el instrumento inicial tampoco se había tenido en cuenta y que evidencia lo representativo que fue para ellos organizar la información y plasmar sus vivencias en el portfolio. El *ensayo y el error* es una expresión que en el instrumento inicial aparecía con un porcentaje del 37,5% y en el final incrementó a un 58,3%, lo que evidencia que en la última etapa, 14 estudiantes eran más conscientes de las transformaciones que puede tener proyecto durante su ejecución y de enorme diferencia que hay entre lo que se plasma en el papel y lo que se puede desarrollar. Esto también se vio reforzado por la esencia misma del problema, ya que al ser de respuesta abierta, obligaba a los estudiantes a intentar un sinnúmero de estrategias para al final decidir por la que más les funcionaba. Lo anterior se puede apreciar en el siguiente fragmento del portfolio de una de las integrantes del G1:

“En este día, el grupo quedo un poco desanimado por el hecho de que no se pudo seguir tal cual lo que se planteó. Sin embargo, se buscó y se investigó como podríamos hacer algo parecido. Esto me deja como reflexión de que en estas cosas todo es un ensayo y error por lo cual no se puede dar por vencido ni por mal hecho el experimento, ya que con un trabajo en grupo y con disposición todo se puede o al menos se puede llegar a algo.”

Es pertinente resaltar que estos aspectos no habrían surgido a partir de las prácticas tipo receta ya que éstas no posibilitan los espacios para que los mismos educandos sean quienes construyan sus propios montajes. En el instrumento inicial la expresión *analizando* tenía un 62,5%, en el último surgió un poco más precisa como *analizando los datos* pero en un menor porcentaje (54,2%). Este resultado sugiere que a partir del proyecto, más de la mitad de los estudiantes adquirieron elementos para focalizar el análisis en los datos recogidos mediante los prototipos construidos, pero la referencia al análisis disminuyó.

Otra de las expresiones que varió fue *comparando*, la cual apareció en el inicio con un porcentaje del 41,7% y al final obtuvo un 54,2%, lo que refleja que más de la mitad de los estudiantes, reconoció que la comparación era un elemento clave para el desarrollo de la

investigación escolar y de allí el esfuerzo que pusieron en recolectar datos de diferentes lugares. Las expresiones que hacían alusión a las conclusiones también variaron su porcentaje ya que pasaron de un 25% a un 50%, evidenciándose un pequeño pero importante incremento en el reconocimiento por evaluar la idoneidad del montaje para responder a la hipótesis inicial.

Otro de los hallazgos significativos a partir del instrumento, es el reconocimiento del *trabajo en equipo* por parte de los estudiantes. Puede notarse que un 50% de los participantes lo resaltó mientras que en el instrumento inicial no se verbalizó como algo necesario para la experimentación en ciencias. Esto último indica que al menos 12 estudiantes reconocieron el trabajo cooperativo como una parte fundamental de los trabajos prácticos y a su vez evidencia la efectividad del aprendizaje basado en problemas como estrategia para fomentar la construcción social del conocimiento. Tal vez hubiese sido mejor un porcentaje más alto, pero los resultados se vuelven significativos en la medida en que se pasa de una situación en la que el trabajo en equipo ni si quiera se tiene en cuenta, a una en la que al menos 12 estudiantes lo mencionan.

Las expresiones *controlando variables* y *buscando ayuda de expertos* con porcentajes del 45,8% y el 41,7% respectivamente, tampoco se evidenciaron en los instrumentos iniciales y por lo tanto prueban que a partir del desarrollo del proyecto, los estudiantes reconocieron en los talleres y las capacitaciones por agentes externos como el SIATA, oportunidades valiosas para afianzar sus ideas. A su vez, reconocieron la importancia de analizar todos los aspectos que pueden afectar los resultados de sus mediciones y por ende, las limitaciones de las conclusiones.

Los datos arrojados por la autoevaluación y la coevaluación (Figuras 4-5 y 4-6 respectivamente) indican que los estudiantes trabajaron cooperativamente, sabiendo respetar la palabra y escuchando las opiniones de los demás. Además, evidencian que cada equipo tuvo claro el objetivo de las actividades propuestas, lo que a su vez conllevó a que los participantes se vieran motivados y emocionalmente involucrados con el desarrollo de las mismas. Aspecto que también se ve reflejado en el portafolio de un integrante del G3:

“Con este proyecto me pude dar cuenta que sea con experimentos caseros, con experimentos avanzados y tecnológicos o con simplemente observar el ambiente los humanos si nos damos cuenta de la problemática, sin embargo, aunque todo esto se haga,

la mayoría de personas sigue ignorando.. Ahora que he detectado la realidad de nuestro aire, estoy motivada a contribuir para transformarlo.”

Esto último sugiere que el planteamiento del problema, fue lo suficientemente motivador para los participantes.

Figura 4-5 Autoevaluación Promedio General.

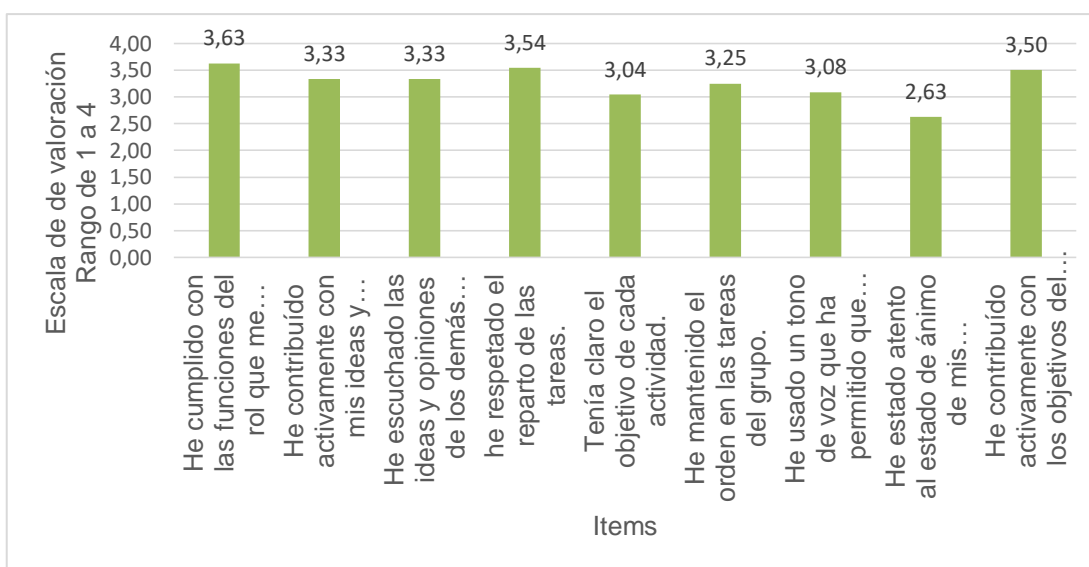
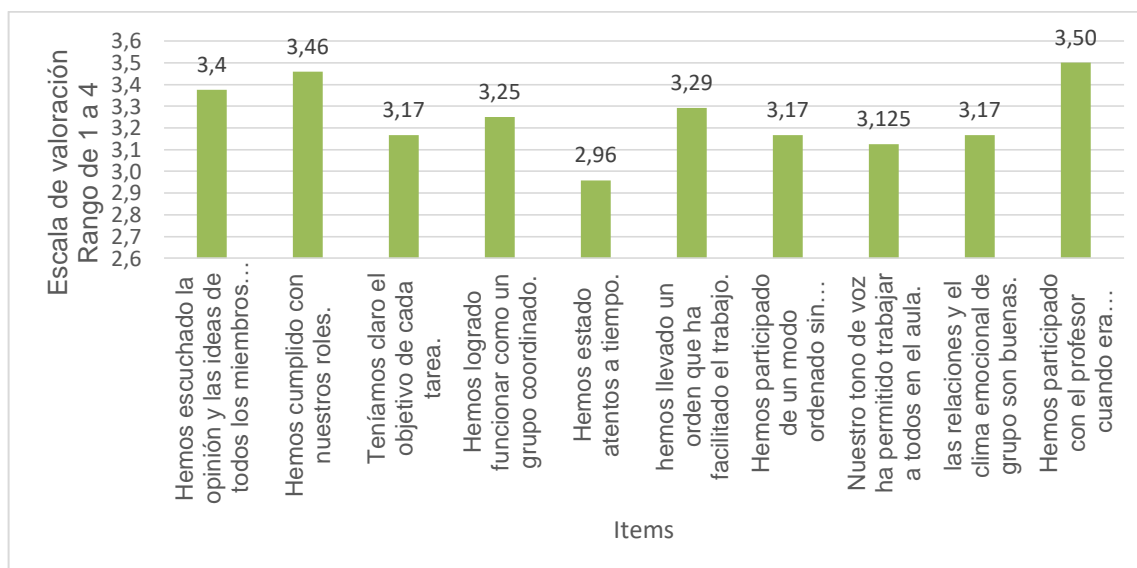


