



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA  

---

SEDE MEDELLÍN

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA DE AFLUENTE HÍDRICO COMO  
ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS  
INVESTIGATIVAS Y EL TRABAJO COLABORATIVO EN EL AULA DE  
CLASES**

**ARLEY PALACIOS RENTERÍA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MEDELLÍN, COLOMBIA**

**2019**

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA DE AFLUENTE HÍDRICO COMO  
ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS  
INVESTIGATIVAS Y EL TRABAJO COLABORATIVO EN EL AULA DE  
CLASES**

**ARLEY PALACIOS RENTERÍA**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar el título de:

**Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

**DANIEL ALBERTO BARRAGÁN RAMÍREZ, Doctor en Ciencias-Química  
Profesor Asociado D. E  
Escuela de Química**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MEDELLÍN, COLOMBIA**

**2019**

**Dedicatoria o Lema**

*La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos.*

*Albert Einstein*

## Agradecimientos

A mi familia por el apoyo incondicional y toda la fortaleza que supieron brindarme durante todo este proceso.

A mi director Dr. DANIEL ALBERTO BARRAGÁN RAMÍREZ, por aceptar guiarme durante la construcción del presente trabajo y las clases en cada uno de los créditos que desarrolle con él, de verdad que me han servido mucho en mi práctica pedagógica.

A los demás profes de la maestría, ya que además de impartir conocimiento, también estimulan el amor por nuestra profesión y nos invitan a ser mejores docentes cada día.

## Resumen

El presente trabajo aborda una de las problemáticas más frecuentes en las instituciones educativas de orden nacional desde que se establecieron los estándares básicos de competencia en el año 2006. Hablamos entonces del desarrollo de competencias básicas en el área de ciencias naturales, por lo que la presente propuesta busca fortalecer las competencias investigativas (indagación) en la asignatura de química en los estudiantes de grado 10° de la **Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz** del municipio de Santa Fe de Antioquia.

Teniendo en cuenta esta problemática, se plantea el análisis de algunas propiedades físicas y químicas de un afluente hídrico cercano a la institución, donde los estudiantes en un primer momento realizarán un recorrido que les permita el contacto directo con el objeto de conocimiento, luego tomarán muestras de agua para su posterior análisis en el laboratorio; por último se evaluará la habilidad de los estudiantes para derivar conclusiones del fenómeno estudiado basándose en conocimientos científicos y los datos de su propia investigación.

Finalizada la intervención se concluye que el grupo experimental (10A), presenta un desempeño satisfactorio a la hora de analizar datos y utilizar procedimientos para evaluar sus predicciones en comparación con los grupos control (10B y 10C), cuyo desempeño fue mínimo e insuficiente en cuento a los objetivos trazados.

**Palabras claves:** Competencia, conocimientos científicos, investigación, estudiantes, afluente hídrico.

## Abstract

The aim of the present paper describes one of the most common problems in educational institutions in Colombia since basic standards skills were established in 2006. We're therefore talking about the development in the subject of natural sciences, the present proposal seeks to strengthen research skills (inquiry) in the subject of chemistry in students of tenth grade of the educational institution Arturo Velasquez Ortiz in the municipality of Santa Fe de Antioquia.

Considering this problem, it outlines the analysis of some physical and chemical properties of a water source near the institution where students initially would take a walk which will allow them direct contact with the object of knowledge, then they will take samples of water for further analysis in the laboratory, finally the skill will be assessed in students to draw conclusions of the phenomenon based on scientific knowledge and data of their own research.

After the research has ended, it was noted that the experimental group (10<sup>th</sup>A) presents a satisfactory performance analyzing data and usin proceedings to assess their predictions as

compared to control groups (10<sup>th</sup> B and 10<sup>th</sup> C) which performance was minimum and insufficient respectively.

Keywords: Skills, scientific knowledge, research, students, tributary.