Figura 4-6 Coevaluación Promedio General



5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Los análisis evidenciaron que debido a las características propias de la institución educativa donde se llevó a cabo la propuesta, los estudiantes mostraron una concepción amplia de trabajo práctico en tanto no lo reducían a una actividad de laboratorio sino que asociaban a la misma experiencias de diversos tipos como trabajo de campo, demostraciones o interacción con equipos dentro del aula de clases. Sin embargo, cuando verbalizaron la manera en la que experimentaban en ciencias, describieron pocas acciones que sugerían una concepción de trabajo práctico meramente instrumental cuyo objetivo no implicaba necesariamente plantear una metodología clara de trabajo para establecer conclusiones. Igualmente, pudo observarse que ningún estudiante hizo alusión al trabajo cooperativo como estrategia para experimentar en ciencias, aspecto que evidenció la falta de reconocimiento de la construcción social del conocimiento. Este hallazgo se relaciona con las afirmaciones de Barberá & Valdés (1996) quienes plantean que desde el quehacer diario, todos observamos, clasificamos y planteamos hipótesis pero estos procesos no conducen a la superación de creencias superficiales para aceptar y aplicar enfoques científicos más sofisticados que conlleven a la comprensión de los fenómenos naturales.

Por otro lado, los resultados obtenidos después del desarrollo de esta propuesta sugieren que el aprendizaje basado en problemas es una estrategia idónea para potenciar la investigación escolar a partir de situaciones propias del contexto. Hallazgos que son congruentes con aquellos presentados por Bravo (2014) en su trabajo.

Así pues, la indagación a partir de una pregunta problematizadora posibilitó la construcción de conocimiento científico escolar mediante la discusión sobre los experimentos e incentivó la escritura, la organización y el análisis reflexivo de los datos, aspectos que desde la postura de Izquierdo, Sanmartí, & Espinet (1999) son fundamentales para alcanzar un saber científico escolar. Uno de los componentes que mayor fuerza tuvo en los resultados, fue el trabajo cooperativo a partir del cual los participantes argumentaron y validaron sus propuestas, facilitándose con ello, la construcción social del conocimiento.

Los resultados también indican que la metodología del ABP favoreció a que aspectos como la planeación del proyecto, el registro y análisis de los datos, la comparación, el control de variables, la ayuda de expertos y las conclusiones, tomaran relevancia para los estudiantes dentro del trabajo práctico en ciencias. Otro de los hallazgos que llamó la atención fue el énfasis que le dieron los estudiantes al ensayo y el error durante el proyecto, lo que indica que mediante este tipo de estrategias escolares, se facilitan espacios para que los educandos asuman una noción de investigación escolar más realista y menos idealista en tanto que los confronta con aquello que planean y con aquello que logran concretar.

Esta propuesta además permitió valorar las posibilidades de las preguntas abiertas mediante las cuales los participantes pusieron en práctica su creatividad para encontrar diversas soluciones y así enriquecieron las discusiones. Sin embargo, también quedó claro que el aprendizaje basado en problemas es una estrategia cuya ejecución exige tiempo dentro del cronograma escolar, ya que es una metodología abierta en la que se avanza al ritmo de los estudiantes y en muchas ocasiones toca retomar procesos para aclarar dudas, concretar conceptos y reorganizar procedimientos.

Finalmente los anteriores elementos, dan cuenta de que el aprendizaje basado en problemas es una estrategia didáctica que contribuyen al uso del contexto como escenario problematizador para el desarrollo de trabajos prácticos de tipo

investigativo en ciencias y facilita el desarrollo de las competencias fundamentales propuestas por Sacristán (2008).

A partir de lo anterior, se puede concluir que los objetivos trazados para esta propuesta se cumplieron.

5.2. Recomendaciones

La filosofía institucional del colegio el desarrollo de la investigación debido a que los estudiantes ya estaban familiarizados con el trabajo por proyectos, por eso, abordar las clases desde el aprendizaje basado en problemas no implicó para ellos choque metodológico. Sería importante para futuras investigaciones, llevar a cabo la propuesta con población que no haya tenido relación con este tipo de metodologías para evaluar los resultados y las debidas adaptaciones. Igualmente, puede ser interesante replicarlo con estudiantes de grados menores para evidenciar cómo influye la madurez psicológica de los estudiantes en este tipo de propuestas.

Por otra parte, debido a las limitaciones del tiempo, los instrumentos aplicados durante esta propuesta no pudieron ser validados con un número significativo de individuos, por lo que se hace pertinente enfatizar en este aspecto en futuras investigaciones.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., . . . Tuan, H.-L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 3(88), 397-419.
- Asimov, I. (2003). *Breve historia de la química*. (A. C. Villena, Trad.) Madrid: Alianza editorial.
- Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Investigación y experiencias didácticas*(14), 365-379.
- Barrios-Estrada, A. (2014). Una perspectiva histórica sobre la formación de maestros de ciencias naturales en Colombia. *Revista Historia de la educación Colombiana*, 17(17), 101-136.
- Bravo, I. (2014). La investigación escolar como elemento metodológico para el aprendizaje del tema químico en grado 10-2 de la I.E Alberto carvajal borrero. Palmira, Valle, Colombia. Recuperado el 15 de 10 de 2016, de http://www.bdigital.unal.edu.co/47648/1/12999076_lvan.pdf
- Caamaño. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. *Aula de innovación educativa*. Obtenido de <http://files.materiales-para-cfc-cm1524.webnode.mx/200000006-6c1bd6d11d/Anexo%20S1P1.pdf>
- Caamaño. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*(39). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/39207515_Experiencias_experimentos_ilustrativos_ejercicios_practicos_e_investigaciones_una_clasificacion_util_en_los_trabajos_practicos
- Caamaño. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 16, 10-19.

- Cárdenez, Martínez, Santa, & Domínguez. (2005). *Aprender química para un futuro sostenible. Aspectos CTSA en la química de 2° de bachillerato utilizando las TIC*. Recuperado el 15 de 10 de 2016, de Grupo Ientiscal de didáctica de la física y la química: <http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article1200>
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 23(2), 157-181.
- Cerini, B., Murray, I., & Reiss, M. (2003). *Student review of the science curriculum: major findings*. London: Planet sciences.
- Colmenares, A., & Piñero, L. (2008). La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, 14(27), 96-114.
- Congreso de Colombia. (1903). *Minieducación*. Obtenido de DIARIO OFICIAL NÚMERO 11,931 viernes 30 de Octubre de 1903 : http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-102524_archivo_pdf.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (08 de 02 de 1994). *Minieducación*. Obtenido de Ley 115 de febrero 8 de 1994: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Constitución nacional de Colombia. (1991). *Cosntitución Colombia*. Obtenido de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-2/articulo-67>
- Del Pozo, M. (2009). *Aprendizaje inteligente*. Barcelona: Gráficas Campás.
- Dillon, J. (2008). *Score-Education*. Obtenido de A Review of the Research on practical Work in School Science: http://www.score-education.org/media/3671/review_of_research.pdf
- Domin, D. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Chemical Education Research*, 543-547.
- Falk, J., & Dierking, L. (2003). personal meanig mapping. En C. Caban, J. Scott, J. Falk, & L. Dierking, *Museums and creativity: A study into the role of museums in desing education* (págs. 10-18). sydney: Powerhouse publishing.
- Fundación Telefónica. (2015). Una selva cooperativa. En A. Calvo, *Viaje a la escuela del siglo XXI* (págs. 69-85). Madrid: Fundación Telefónica.
- García-Barros, S., & Martínez-Lozada, C. (2003). Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria . *Enseñanza de las ciencias*, 5-16.