## Contenido

<i>Introducción</i> .....	<b>1</b>
<b><i>Capítulo I. Diseño teórico</i></b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Selección y delimitación del tema</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 Planteamiento del Problema</b> .....	<b>4</b>
1.2.1 Descripción del problema.....	4
<b>1.3 Formulación de la pregunta</b> .....	<b>7</b>
<b>1.4 Justificación</b> .....	<b>7</b>
<b>1.5 Objetivos</b> .....	<b>9</b>
1.5.1 Objetivo General .....	9
1.5.2 Objetivos Específicos .....	9
<b><i>Capítulo II. Marco referencial</i></b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Antecedentes</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Referente Teórico</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3 Marco Conceptual y Disciplinar</b> .....	<b>19</b>
2.3.1 Algunas propiedades físicas y químicas de agua de afluente hídrico.....	24
<b>2.4 Marco Legal</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5 Referente Espacial</b> .....	<b>38</b>
<b><i>Capítulo III. Diseño metodológico</i></b> .....	<b>40</b>
<b>3.1 Enfoque</b> .....	<b>40</b>
<b>3.2 Método</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3 Instrumentos de recolección de la información</b> .....	<b>42</b>
<b>3.4 Población y muestra</b> .....	<b>42</b>
<b>3.5 Delimitación y alcance</b> .....	<b>43</b>

<b>3.6 Cronograma.....</b>	<b>44</b>
3.6.1 Plan de Actividades. ....	44
3.6.2 Cronograma de actividades.....	46
<b>Capítulo IV. Trabajo final.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1 Resultados y análisis de la intervención.....</b>	<b>47</b>
4.1.1 Análisis de resultado de la prueba diagnóstica: .....	47
<b>4.2 Diseño e implementación .....</b>	<b>57</b>
<b>4.3 Actividad de Evaluación. ....</b>	<b>59</b>
<b>4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>DE LA EVALUACIÓN .....</b>	<b>61</b>
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>64</b>
5.1 Conclusiones.....	64
5.2 Recomendaciones.....	64
<b>Lista de referencias .....</b>	<b>66</b>
<b>A. Anexo: Prueba Diagnóstica.....</b>	<b>68</b>
<b>B. Anexo: Formato Salida de Campo .....</b>	<b>70</b>
<b>C. Anexo: Práctica 1 Propiedades físicas.....</b>	<b>71</b>
<b>D. Anexo: Práctica 2 Propiedades químicas .....</b>	<b>74</b>
<b>E. Anexo: Actividad de evaluación .....</b>	<b>76</b>
<b>F. Anexo: Evidencias fotográficas.....</b>	<b>78</b>

## Lista de figuras

ILUSTRACIÓN 4. 1 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 1 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	47
ILUSTRACIÓN 4. 2 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 2 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	48
ILUSTRACIÓN 4. 3 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 3 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	48
ILUSTRACIÓN 4. 4 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 4 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	49
ILUSTRACIÓN 4. 5 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 5 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	50
ILUSTRACIÓN 4. 6 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 6 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	50
ILUSTRACIÓN 4. 7 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 7 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	51
ILUSTRACIÓN 4. 8 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 8 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	51
ILUSTRACIÓN 4. 9 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 9 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	52
ILUSTRACIÓN 4. 10 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 10 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	52
ILUSTRACIÓN 4. 11 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 11 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	53
ILUSTRACIÓN 4. 12 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA PARA LA PREGUNTA 12 DEL DIAGNÓSTICO INICIAL .....	53
ILUSTRACIÓN 4. 13 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESPUESTAS INCORRECTAS PRUEBAS SABER 11(2016-2, 2017-2 Y 2018-2.) COMPETENCIA DE INDAGACIÓN 1 .....	54
ILUSTRACIÓN 4. 14 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESPUESTAS INCORRECTAS PRUEBAS SABER 11(2016-2, 2017-2 Y 2018-2.) COMPETENCIA DE INDAGACIÓN 2 .....	55
ILUSTRACIÓN 4. 15 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESPUESTAS INCORRECTAS PRUEBAS SABER 11(2016-2, 2017-2 Y 2018-2.) COMPETENCIA DE INDAGACIÓN 3 .....	55
ILUSTRACIÓN 4. 16 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESPUESTAS INCORRECTAS PRUEBAS SABER 11(2016-2, 2017-2 Y 2018-2.) COMPETENCIA DE INDAGACIÓN 4 .....	56
ILUSTRACIÓN 4. 17 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESPUESTAS INCORRECTAS PRUEBAS SABER 11(2016-2, 2017-2 Y 2018-2.) COMPETENCIA DE INDAGACIÓN 5 .....	57
ILUSTRACIÓN 4. 18 MUESTRAS DE AGUA. ....	59
ILUSTRACIÓN 4. 19 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA EN LA ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN GRADO 10°A .....	61
ILUSTRACIÓN 4. 20 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA EN LA ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN GRADO 10°B.....	62
ILUSTRACIÓN 4. 21 PORCENTAJES DE CADA OPCIÓN DE RESPUESTA EN LA ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN GRADO 10°C.....	62