- García-Barros, S., Martínez-Losada, C., & Mondelo-Alonso, M. (1995). El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 13(2), 203-209.
- Gobernación, d. A. (2016). Obtenido de Plan de desarrollo Antioquia piensa en grande: http://antioquia.gov.co/images/pdf/ORDENANZA%20PLAN%20DE%20DESARROLLO%20DE%20ANTIOQUIA%202016-2019_FirmaEscaneada.pdf
- Habermas, J. (1982). *Conocimiento e interés*. Madrid: Taurus.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- ICFES. (2017). *Informe nacional de resultados Colombia en PISA 2015*. Obtenido de <http://www.icfes.gov.co/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/evaluaciones-internacionales-investigadores/pisa/pisa-2015/2934-informe-nacional-pisa-2015/file?force-download=1>.
- Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. (16 de 02 de 2017). *Tecnológico de Monterrey*. Obtenido de http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abp.pdf
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Investigación didáctica*, 17, 45-59.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 7(39), 551-581.
- Kirschner, P. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science and education*(1), 273-299.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory, activities, science education and problem-solving skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677-1686.
- Leroi-Gourhan, a. (1971). *El gesto y la palabra*. (F. Carrera, Trad.) Caracas: Ediciones de la biblioteca Universidad central de Venezuela.
- Marín-Martínez, N. (2011). Evaluación de propuestas de cambio conceptual hechas desde la psicología cognitiva. Reflexiones sobre el aprendizaje de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(3), 255-268.
- Miguens, M., & Garrett, R. (1991). Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades. *Investigación y experiencias didácticas*, 9, 229-236.
- Ministerio de Educación Nacional. (03 de 14 de 2006). *Altablero*. (M. d. nacional, Productor) Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-107411.html>

- Molina, M., Carriazo, J., & Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *TED*, 103-122.
- Morales, M. (2008). Empleo del aprendizaje basado en problemas(ABP). Una propuesta para acercarse a la química verde. *Tecnología en marcha*, 21, 41-48.
- Noy, J.-M. (2011). La resolución de problemas lúdicos y el trabajo práctico de laboratorio como estrategia didáctica para el aprendizaje de las ciencias en el ciclo tres de educación básica. *Revista Iberoamericana de Educación*(55), 1-16.
- República de Colombia. (19 de 06 de 2002). *Minieducación*. Obtenido de Decreto 1278 de Junio 19 de 2002: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86102_archivo_pdf.pdf
- Rodriguez-Soto, W., & Hernadez-Barbosa, R. (2015). Trabajos prácticos, una reflexión desde sus potencialidades. *Revistas Góndola, Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 15-34.
- Sacristan, G. (2008). *Educar por competencias ¿Qué hay de nuevo?* Madrid: Ediciones Morata.
- Salcedo, L., Villareal, M., Zapata, P., Rivera, J., & Colmenarez, E. y. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Enseñanza de las ciencias*(7). Recuperado el 09 de 2016, de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp209pralab.pdf
- Seferian, A. (2010). Situaciones problemáticas de Química diseñadas como pequeñas investigaciones en la escuela secundaria desde un encuadre heurístico a partir de una situación fortuita que involucra reacciones ácido-base. *Investigación como enseñanza*, 21(3), 254-259.
- Tamir, P., & García-Rovira, M. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en cataluña. *Investigación y experiencias didácticas*(10), 3-12.
- Tenreiro-Vieira, C. y.-V. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3), 452-466.
- UNESCO. (1 de julio de 1999). *Programa en Pro de la Ciencia: Marco general de la acción*. Recuperado el 18 de 09 de 2016, de http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- Unesco. (1999). *Unesco*. Obtenido de La ciencia para el siglo XXI Un nuevo compromiso: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001229/122938so.pdf>

- UNESCO. (2016). *UNESCO*. Obtenido de Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002447/244733s.pdf>
- Vazquez, E., Becerra, A., & Ibañez, S. (2014). La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas. 1. Bogotá, Colombia. Recuperado el 27 de 11 de 2016, de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/5563/9248>
- Woolnought, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Anexos

A. Anexo: Diagnóstico concepciones sobre trabajo práctico



I.E. SAN JOSÉ MANYANET

Misioneras Hijas de la Sagrada Familia de Nazaret

“Educamos la mente y el corazón de las nuevas generaciones”

Nombre: _____ Fecha: _____

De las siguientes situaciones, ¿Cuál o cuáles crees que representan mejor el trabajo práctico en química?
Selecciona una o varias

- a. Grupo analizando de manera casera el PH del suelo.



Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=1SWcfBi2p10>

- b. Profesora haciendo una demostración en clase.



Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=kvzBM7b8Dvg>

- c. Niños inflando una bomba con el gas liberado de la reacción del bicarbonato de sodio con vinagre.



Tomado de: <https://i0.wp.com/educaconbigbang.com/wp-content/uploads/2013/11/infla-un-globo-con-una-botella-vinagre-y-bicarbonao-1.jpg>

- d. Estudiantes haciendo un análisis en el laboratorio.



Tomada de <https://fccc.us.es/galeria-aulas>

B. Anexo: Instrumento diagnóstico: concepciones sobre el trabajos prácticos

|

¿Cómo experimento en ciencias?

C. Anexo: Propuestas iniciales de los estudiantes

GRUPO	PROPUESTA INICIAL
G1	"Uso de tubos de difusión a modo de filtros, que pretenden captar las partículas de distintos componentes contaminantes por medio de algunos compuestos químicos accesibles; carbono activado, hidróxido de litio, y foliar. Estos tubos son colocados en varias zonas para realizar comparaciones."
G2	"Llevar a cabo investigaciones a través de trabajo de campo en Itagüí y en el centro de Medellín, con el fin de establecer comparaciones y conclusiones. También se pretende comparar los resultados obtenidos con los arrojados por alguna app. Además, recoger datos sobre la temática por medio de encuestas y sondeos"
G3	"Implementación de algún tipo de papel o tela especial, que pueda atrapar las partículas gaseosas contaminantes. También buscan llevar a cabo una prueba piloto con relación a la medición del dióxido de carbono, a través de un experimento con agua y hielo seco".
G4	"Uso de esponjas de carbono activado, con las que se pretende absorber los gases de una zona determinada. Posterior a ello, utilizar el método de la cromatografía para establecer la concentración de la contaminación. También se busca analizar la salud de las personas de dicha zona, con el fin de establecer mejores conclusiones".
G5	"Uso de vidrios permeados con vaselina, colocados en puntos estratégicos con mayor y menor contaminación para establecer conclusiones. También se pretende utilizar de alguna manera la idea de las esponjas o del filtro".
G6	"Hacer un filtro que a través de una membrana semipermeable permite el paso e identificación de sustancias gaseosas".

D. Anexo: Formato para presentación de la propuesta



I.E. SAN JOSÉ MANYANET


Misioneras Hijas de la Sagrada Familia de Nazaret

“Educamos la mente y el corazón de las nuevas generaciones”



Aspecto	descripción
Tipo de emisión a analizar	
Tipo de gas analizar	
Tipo de muestra a utilizar	
Método de extracción a utilizar	
Metodología de extracción	
Variables a controlar	
Materiales e instrumentos requeridos	

E. Anexo: Formato de autoevaluación y coevaluación



Mi evaluación

He cumplido con las funciones del rol que me correspondía.

1	2	3	4
---	---	---	---

He contribuido activamente con mis ideas y opiniones.

1	2	3	4
---	---	---	---

He escuchado las ideas y opiniones de los demás con atención.

1	2	3	4
---	---	---	---

He respetado el reparto de las tareas.

1	2	3	4
---	---	---	---

Tenía claro el objetivo de cada actividad.

1	2	3	4
---	---	---	---

He mantenido el orden en las tareas del grupo.

1	2	3	4
---	---	---	---

He usado un tono de voz que ha permitido que todos podamos trabajar en la misma aula.


1	2	3	4
---	---	---	---

He estado atento al estado de ánimo de mis compañeros.

1	2	3	4
---	---	---	---

He contribuido activamente con los objetivos del grupo.

1	2	3	4
---	---	---	---



Nuestra evaluación

Hemos escuchado la opinión y las ideas de todos los miembros del grupo.

1	2	3	4
---	---	---	---

Hemos cumplido con nuestros roles.

1	2	3	4
---	---	---	---

Teníamos claro el objetivo de cada tarea.

1	2	3	4
---	---	---	---

Hemos logrado funcionar como un grupo coordinado.

1	2	3	4
---	---	---	---

Hemos estado atentos al tiempo.

1	2	3	4
---	---	---	---

Hemos llevado un orden que ha facilitado el trabajo.

1	2	3	4
---	---	---	---

Hemos participado de un modo ordenado sin hablar los unos por encima de los otros, sino en turnos.

1	2	3	4
---	---	---	---

Nuestro tono de voz ha permitido trabajar a todos los grupos en el aula.

1	2	3	4
---	---	---	---

Las relaciones y el clima emocional del grupo son buenas.






1	2	3	4
---	---	---	---




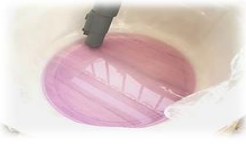


Hemos participado con el profesor cuando era necesario.