## Lista de tablas

TABLA 2. 1 APRENDIZAJES ESPERADOS COMPETENCIA INDAGACIÓN .....	21
TABLA 2. 2 OLORES DEL AGUA.....	26
TABLA 2. 3 MARCO LEGAL.....	36
TABLA 3. 1 PLAN DE ACTIVIDADES .....	44
TABLA 3. 2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	46
TABLA 4. 1 TABLA DE APUNTES PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS .....	58
TABLA 4. 2 TABLA DE APUNTES PARÁMETROS QUÍMICOS.....	59
TABLA 4. 3 DATOS EXPERIMENTALES DE ALGUNAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE MUESTRAS DE AGUA.....	60
TABLA 4. 4 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPOS CONTROL.....	61

## Introducción

En la actualidad el Ministerio de Educación Nacional –MEN- concibe el objetivo de la educación como el desarrollo de determinadas competencias y, en consecuencia, como el objetivo de la evaluación (Alineación saber 11, 2013). El término “competencias”, por lo tanto, se entiende como un “conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, meta cognitivas, socio afectivas, comunicativas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores” (Vasco, 2003).

En relación con los lineamientos establecidos por el MEN, el presente trabajo consiste en una estrategia metodológica que contribuye al fortalecimiento de competencias investigativas propias del área de ciencias naturales en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz del municipio de Santa Fe de Antioquia. Para tal fin será necesario la utilización de estrategias complementarias, como salidas de campo, tomas de muestras, prácticas de laboratorio y entrega de informes. En el desarrollo del presente trabajo podemos diferenciar los siguientes momentos:

En el primer capítulo vamos a encontrar la estructuración del diseño teórico, donde se selecciona y delimita la temática y se exponen las problemáticas que conllevan a la formulación del problema, de igual forma se presenta la justificación de la propuesta que dan pie a la elaboración del objetivo general y los específicos que serán los indicadores del alcance del proyecto.

En el segundo capítulo se presentan los marcos referenciales del trabajo, donde en un primer instante se hace una revisión de los trabajos relacionados con la presente propuestas desde el contexto local, nacional e internacional. En cuanto al referente teórico se presenta el modelo constructivista desde el enfoque cognitivo que postula Jean Piaget, desde el cual se valora los conocimientos previos del estudiante para la construcción del conocimiento. Asimismo se aborda otra faceta del constructivismo muy ligados a la corriente de Piaget, en este caso el aprendizaje significativo de David Ausubel, desde el punto de vista de Romero (2009), donde se debe de tener en cuenta el contexto y los intereses de los educandos a la hora de estructurar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Desde el referente conceptual disciplinar se expone la importancia de la enseñanza de la temática de las propiedades del agua, tomando como referente ideológico los lineamientos curriculares; estos establecen que las Instituciones Educativas, en su dimensión ambiental, tienen la responsabilidad de formar ciudadanos conocedores de las dinámicas físicas y químicas del patrimonio ambiental de modo que se fomenten actitudes hacia el uso sostenible de los recursos. Por último, se hace una breve caracterización de la Institución Educativa donde se desarrollará el presente trabajo.

En el tercer capítulo se encuentra el diseño metodológico, basado en la investigación de aula del docente con los estudiantes (Restrepo, 2009), en donde el maestro acompaña los procesos investigativos de los estudiantes. La propuesta se enfoca en generar espacios para que los estudiantes deriven conclusiones sobre su medio natural basándose en datos de su propia investigación, esto logrado a través de las salidas de campo y prácticas de laboratorio.