1	2	3	4
---	---	---	---




F. Anexo: Tablas de datos recolectados por los estudiantes.




I. Tabla de datos G6




MONTAJE #1 (COLEGIO SAN JOSÉ MANYANET – ITAGUI)				
FECHA	COLORACION	pH	AMBIENTE	ANÁLISIS
20/10/17			Sin resultado.	<p>La disolución presenta un tono fucsia fuerte, esto debido a que la fenolftaleína reconoce la basicidad de ésta.</p> <p>pH = 12. La disolución tiene un pH básico debido a la presencia de la sosa cáustica.</p>
23/10/17				<p>La disolución presenta un tono fucsia levemente fuerte, esto debido a que el gas contaminante empieza a actuar en ésta.</p> <p>pH = 11. La disolución sigue teniendo un pH básico, pero en un grado más bajo, ya que comienza a acidificarse.</p> <p>El cielo presenta gran cantidad de nubosidades densas.</p>

25/10/17				<p>La disolución presenta un tono fucsia levemente suave, esto debido a que el gas contaminante ya ha estado actuando en ésta.</p> <p>pH = 11. La disolución conserva su pH básico, ya que si bien ya ha comenzado a acidificarse, no ha sido lo suficiente para reducirse en un nivel más.</p> <p>El cielo presenta poca cantidad de nubosidades densas.</p>
27/10/17				<p>La disolución presenta un tono rosado levemente fuerte, esto debido a que el gas contaminante ya ha actuado bastante más.</p> <p>pH = 10. La disolución conserva su pH básico, pero ya se ha reducido en un nivel más.</p>

MONTAJE #2 (COLEGIO SAN JOSÉ MANYANET - ITAGÚ)				
FECHA	COLORACIÓN	pH	AMBIENTE	ANÁLISIS
20/10/17			Sin resultado.	<p>La disolución presenta un tono fucsia fuerte, esto debido a que la fenolftaleína reconoce la basicidad de ésta. Esta disolución se ve aparentemente más oscura, pero es porque el volumen de este recipiente es más pequeño.</p> <p>pH = 12. La disolución tiene un pH básico debido a la presencia de la sosa cáustica.</p>

23/10/17				<p>La disolución presenta un tono fucsia levemente fuerte, esto debido a que el gas contaminante empieza a actuar en ésta. Se sigue conservando la tonalidad más oscura en comparación con el otro montaje.</p> <p>pH = 11. La disolución sigue teniendo un pH básico, pero en un grado más bajo, ya que comienza a acidificarse.</p> <p>El cielo presenta gran cantidad de nubosidades densas.</p>
----------	--	--	---	---

<p>25/10/17</p>				<p>La disolución presenta un tono fucsia levemente suave, esto debido a que el gas contaminante ya ha estado actuando en ésta. Se sigue conservando la tonalidad más oscura en comparación con el otro montaje.</p> <p>pH = 11. La disolución conserva su pH básico, ya que si bien ya ha comenzado a acidificarse, no ha sido lo suficiente para reducirse en un nivel más.</p> <p>El cielo presenta poca cantidad de nubosidades densas.</p>
-----------------	---	---	--	--

<p>27/10/17</p>				<p>La disolución presenta un tono rosado levemente fuerte, esto debido a que el gas contaminante ya ha actuado bastante más. Se sigue conservando la tonalidad más oscura en comparación con el otro montaje.</p> <p>pH = 10. La disolución conserva su pH básico, pero ya se ha reducido en un nivel más.</p> <p>El cielo presenta un firmamento soleado libre de nubosidades densas.</p>
-----------------	--	--	---	--




MONTAJE #3 (LA ESTRELLA – ZONA CERCANA AL METRO)				
FECHA	COLORACIÓN	pH	AMBIENTE	ANÁLISIS
28/10/17			Sin resultado.	<p>La disolución presenta un tono fucsia fuerte, esto debido a que la fenoltaleína reconoce la basicidad de ésta.</p> <p>pH = 12. La disolución tiene un pH básico debido a la presencia de la sosa cáustica.</p>
30/10/17				<p>La disolución presenta un tono rosado levemente fuerte, esto debido a que el gas contaminante ya ha actuado bastante en ésta.</p> <p>pH = 8. La disolución sigue teniendo un pH básico, pero en un grado muy cercano a la neutralidad, ya que por motivo de las emisiones contaminantes por parte del tráfico vehicular, la disolución se acidificó a mayor</p>





CONCLUSIONES FINALES DEL EXPERIMENTO:


- En el caso de los montajes #1 y #2, ubicados en el Colegio San José Manyanet de Itagüí, se puede afirmar que la aplicación de la hipótesis estratégica grupal generada fue satisfactoria; lo anterior, debido a que en primera instancia, la coloración de la disolución del montaje (conformada por 1000c. c de agua desmineralizada + 1g. de sosa cáustica + 10 gotas de fenoltaleína) fue disminuyendo conforme los días iban pasando; además, teniendo en cuenta el dato cuantitativo del nivel del grado del pH según su escala, también se evidencia que la disolución pasó de estar en un grado de 12 (en el día del montaje), a estar en un grado de 10 (en el día del desmontaje). Cabe destacar que aunque los volúmenes de los recipientes del montaje #1 y del montaje #2 eran diferentes, y a pesar de que visualmente la coloración del montaje #2 siempre fue más fuerte que la del montaje #1, las cantidades de los materiales utilizadas en ambos montajes fueron las mismas, y por ende, los resultados obtenidos también.
- En el caso del montaje #3, ubicado en una zona cercana al metro de La Estrella, se puede afirmar que la aplicación de la hipótesis estratégica grupal generada fue satisfactoria; sin embargo, en este caso se evidenció una particularidad bastante llamativa, y fue que si bien los cambios en la coloración de la disolución se presentaron con normalidad como en los montajes #1 y #2, hubo un cambio radical en el nivel del grado del pH de la disolución (28/10/17 – 30/10/17), ya que éste pasó de ser de 12, a ser de 8. De lo anterior, se puede decir que esta situación se presentó debido a la ubicación del montaje, al estar en una zona cercana al metro, las emisiones contaminantes tienden a ser más continuas y densas; por otra parte, también hay que tener en cuenta que cerca la casa en donde se ensambló el montaje, hay un negocio de comidas rápidas, que también aporta al contexto. Si bien es cierto, que dadas estas variables no se puede concluir con plena seguridad que La Estrella es más contaminada que Itagüí, si se puede afirmar que por lo menos en el sector cercano al metro de La Estrella, se presenta un mayor número de emisiones contaminantes en comparación con las emitidas en el sector del colegio.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los tres montajes, y su posterior análisis, se puede concluir que realmente la propuesta presentada para responder a la pregunta: ¿Cómo medir la calidad del aire en el municipio de Itagüí?, fue pertinente, durable y viable. La forma en que se puede confirmar que los datos recogidos son confiables y verídicos, es el hecho de aplicar el concepto de la reacción entre el dióxido de carbono y el agua, la





cual produce ácido carbónico, que es soluble en el agua; por lo tanto, este concepto explica el porqué de la disminución periódica en el nivel del grado del pH, y el porqué de la disminución en la coloración de la disolución, ya que a medida que ésta se iba acidificando, iba perdiendo tonalidad.



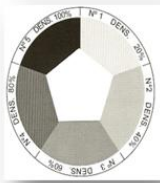

II. Tabla de datos G5

PROTOTIPO					
FECHA	REGISTRO-FILTRO-EN-LUGAR-CONTAMINADO	REGISTRO-FILTRO-EN-LUGAR-NO-TAN-CONTAMINADO	ESCALAS-RINGELMAN	AMBIENTE	ANALISIS
26/10/17				No hubo registro del ambiente ya que el 27 de Octubre íbamos a comenzar hacer el muestreo.	Ese día se tuvo en cuenta la escala de Ringelmann comenzando desde el primer ton que es un blanco, ya que este filtro aún no había recogido ningún tipo de partículas.
¶	¶	¶	¶	¶	¶
¶	¶	¶	¶	¶	¶
¶	¶	¶	¶	¶	¶
					Este día

¶	¶	¶	¶	¶	recolectaron los primeros datos, teniendo en cuenta el lugar que decidimos situar los dos filtros.
¶	¶	¶	¶	¶	Se pudo observar un cambio en los dos filtros, pero en su mayoría en el filtro situado en el colegio, demostrando así que este es un lugar en constante flujo de contaminantes.
¶	¶	¶	¶	¶	Relacionando con la escala de grises se puede analizar un:
27/10/17					

					<p>cambio del color inicial (blanco) comenzando el siguiente; esto se denota en la coloración que toma la vaselina.¶</p> <p>Igualmente el día viernes fue un día poco lluvioso y nublado; estuvo mucho más abierto que otros días.α</p>
¶ 28/10/17α	¶	¶	¶		<p>Como se puede observar en las imágenes; cada día se observa mucho más avance y cambios en los dos filtros; tanto en las</p>

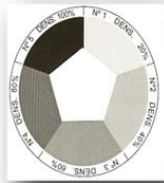

					<p>moléculas que se centran en la vaselina como en el tono se va tomando la misma; dejando su color inicial.¶</p> <p>Igualmente como lo demuestra el ambiente fue un día un poco nublado y lluvioso por lo que esto pudo crear un cambio en el registro fotográfico.¶</p> <p>En este punto la vaselina a <u>captado</u> gran cantidad de moléculas por lo que su color a estado en constante cambio se</p>
			<p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>α</p>		



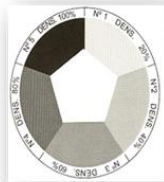

<p>29/10/17^a</p>					<p>puede ver como ha pasado al segundo color de la escala.</p> <p>En esta fecha durante la mayor parte del día hizo sol, aunque se evidenciaban ciertas nubes en el cielo. Con las partículas que se retuvieron en la vaselina del filtro que está ubicado en la parte con más contaminación se pudo observar que cada vez este vidrio se va poniendo de un color más oscuro. Con</p>
-----------------------------	---	---	--	---	---

					<p>del filtro que está ubicado en la parte con más contaminación se pudo observar que cada vez este vidrio se va poniendo de un color más oscuro. Con esta investigación es que hemos hecho que aprendimos que los diferentes contaminantes pueden afectar al clima, hay unos que hacen que el planeta se caliente y otros lo contrario, por lo tanto la conclusión</p>
--	--	--	--	--	---

					que nosotros sacamos es que la contaminación que había en este día, calentó un poco el planeta, pensamos esto ya que últimamente los días han sido demasiado fríos y en esta fecha no fue así. Además de que los contaminantes es que pueden hacer que el planeta se caliente son los automóviles y los contaminantes liberados por las
--	--	--	--	--	---








					chimeneas de las fábricas y en la parte donde pusimos ese filtro eso es lo que más se ve. En la escala de grises, el vidrio este día está en un N° 2 que se puede observar en la imagen de la escala. ▢
¶	¶	¶	¶	¶	En este día el día fue muy nublado y pudimos ver que de la fábrica que hay al frente del colegio, por la chimenea salía mucha contaminación por lo tanto
¶	¶	¶	¶	¶	
¶	¶	¶	¶	¶	
¶	¶	¶	¶	¶	
¶	¶	¶	¶	¶	
¶	¶	¶	¶	¶	








<p>30/10/17</p>				<p>el vidrio también iba a estar mucho más oscuro, en la escala de grises el vidrio estaba en un color casi llegando al N° 3, aunque le faltaba un poquito para llegar exactamente a este color. En el vidrio que está en el lugar no tan contaminado no se evidencia tanto cambio y que allí el aire es más puro.</p>
-----------------	---	--	---	--









<p>31/10/17</p>					<p>Como se puede observar, el día estuvo muy nublado y esto hace que la contaminación aumente, ya que al haber tanta nubosidad las partículas de la contaminación no se desplazan y hacen que queden represadas en el ambiente.</p>
<p></p>	<p></p>	<p></p>	<p></p>	<p></p>	<p>Como se puede observar en esta última toma de avances, se ve notoriamente cuál de los</p>


<p>01/10/17</p>					<p>dos filtros está más contaminado s además este último día de recolección de datos el día estuvo cálido y esto hace que la contaminación no se acumule tanto en la troposfera ya que al haber tan poca nubosidad las partículas de la contaminación se desplazan y hacen que no queden represadas en el ambiente.</p>
-----------------	---	---	--	---	---









III. Tabla de datos G4

MONTAJE #1 Colegio San José Manyanet					
FECHA	LUGAR	MONTAJE	AMBIENTE	ANÁLISIS	ANÁLISIS POR LA APP
27/10/17		<p>ANTES DE LA EXPOSICIÓN</p> 		<p>El portadiscos se halla limpio en su superficie, y con el uso de la aplicación descartamos la presencia de polvo en gran parte de su superficie.</p>	
30/10/17		<p>DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN</p> 		<p>Luego de un periodo de exposición de cerca de 72 horas, a simple vista se puede notar como desde una vista vertical el portadiscos se ha ensuciado como consecuencia del polvo del aire, y con la aplicación se comprobó esto. (Ver diapositivas)</p>	

MONTAJE #2 Colegio San José Manyanet					
FECHA	LUGAR	MONTAJE	AMBIENTE	ANÁLISIS	
01/11/17		ANTES DE LA EXPOSICIÓN 		El portadiscos ha sido limpiado completamente y mediante la aplicación se ha comprobado una ausencia de polvo en la superficie, y se espera obtener resultados similares a los del montaje #1	
03/11/17				Para este montaje tuvimos problemas ya que la superficie del portadiscos entró en contacto con agua y esto "lavó" la superficie lo que hizo que el polvo se disipara afectando el resultado.	

MONTAJE #3 Sector Suramerica					
FECHA	LUGAR	MONTAJE	AMBIENTE	ANÁLISIS	
01/11/17		ANTES DE LA EXPOSICIÓN 		El portadiscos ha sido limpiado completamente y mediante la aplicación se ha comprobado una ausencia de polvo en la superficie, y se espera obtener resultados similares a los del montaje #1	
03/11/17		DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN 		A nivel visual no hay cambios considerables en comparación a como se hallaba el portadiscos al comienzo de la exposición, esto puede ser gracias al poco flujo vehicular de la zona y la cercanía de árboles que ayudan a mantener un aire considerablemente limpio.	

MONTAJE #4 Colegio San José Manyanet					
FECHA	LUGAR	MONTAJE	AMBIENTE	ANÁLISIS	ANÁLISIS POR LA APP
08/11/17		<p>ANTES DE LA EXPOSICIÓN</p> 		Replicamos los modelos anteriores y los expusimos en la institución, mediante la app confirmamos que la superficie estaba limpia y la sometimos a la exposición al ambiente por 48 horas	
10/10/17		<p>DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN</p> 		Transcurridas las 48 horas procedimos a tomar la foto de la superficie, incluso antes del análisis nos sorprendió lo sucia que estaba la superficie, y el resultado de la app fue alarmante, el área negra era sorpresivamente alta	

MONTAJE #5 Sector Suramerica					
FECHA	LUGAR	MONTAJE	AMBIENTE	ANÁLISIS	ANÁLISIS POR LA APP
08/11/17		<p>ANTES DE LA EX</p>  <p>POSICIÓN</p>		Replicamos los montajes anteriores para obtener más datos, en esta ocasión en el sector suramerica, escogimos la misma zona con el propósito de revisar los datos obtenidos y comenzamos la exposición.	
10/10/17		<p>DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN</p> 		En esta ocasión, lo resultados fueron muy diversos a los últimos en este sector, este cambio se le puede atribuir a la cantidad de autos que pasaron por el sector debido al cierre de una vía cercana, aumentando así el "polvo" en la superficie.	



Conclusiones



- La calidad del aire es inversamente proporcional a la cantidad de polvo presente en el ambiente.
- El llamado polvo es material participado que es residuo de todas las actividades humanas.
- La presencia de industrias y el flujo vehicular son factores que influyen en la calidad del aire de un sector.
- La cantidad de flujo vehicular y la presencia de industrias son inversamente proporcionales a la calidad del aire; esto debido a la cantidad de residuos que estos arrojan al ambiente y al suelo, deteriorando así el equilibrio de los ecosistemas.
- La cantidad de árboles es directamente proporcional a la calidad del aire; ya que estos ayudan a eliminar los excesos de CO₂ y demás compuestos presentes en el aire y la tierra.