En el cuarto capítulo se presenta el análisis de resultados del cuestionario, instrumento que se utilizó para la recolección de la información, para saber la percepción de los

estudiantes frente a las dinámicas de los trabajos en grupo y su nivel de desempeño en los aprendizajes relacionados a la competencia de indagación. A partir de este se describe el diseño de la estrategia metodológica y su posterior implementación. Por último, se reportan los resultados de la intervención de la estrategia en los grados 10 °.

En el capítulo cinco reposan las conclusiones y recomendaciones donde se hace una valoración de la implementación de la estrategia a partir de los resultados de la intervención. En estas se evidencia que es necesario que el docente fomente o promueva espacios para que los estudiantes tengan contacto directo con el objeto de conocimiento y se despierte la curiosidad que es punto de partida para el desarrollo de competencias en ciencias naturales.

## Capítulo I. Diseño teórico

### 1.1 Selección y delimitación del tema

Estrategia metodológica para fortalecer las competencias investigativas y el trabajo colaborativo mediante el análisis de agua de un afluente hídrico en el grado 10° de la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz.

### 1.2 Planteamiento del Problema

#### 1.2.1 Descripción del problema.

Actualmente la ciencia y la tecnología ocupan un lugar fundamental en el desarrollo de los pueblos y en la vida cotidiana de las personas. Ámbitos tan cruciales de nuestra existencia como el transporte, la democracia, las comunicaciones, la toma de decisiones, la alimentación, la medicina, el entretenimiento, las artes e inclusive, la educación, entre muchos más, están signados por los avances científicos y tecnológicos. En tal sentido, parece difícil que el ser humano logre comprender el mundo y desenvolverse en él sin una formación científica básica. En un mundo cada vez más complejo, cambiante y desafiante, resulta apremiante que las personas cuenten con los conocimientos y herramientas necesarias que proveen las ciencias para comprender su entorno y aportar a su transformación, (Estándares Básicos de Competencias. Ministerio de Educación Nacional, 2006).

Generalmente se piensa que las investigaciones en ciencia solo pueden ser desarrolladas por personal idóneo (científicos), esto sin tener en cuenta que el ser humano es investigador por naturaleza y estas actividades les pueden resultar tan inherentes como lo son la escritura o el

deporte (Ministerio de educación nacional, Lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental, 1998). Parte de nuestra labor como docentes de ciencias naturales, especialmente en el campo de la química, es demostrarle a nuestros educandos que la investigación científica es inherente a la condición de ser humano, ya que a todos nos genera curiosidad los fenómenos que constantemente presenta el mundo natural.

En ese orden de ideas, como docente de ciencias, pienso que mis estudiantes deben tener un contacto directo con la naturaleza, con el propósito de estimular su curiosidad y así sentirse interesados por el desarrollo de la actividad educativa, una actividad en la cual el alumno plantee sus propios interrogantes y diseñe su propio procedimiento; contrario a la costumbre de que los educandos repitan un protocolo establecido o elaborado por el maestro.

Actualmente se presentan muchas limitaciones al interior del aula, ya que los estudiantes del grado de 10° tienen una actitud negativa hacia el desarrollo de la asignatura de química, pues no sienten muy cercanos estos conocimientos. Como docente debo aceptar que las estrategias de enseñanza que se han venido utilizando no han tenido muy en cuenta el contexto institucional y la estructura mental de la población estudiantil, también no se ha evidenciado en los estudiantes el desarrollo de habilidades investigativas. Como consecuencia de esta problemática el desempeño de los estudiantes en pruebas institucionales y nacionales en el área de ciencias naturales no ha sido el mejor y la tendencia de los últimos años nos da a entender que el desarrollo de competencias en el área empeora.