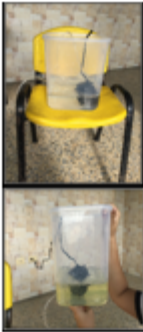

CIBERGRAFÍA


http://www.planifica-consultores.com/articulos/medidor_casero_del_polvo_del_aire.pdf


IV. Tabla de datos G3


FECHA	COLORACIÓN	PH	AMBIENTE	ANÁLISIS	MEDICIÓN
14-DE-OCTubre-de-2017		Básico (8,3-10) mediante el indicador de la Fenolftaleína	Sin resultado	La disolución presenta una coloración púrpura gracias a la presencia de fenolftaleína en el recipiente que contiene unos compuestos básicos (detergente). Por tal motivo:	15 gotas de Fenolftaleína
21-de-October-de-2017		Básico (8,3-10) y luego neutro. mediante el indicador de la Fenolftaleína	Sin resultado	Se introdujo fenolftaleína a la disolución que estaba compuesta por agua y jab. Después de esto, la disolución se tornó violeta lo cual demostraba basicidad en ella. Seguido a esto, introducimos un trozo de hielo seco el cual hizo que el recipiente fuera perdiendo poco a poco su tonalidad violeta. Esto gracias a que el CO2	Encontramos que con 0,5 Litro de agua mezclada con el detergente al aplicar 5 gotas de fenolftaleína obtenemos una coloración púrpura completa. Al mezclarse con la medida brindada anteriormente e de hielo seco y agua se tornaba claro en un



				combinado con agua da resultado a un ácido, así que, al introducirlo en una disolución básica equilibraría su PH hasta perder completamente su tonalidad violeta, demostrando que la disolución dejó de ser básica. x	tiempo de 2-30. x
26-de- Octubre-de- 2017 x		Ph: mediante el indicador del rojo de fenol con un ph: de 6,8 a 8. Por tal motivo cuando los compuestos se tornan amarillo se encuentran en un Ph ácido, cuando se tornan naranja están en estado neutro, y cuando se torna púrpura es cuando se encuentra mayor presencia de bases. x		El montaje realizado logro tener una coloración neutral al momento de añadirle al agua el rojo de fenol, durante la mañana su coloración se mantuvo estable y no se obtenía ningún otro color. Esto se debía a que aún la sonda no absorbió ningún compuesto que	El rojo de fenol fue añadido al recipiente con 25 gotas las cuales lograron colorar de la manera deseada. x



				reaccionará con el indicador del ph esto teniendo influencia en la cantidad presenciada.	
27 de Octubre de 2017		Ph: mediante el indicador del rojo de fenol con un ph de 6,8 a 8. Por tal motivo cuando los compuestos se tornan amarillo se encuentran en un Ph ácido, cuando se torna naranja está en estado neutro, y cuando se torna púrpura es cuando se encuentra mayor presencia de bases.		El registro de datos se vio influenciado por un factor error ya que la coloración del montaje se tornó violeta por lo cual se obtuvieron compuestos básicos más no amarillo que era el color deseado por la obtención del compuesto CO2. Por aspectos externos y compuestos diversos	No hubo suministración de más indicador de Ph.
1 de Noviembre de 2017		Ph: mediante el indicador del rojo de fenol con un ph de 6,8 a 8. Por tal motivo cuando los compuestos se tornan amarillo se encuentran		Pudimos notar que se tornó amarillo en la práctica ensayo error. Si sigue amarillo hay presencia de ácido que es lo que necesitamos.	Se introdujeron 30 gotas de rojo de fenol. El recipiente se llenó con 4 bolsas de agua destilada.

		<p>en un pH ácido, cuando se torna naranja está en estado neutro, y cuando se torna púrpura es cuando se encuentra mayor presencia de bases. \times</p>		<p>Si se pone naranja o violeta es una base. Esperaremos 24 horas para observar su tonalidad. ¶ Si se pone básico entonces hay que modificar la teoría porque lo que estamos buscando es un ácido y estamos recibiendo ¶ básico. \times</p>	\times
3 de Noviembre \times		<p>pH mediante el indicador del rojo de fenol con un pH de 6,8 a 8. Por tal motivo cuando los compuestos se tornan amarillo se encuentran en un pH ácido, cuando se torna naranja está en estado neutro, y cuando se torna púrpura es cuando se encuentra mayor presencia de bases. \times</p>	Sin resultado. \times	<p>Este día pudimos notar como el rojo de fenol ayudó a tener una coloración amarilla más clara generando así que la aplicación del proyecto tuviera mayor aplicación. \times</p>	<p>Se introdujeron 30 gotas de rojo de fenol y permanecía el agua destilada. \times</p>

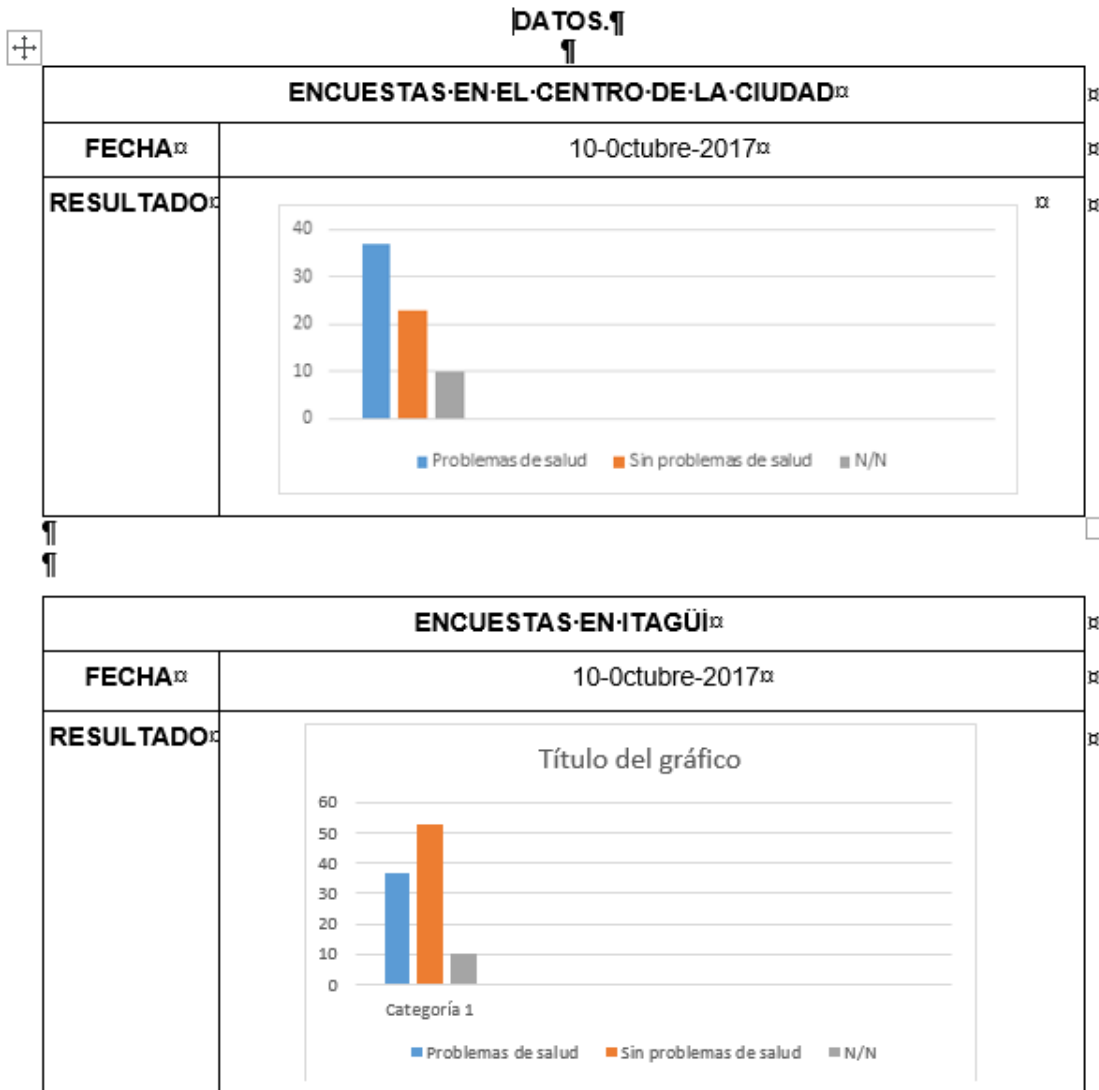
8-de- Noviembre		<p>pH: mediante el indicador del rojo de fenol con un pH de 6,8 a 8. Por tal motivo cuando los compuestos se tornan amarillo se encuentran en un pH ácido, cuando se torna naranja están en estado neutro, y cuando se torna púrpura es cuando se encuentra mayor presencia de bases.</p>	<p> α </p>	<p>Este día montamos en la residencia de Paulina Acosta donde no se registra tanta contaminación pudimos notar que el agua al suministrarle el indicador de pH se tornó violeta, lo dejamos en funcionamiento para recolectar los datos dos días después.</p>	<p>El rojo de fenol fue añadido al recipiente con 25 gotas las cuales lograron colorar de la manera deseada.</p> <p> α </p>
--------------------	---	---	------------------------------	---	---