Tomando como referencias los resultados de las pruebas saber 11° de los últimos 3 años (2016-2, 2017-2 y 2018-2), podemos ver que el porcentaje de respuestas incorrectas pasó de estar de un 50% en 2016-2 a un 70% en 2018 en cuanto a los aprendizajes evaluados que tienen que ver directamente con las competencias investigativas, aunque el panorama a nivel departamental

y nacional son parecidos. Si nos detenemos en los resultados de las preguntas asociadas con la competencia de “observar y relacionar patrones de datos para evaluar las predicciones” podemos concluir que las respuestas incorrectas aumentaron en un 100% de 2016-2 (15%) a 2018-2 (30%).

Considerando la problemática antes expuestas y en aras de mejorar, valdría la pena conocer las actitudes de los estudiantes frente a las ciencias, en concreto hacia la asignatura de química, debido a que es un buen insumo para que se fortalezcan las actividades de planificación y reflexión, de tal manera que el proceso de enseñanza y aprendizaje resulte más eficaz (Cheung, 2011). De acuerdo a lo anterior, es claro que los estudiantes no alcanzarán un aprendizaje significativo entendido desde la concepción de Ausubel (1963), ya que para que este se cumpla es necesario que los contenidos tengan sentido para los estudiantes, que el docente presente de manera lógica y coherente la información, y que además exista una relación con los conocimientos previos del educando, (Romero, 2009).

En ese sentido me veo en la obligación de replantear mi metodología de enseñanza tomando como punto de partida la temática de propiedades físicas y químicas del agua, en aras de que en el ejercicio de la labor docente se llegue a estimular a los estudiantes en múltiples oportunidades para observar fenómenos, realizar experimentos, analizar datos, generar modelos, construir argumentos y comunicar sus ideas públicamente (Talanquer, 2015). Además de que tengan a su disposición los instrumentos propicios para el entendimiento de su medio natural y sean capaces de promover un uso sostenible de los recursos que la naturaleza brinda, basados en principios éticos que conlleven a un uso razonable del conocimiento científico, (Estándares Básicos de Competencias. Ministerio de Educación Nacional, 2006).

### **1.3 Formulación de la pregunta**

¿Cómo fortalecer las competencias básicas en ciencias naturales mediante el análisis fisicoquímico del agua de afluente hídrico en los grados 10° de la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz?

### **1.4 Justificación**

Los resultados de la investigación educativa en los últimos 40 años han revelado que los métodos de enseñanza tradicionales basados en la exposición de conocimientos son poco efectivos en el desarrollo de aprendizajes significativos. La evidencia acumulada en el área de las ciencias sugiere que la comprensión de ideas centrales en una disciplina, así como el desarrollo de prácticas científicas demanda la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento, Talanquer (2015, citando a NRC, 2011, 2012, 2015).

Las orientaciones y criterios sobre el desarrollo del área de ciencias naturales vienen determinados por los Lineamientos Curriculares De Ciencias Naturales y Educación Ambiental(1998), en donde se expresa en el referente filosófico y epistemológico que el sentido de esta área del conocimiento es el de ofrecerle a los estudiantes colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente. Además de que en Colombia, a partir del año 2006 se integraron al sistema educativo, los estándares básicos de competencia en ciencias naturales y ciencias sociales con el fin de que los estudiantes desarrollaran habilidades investigativas y actitudes requeridas para explorar fenómenos y resolver problemas.

Este fue un cambio positivo para la formación en competencias científicas en nuestras instituciones educativas, pero el cambio fundamental debe estar en los maestros. Es imposible transmitir una competencia científica para quien no la tiene. Se puede aprender de memoria una clasificación, repetirla y hacer que los estudiantes la repitan, pero no se puede aprender de memoria una comprensión del tema, ni una capacidad de intuir, ni una curiosidad (Wasserman, 2004).

La metodología de enseñanza de las ciencias naturales no ha tenido avances significativos en nuestro país, a pesar de la puesta en marcha de los estándares. Esto debido a que la gran mayoría los docentes a cargo del desarrollo de esta área se han convertido en simples expositores de contenido, perpetuando una dinámica poco eficiente en nuestros tiempos, donde nos enfrentamos a estudiantes mucho más activos, a herramientas tecnológicas y a problemáticas socio-ambientales, las cuales le hacen una invitación casi que obligatoria al docente de integrar la dinámica que se vive alrededor de la institución educativa al plan curricular que se desarrolla dentro de las aulas y laboratorios de ciencias.