10-de- Noviembre		Ph: mediante el indicador del rojo de fenol con un ph de 6,8 a 8. Por tal motivo cuando los compuestos se tornan amarillo se encuentran en un Ph ácido, cuando se torna naranja está en estado neutro, y cuando se torna púrpura es cuando se encuentra mayor presencia de bases.		Este día notamos que en su residencia se pueden obtener ciertos compuestos que dan acidez al entorno por lo cual el agua se tornó amarilla. Con esto finalmente pudimos obtener el resultado que deseábamos que era recolectar compuestos ácidos dentro de los cuales se puede clasificar el CO2 con el agua.	No se dio suministrar más sustancias.
---------------------	---	---	--	---	---------------------------------------




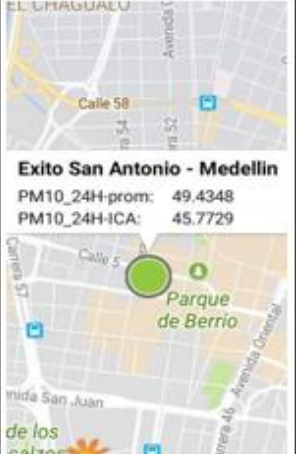


10-de- noviembre- de-2017		PH: se utilizó rojo de fenol en el recipiente recién instalado. Al decolorarse el agua, muestra un color naranja transparente, el cual indica que el pH del agua es neutro y por ende que no se ha introducido.		Instalamos el montaje en un sector cercano a la institución Concejo Municipal de Itagüí. Lo instalamos en ese lugar, pues sabemos que se considera uno de los más contaminados. El montaje se instaló en la	1,5 litros de agua y 10 de gotas de rojo de fenol.
---------------------------------	---	---	---	---	--

		ningún compuesto en él. ¤		noche y no se mostró un cambio significativo en esos momentos. ¤	
11 de noviembre de 2017 ¤		Ph: un día después, en el recipiente se evidencia la presencia de un compuesto que al combinarse con el agua da resultado a un ph básico, pues la tonalidad era rojiza-violeta, lo cual significa que el ph del recipiente está básico. ¤		Analizamos el recipiente y nos damos cuenta de que el ph ha cambiado de neutro a básico, pues la tonalidad del recipiente es violeta en vez de naranja. El cambio en la tonalidad demuestra la presencia de un compuesto diferente al agua en el recipiente. ¤	1,5 litros de agua y 10 gotas de rojo de fenol. ¤
¤	¤	¤	¤	¤	¤

V. Tabla de datos G2



Las personas en muchas ocasiones ignoran los problemas de salud que tienen y no saben porque fueron generados, pasan por alto las enfermedades y desconocen que el medio ambiente (aire que respiran) es un causante de esto a largo plazo.

APLICACIÓN			
FECHA	12-octubre-2017	13-octubre-2017	14-octubre-2017
RESULTADO CONSEJO-ITAGÜÍ 3:00-PM	Colegio Concejo de Itagüí OZONO_8H-ICA: 16.8791 PM10_24H-prom: 36.4762 OZONO_8H-prom: 39.099 OZONO_1H-prom: 83.5285 PM10_24H-ICA: 33.7743 PM2.5_24H-prom: 24.5238 PM2.5_24H-ICA: 77.2251 OZONO_1H-ICA: -500.0	Colegio Concejo de Itagüí OZONO_8H-ICA: 28.2421 PM10_24H-prom: 38.15 OZONO_8H-prom: 65.4205 OZONO_1H-prom: 133.284 PM10_24H-ICA: 35.3241 PM2.5_24H-prom: 26.8 PM2.5_24H-ICA: 81.9915 OZONO_1H-ICA: -500.0	Colegio Concejo de Itagüí OZONO_8H-ICA: 24.1808 PM10_24H-prom: -999.0 OZONO_8H-prom: 56.0128 OZONO_1H-prom: 56.83 PM10_24H-ICA: -999.0 PM2.5_24H-prom: -999.0 PM2.5_24H-ICA: -999.0 OZONO_1H-ICA: -500.0
			
RESULTADO ÉXITO-DE-SAN-ANTONIO 3:00-PM	Exito San Antonio - Medellin PM10_24H-prom: 49.4348 PM10_24H-ICA: 45.7729	Exito San Antonio - Medellin PM10_24H-prom: 44.7826 PM10_24H-ICA: 41.4654	Exito San Antonio - Medellin PM10_24H-prom: 30.0417 PM10_24H-ICA: 27.8164
			

El ozono fue el principal contaminante durante estas fechas en Medellín y por lo tanto decidimos buscar un método para mirar que cantidad de este hay en el aire, teniendo en cuenta que el ozono se genera por reacciones de los contaminantes primarios.




MONTAJE-2.α				
FECHA.α	MONTAJE.α	RESULTADO.α	AMBIENTE.α	DESCRIPCIÓN.α
01/11/17.α		 α	Colegio.α 	Se realizó una mezcla con agua destilada e hidróxido de calcio, se dejó reposar 4 horas, se coló y se dejó ubicada en el preescolar.α
04/11/17.α			San Antonio de Prado.α 	Se realizó una mezcla con agua destilada e hidróxido de calcio, se dejó reposar 4 horas, se coló y se dejó ubicada en el balcón.α

Análisis-01-de-noviembre-2017:

Día-1	Día-2	Día-3
<p>No se evidencio ningún cambio ni presencia de la nata.</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p>	<p>Había presencia de puntos blancos en la solución y deducimos que era carbonato de calcio, pensamos que la nata se estaba formando.</p> <p>¶</p>	<p>Se presenciaron los mismos puntos blancos pero no se formó la nata. El agua estaba de un color transparente y por ende había presencia de Co_2 en gran cantidad.</p> <p>¶</p>
		

¶

Análisis-04-de-noviembre:

Día-1	Día-2	Día-3
<p>No se evidencio ningún cambio, el agua seguía en su mismo color.</p> <p>¶</p>	<p>El agua seguía igual a la del día anterior, sin presencia de nata.</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p> <p>¶</p>	<p>Se comenzaron a formar los mismos puntos blancos que en el montaje del colegio y deducimos que por estar ubicado en San Antonio de Prado no se tomó transparente, así que había poca presencia de Co_2.</p>
		

¶

- "
- En los lugares más contaminados no se produce precipitado de CO_2 tal como se encontraba en muchas explicaciones del experimento, sino que el agua recupera su color transparente natural y se pierde esa tonalidad amarillosa de apariencia como leche que se da al mezclar el hidróxido de calcio con el agua destilada; ya que el carbonato de calcio del precipitado al reaccionar con mucha cantidad de CO_2 produce bicarbonato de calcio que es soluble en agua y por esto no se da el precipitado sino la transparencia del agua. Mientras que en los lugares menos contaminados se da la precipitación de CO_2 tal como lo evidenciamos en el montaje de la casa de Valentina Orrego en Prado¶




¶


¶

- Hay muchas formas de medir la calidad del aire, la primera por la que optamos fue por medio de estadísticas y la aplicación del SIATA, sin embargo consideramos las conclusiones que se obtienen mediante este medio no son tan representativas y que sería bueno buscar un experimento para realizar una medida cuantitativa de la calidad del aire y optamos por medir la cantidad de Ozono (que es uno de los compuestos contaminantes que se encuentra en mayor concentración en el valle de aburra) sin embargo dado el presupuesto no pudimos llevar a cabo el modelo de Houzeau con el yoduro de potasio y el almidón y los compuestos que buscamos no se pueden emplear como sustitutos del yoduro de potasio. Por último buscando realizar la medida cuantitativa empleamos hidróxido de calcio con agua destilada que al entrar en contacto con el CO_2 reaccionan y producen carbonato de calcio, este último experimento fue por medio del cual pudimos responder a la pregunta "cómo medir la calidad del aire en el valle de aburra?" Y realizamos las muestras cuantitativas por medio de las cuales determinamos las demás conclusiones¶


¶






VI. Tabla de datos G1


DATOS INICIALES			
Variable	Material	Medidas iniciales	
Masa	Esponja grande	0,01 g	
Masa	Esponja pequeña	0,003 g	
pH	Agua de canilla	Neutro (7)	
pH	Esponja casera (fue colocada solo en la zona #1)	<p>La escala de pH del rojo de fenol va de 6,8 a 8,2. Siendo el color rojo el indicador de ácidos y el amarillo el indicador de la basicidad.</p> <p>Por lo que se alcanza a ver tiene un color anaranjado muy claro, lo que quiere decir que su pH inicial es un estado breve de acidez.</p>	





<p>pH</p>	<p>Esponja carbón activo comprada y ya procesada.</p>	<p>El pH de esta esponja también se nota un poco anaranjado, siendo este muy claro.</p>	
-----------	---	---	--




¶
¶





ZONA #1: FINCA DE JULIANO				
Fecha	Muestra-Modelo	Coloración y pH	Peso	Análisis
30/10/2017		Sin resultado.	Sin resultado.	En este día observamos el modelo y no había ningún cambio a nivel físico, las esponjas que se expusieron al ambiente en el modelo fueron introducidas en agua, allí permaneció 48 horas para darle tiempo al CO2 de que se disolviera y así se pudiera dar una correcta medición de su pH.




<p>01/11/2017</p>		 	<p>Sin resultado.</p>	<p>En este día se hizo la primera recolección de resultados y en nuestro caso el pH no cambio como se esperaba esta medición se hizo mediante papel tornasol, pero luego por recomendación de la docente cambiamos el indicador de pH, volvimos a realizar todo el proceso pero esta vez usamos rojo de fenol (mide especialmente sustancias acidas) dando como resultando un cambio de color. Sin embargo al rectificar la escala de pH según el rojo de fenol pudimos notar que las esponjas aumentaron su basicidad, el resultado contrario de los que esperábamos.</p>
<p>03/11/2017</p>			<p>Sin resultado.</p>	<p>En este día lo que se hizo fue una observación de como el pH o la coloración había quedado después de dos días. Efectivamente la coloración cambio, se puso un poco más claro la coloración es decir su pH redujo su basicidad. Creemos que puede ser por las funciones del</p>

				carbón activo, nos dimos cuenta en un artículo que este purificaba el agua y extraía todas las moléculas que afecten, la pregunta es si este lo purifica porque el pH no es netamente neutro.
07/11/2017		Rosa morado.	Sin resultado.	<p>En este día hicimos la última recolección de datos del proyecto, el viernes 03 hicimos otra vez los modelos para mandarlos a sus respectivas zonas para que después de tres días los trajéramos y midiéramos su peso final para compararlo con el inicial y analizar si de algún modo el material particulado sí estuvo presente y medir por última vez el pH a ver si por fin nos daba el resultado que queríamos. ¶</p> <p>En el peso no hubo ningún cambio y el pH no tuvo un cambio en la coloración con respecto al anterior.</p>

ZONA #2: ITAGUI-CASA DE DARA				
Fecha	Muestra-Modelo	Coloración-y pH	Peso	Análisis
<p>30/10/2017</p>		<p>Sin resultado.</p>	<p>Sin resultado.</p>	<p>En este día observamos el modelo y no había ningún cambio a nivel físico, las esponjas que se expusieron al ambiente en el modelo fueron introducidas en agua, allí permaneció 48 horas para darle tiempo al CO2 de que se disolviera y así se pudiera dar una correcta medición de su pH.</p>
<p>01/11/2017</p>		 	<p>Sin resultado.</p>	<p>Retomando este día con el rojo de fenol la esponja que estuvo en la zona de Itagüi también presentó una coloración diferente a la inicial la cual estuvo entre un tono rojo bastante claro, lo cual indica que al igual que el anterior su basicidad aumento.</p>

<p>03/11/2017</p>			<p>Sin resultado.</p>	<p>Retomando con el análisis que se hizo en cuadro anterior en el mismo día, la coloración después de dos días dio un cambio total, el agua se ve limpia a comparación de la coloración un poco rosa que había tenido al principio de la primera toma de datos del pH.</p>
<p>07/11/2017</p>		<p>Rosa morado.</p>	<p>Esponja grande: 0,06g Esponja pequeña: 0,003g</p>	<p>Última recolección de datos. Peso: Si hubo un cambio pero no uno considerable. En el pH tampoco hubo un cambio de coloración. No hubo un resultado diferentes y no se puede o es muy difícil analizar qué tipo de partículas se recogieron por medio de las esponjas, además el peso no cambio favorablemente lo que quiere decir que nuestro modelo pudo fallar en cuanto a tamaño.</p>

ZONA #3: COLEGIO SAN JOSE MANYANET				
Fecha	Modelo	Coloración y pH	Peso	Análisis
30/10/2017		Sin resultado.	Sin resultado.	En este día observamos el modelo y no había ningún cambio a nivel físico, las esponjas que se expusieron al ambiente en el modelo fueron introducidas en agua, allí permaneció 48 horas para darle tiempo al CO ₂ de que se disolviera y así se pudiera dar una correcta medición de su pH.
01/11/2017		 	Sin resultado.	Con respecto a la esponja colocada en la zona de Itagüí esta también mostró una coloración diferente a la inicial con la diferencia de que esta obtuvo un color mucho más claro y más cercano al inicial. Lo que significa que el grado de basicidad también aumento un poco.

03/11/2017			Sin resultado.	Con respecto a esperar que pasaba con la coloración del pH después de dos días en este vaso también pudimos evidenciar que la coloración dio un cambio rotundo. La verdad se no has hecho difícil saber o proponer porque el agua se ha puesto así, creemos que es por las funciones del carbón activo en el agua.
07/11/2017		Amarillo.	<p>Esponja pequeña: 0,003 g</p> <p>Esponja grande: 0,05 g</p>	<p>Ultima recolección de datos:</p> <p>Peso: si hubo cambio pero uno considerable para concluir que se recogió material particulado</p> <p>pH: Si hubo un cambio considerable en la coloración, basándonos en este se puso amarillo, lo que quiere decir que de alguna manera la solución se mostró un poco acida lo que quiere decir que de alguna manera si se recogió CO₂.</p>

-La coloración del pH dio todo lo contrario a lo que queríamos, en la escala de pH del rojo de fenol amarillo indica la acidez, el naranjado un tipo de neutralidad y el color rojo morado indica la basicidad, de acuerdo con esto vemos que la mayoría de las sustancias se coloraron de color rosa morado lo que quiere decir que las sustancias se basificaron. ¶

En un principio solo pensábamos pesar la masa de las esponjas a ver si había un cambio que comprobara que de alguna manera que la esponja había adsorbido contaminación, en especial CO₂, sin embargo con la masa no podíamos asegurar que lo que se había recogido era CO₂ por eso decidimos medir el pH ya que el CO₂ al reaccionar con agua tiene como producto un ácido carbónico el cual es un poco soluble en agua (única molécula de gas soluble en agua), lo que quiere decir que si al medir el pH de las esponjas el agua se tornaba amarilla de alguna forma si habíamos recogido CO₂. ¶

-Según lo anterior se puede ver que el experimento no nos funcionó, sin embargo algo que nos pareció muy interesante es que a los dos días de haber medido el pH hicimos una observación de cómo había quedado la coloración y notamos que dos de las tres sustancias con las esponjas la coloración había desaparecido, es decir, el agua de alguna manera se volvió transparente otra vez. ¶

Pensamos que esto pudo pasar por las funciones que el carbón activado cumple al en contacto con el agua, este carbón adsorbe y limpia el agua, elimina color, sabor y olor. Lo que quiere decir que de alguna manera el carbón de las esponjas recogió los componentes del agua y la purificó lo que nos lleva a que supuestamente la debió de volver "neutra" (pH 7) no obstante para asegurarnos como al principio habíamos medido el pH del agua con papel tornasol lo volvimos a medir pero ya con rojo de fenol y como resultado nos mostró que el agua de canilla precisamente es levemente ácida. ¶

-Respecto al peso lo que se iba a medir era el material particulado ya que este es un poco más extenso en cuanto a moléculas contaminantes y si las recogíamos obviamente la masa de la esponja cambiaba considerablemente, sin embargo en la tabla nos podemos dar cuenta que al pesar las esponjas las pequeñas no cambiaron su peso y las grandes si varió pero no de una manera considerable para llegar a una conclusión exacta y definida acerca de que habíamos recogido. ¶

-Factores de error a considerar: ¶

- Esponja casera: fue la única que a las 48 horas de haber medido el pH no se coloró transparente lo que quiere decir que la función del carbón activado no la cumplió. ¶
- Tiempo: en algunas zonas se controló las horas en las que poníamos los modelos en otras no, en este error se ha tenido en cuenta la propiedad de desorción. ¶
- pH del agua: respecto a la escala errónea que nos había dado el papel tornasol. ¶
- Modelo: Tamaño que a lo mejor pudo afectar en el peso de las esponjas. ¶

Por último, en cuanto a todos los factores de error en la última recolección de datos nos dimos cuenta que el pH de las esponjas de Itagüí y las de la finca de Julián mostraron otra vez una tonalidad rosa morada pero la del colegio no, esta se tornó amarillenta lo que quiere decir que pudo ser que si recogimos un poco de CO₂ sin embargo no podríamos establecer una conclusión segura por el hecho de que esto solo paso una vez y como vemos los factores de error en los momentos que medimos este pH todavía estaban presentes. ¶

¶

¶