De acuerdo a lo antes expuesto, me permito presentar esta propuesta de enseñanza, con la que pretendo demostrar mi conocimiento disciplinar en la asignatura de química, en actividades que resulten significativas para los estudiantes, a partir de una modalidad de investigación en el aula, investigación del docente con los estudiantes, propuesta por Restrepo (2009), quien establece que “el docente hace las veces de investigador principal, planteando proyectos y los alumnos se vinculan a estos mediante el desarrollo de actividades relacionadas con los mismos o anima a los estudiantes a plantear problemas o preguntas de investigación en el área” pp, 109.

Los ríos, quebradas o acequias que están en las cercanías de la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz, se muestran como una fuente de conocimiento para desarrollar

competencias investigativas dentro de la asignatura de química, ya que a través del análisis fisicoquímico de estas fuentes hídricas el estudiante explorará conceptos e ideas centrales de la asignatura que le permitan la resolución de problemas en un contexto real y variado. Más allá de lograr un manejo conceptual, procedimental y actitudinal en los estudiantes, también se requiere seres humanos con capacidad para utilizar responsablemente los espacios naturales que están a nuestro alcance y cuidado.

La estrategia de grupos de trabajo en el área de ciencias naturales es común en los procesos de enseñanza en la institución, por esta razón este trabajo espera fortalecer esta metodología con la asignación de roles al interior de los grupos y a raíz de esta interacción con sus compañeros, cada alumno comprenda que a partir de sus propias investigaciones pueden construir investigaciones sobre su mundo que lo rodea, basándose en conocimientos científicos trabajados desde la asignatura de química.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Implementar grupos de investigación en el aula como estrategia metodológica para fortalecer las competencias en ciencias naturales y el trabajo colaborativo en el grado 10° de la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

Diagnosticar por medio de una encuesta la percepción de los estudiantes en cuanto al nivel de desempeño en los aprendizajes relacionados con la competencia de indagación.

Conformar grupos de investigación en el aula, para la toma de muestra de agua de afluente hídrico y posterior análisis en el laboratorio.

Establecer las acciones a mejorar dentro de la estrategia pedagógica de investigación, según los resultados obtenidos.

Evaluar el impacto de las prácticas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y su actitud de cara al respeto de las fuentes hídricas.

## Capítulo II. Marco referencial

### 2.1 Antecedentes

A nivel nacional se han presentado diferentes propuestas para fortalecer o desarrollar competencias en el área de ciencias naturales, partiendo de contenidos relacionados con el estudio del recurso hídrico hasta el desarrollo de una perspectiva investigativa; también se ha enfocado en la conformación de grupos de estudiantes en donde se estimula el trabajo colaborativo. Estas propuestas se presentan en básica primaria y básica secundaria, donde se puede deducir que los autores esperan un mejor manejo de los contenidos referente a la temática en cuestión, desde la interacción directa con el objeto de aprendizaje.

En el 2011, López R. pone a prueba la implementación de un estudio fenomenológico, en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales, teniendo en cuenta las etapas de observación, descripción, reflexión y experimentación (Embree, 2003). Para la puesta en marcha del proyecto se utilizaron juegos con el agua, se revisaron preconceptos y se relacionaron con las explicaciones científicas, por lo que se da a entender, que la propuesta se enmarca dentro de la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel D.

En el mismo año Candela Y, presenta un trabajo en modalidad de práctica docente donde se enfoca en la enseñanza por competencias para generar aprendizaje significativo en estudiantes del grado séptimo colegio San José de las Vegas en la ciudad de Medellín. Su trabajo se centra principalmente en potenciar las competencias básicas de interpretar, argumentar y proponer, para lo cual diseñó e implementó guías didácticas desde diferentes enfoques teóricos como el aprendizaje significativo de Ausubel retomado desde Moreira (2000), el diseño e implementación de guías desde una educación personalizada de Pierre Faure retomada por

Pereira (1976), el concepto de competencia, evaluación y aprendizaje que propone Carl Monereo (1997) entre otros.

Para 2012, rojas J, presenta una estrategia basada en la investigación orientada, con la finalidad de enseñar el fenómeno de la oxidación, haciendo uso del componente experimental. En el trabajo muestra como resultado, que la observación y las prácticas (componentes del método científico) permiten al estudiantado la mejor asimilación y entendimiento del proceso de oxidación, además sugiere que es factible iniciar el proceso educativo sobre las ideas previas de los educandos, para la construcción del nuevo conocimiento.

En 2013, en el marco del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Cardona J, Afanor C y Lopera M, hacen la presentación de su propuesta para la enseñanza de tópicos ambientales, la cual se basa en el diseño de una unidad didáctica bajo el esquema de ciclos de aprendizaje para la enseñanza, propuesto originalmente por Jorba y Sanmarti (1997), con miras a desarrollar temas relacionados con el análisis biológico, químico y físico del agua desde una perspectiva ambientalista. La implementación de la propuesta se desarrolla a través de actividades secuenciales en la que los estudiantes se valen de un diario de campo, para luego entregar una especie de informe de laboratorio.

Más tarde tenemos otras propuestas que utilizan las unidades didácticas para la enseñanza, como nos lo presenta Acuña F, quien a diferencia de la anterior propuesta utiliza la metodología de “Enseñanza de las Ciencias Basado en Investigación (ECBI)” y se enfoca en la temática de las disoluciones acuosas. Esta propuesta puede ser desarrollada por el docente tanto en el aula, como por fuera de ella, lo cual es conveniente porque la experiencia se lleva a cabo con población rural.

Para terminar con nuestro corto rastreo, tenemos la implementación de medios digitales para enseñar el uso sostenible del agua en básica primaria, (Vahos S, 2016), quien implementa un juego virtual para generar un cambio actitudinal en sus educandos hacia el uso sostenible del recurso hídrico.

Como se ha visto hasta el momento, el elemento común de las anteriores propuestas son las unidades didácticas, utilizadas bajo diferentes enfoques. Teniendo en cuenta las propuestas ya reseñadas, considero que el elemento diferenciador de mi propuesta se basa principalmente en la promoción de la investigación científica a través de semilleros de investigación y la aplicación del método científico en la resolución de problemáticas de tipo ambiental, inherentes en su cotidianidad.

En su trabajo sobre el desarrollo de competencias investigativas en el área de química a través de salidas escolares con los grados 10° de la institución educativa la inmaculada de Tierralta, Córdoba, Rosario R, Flórez A, Mercado J, Ortiz P, Racines N y Rodríguez S (2018), implementaron una serie de estrategias didácticas basadas en salidas escolares bajo el modelo de enseñanza de las ciencias por investigación propuesto por Ruiz (2007). Al final del proceso manifiestan haber logrado que sus estudiantes sean más activos, capaces de explicar o plantear sus posturas frente a la investigación que se estaba abordando.

A nivel internacional se ha publicado muchos artículos y ponencia acerca de metodologías y estrategias para lograr un aprendizaje significativo de la temática del agua, algunos dándole un enfoque ambiental, otros meramente químicos. El español Jorge Fernández es uno de los autores que presenta más investigación y publicación de artículos sobre la enseñanza del agua en la escuela. Es así como entre 2010 y 2011 desarrolla una investigación en compañía de Rodríguez F y Solís E, sobre las concepciones que tienen los estudiantes sobre el

uso, gestión y contaminación del agua en grado 6. Dicha investigación se presenta en el marco del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Más tarde en 2012, publica en la revista digital de enseñanza en ciencias, un artículo sobre la construcción del conocimiento significativo del agua en bachillerato, donde el autor aborda las dificultades que se tienen a la hora de entender los procesos de desarrollo de competencias significativas en los estudiantes, con tópicos referentes al agua. Para ello se llevó a cabo durante tres meses una experiencia didáctica basada en: la perspectiva constructivista del aprendizaje, la perspectiva epistemológica de la complejidad y la investigación de los educandos. Dentro del proceso se hizo un énfasis especial, en la identificación de las transiciones más dificultosas para los estudiantes, de acuerdo a las perspectivas propuestas.

En el mismo año Macen C y Cuadrat J, presentan su investigación “argumentos educativos para enseñar-aprender el agua en la enseñanza obligatoria”. Donde analizan la percepción de una muestra representativa de estudiantes sobre el concepto de agua, para luego concluir que las ideas de los estudiantes obedecen a conceptos estáticos, ligado a sus propiedades y a su sentido ambiental, lo que es consecuente con el enfoque que le dan desde el área de ciencias naturales.

Los anteriores autores, a través de sus investigaciones y propuestas, nos hacen una invitación a reflexionar sobre el enfoque que le estamos dando al tema del agua en la escuela y concluyen que esta temática no solo se debería trabajar desde lo ambiental, también debe estar el enfoque social como un eje importante. Por otro lado sería conveniente partir de las concepciones previas de los estudiantes sobre este recurso, con miras a desarrollar un conocimiento significativo en ellos sobre esta temática.

Asimismo a nivel internacional son muchos los trabajos, artículos y publicaciones sobre la educación por competencias y el trabajo colaborativo; a continuación se expone de manera breve algunos de ellos.

En 2009, Valero P. y Mayora F. hacen pública su investigación a través de un artículo de revista en donde se utiliza una estrategia para el aprendizaje de la química en noveno grado, apoyada en el trabajo de grupos colaborativos. El procedimiento consistió en diagnosticar las dificultades que presentan los alumnos en el aprendizaje de la química, que dieron paso a diseñar y aplicar, en grupos de trabajo cooperativo, estrategias para mejorar dicho aprendizaje. El trabajo en grupos cooperativos, conjuntamente con la Investigación-Acción-Participativa (IAP), promovieron la elaboración de estrategias, así como la participación de los alumnos en sus procesos de aprendizaje, lo que favoreció un aprendizaje significativo de conceptos de la nomenclatura química, determinó una actitud positiva hacia la asignatura y permitió una adecuada interacción social entre los participantes.

Hacia el año 2012 Sánchez Dina, presenta un trabajo de grado llamado “Formación de competencias investigativas en los estudiantes de la asignatura de ciencias naturales” en el cual propone facilitar en sus alumnos herramientas conceptuales y metodológicas para que conozcan y fortalezcan sus competencias investigativas en la asignatura de ciencias naturales del tercer curso de ciclo común del instituto Gabriela Núñez en Tegucigalpa, Honduras. La metodología del trabajo fue el modelo de Investigación-Acción según Kurt Lewin (1944), ya que este método le permitió hacer un análisis crítico de las necesidades y establecer opciones de mejora.

## 2.2 Referente Teórico

El constructivismo es uno de los paradigmas pedagógicos con más aceptación en nuestros días por la comunidad educativa, desde psicólogos y sociólogos, hasta los mismos educadores y estudiantes. Esta teoría sostiene que las personas están en la capacidad de construir su propia idea sobre el funcionamiento del mundo y pedagógicamente construyen sus aprendizajes. (Romero, 2009).

Desde el punto de vista constructivista los alumnos primero le dan significado a los nuevos conocimientos y posteriormente se adueñan de este. El constructivismo al ser hoy en día un modelo pedagógico con muchos teóricos adeptos, presenta diferentes enfoques, donde encontramos el constructivismo radical, el cognitivo, el socio-cultural y el social. En las siguientes líneas nos dedicaremos a abordar el constructivismo cognitivo cuyo abanderado es el psicólogo suizo Jean Piaget, debido a que este tiene una mayor afinidad con la propuesta.

Piaget concibe la construcción del conocimiento como un proceso individual, el cual se lleva a cabo en la mente del individuo, donde este almacena sus representaciones del mundo. Define el aprendizaje como un proceso netamente interno, el cual consiste en relacionar la nueva información con los conocimientos preexistentes, lo que da lugar a una revisión y reorganización del nuevo conocimiento en función de la estructura y representación mental de la persona; esto es lo que David Ausubel llamaría más adelante aprendizaje significativo, del cual hablaremos posteriormente. Aunque hemos dicho que el aprendizaje es un proceso que se da al interior de la mente de la persona, este puede ser orientado por la interacción con otras personas que son, en última instancia, promotoras de contradicciones que el individuo buscará resolver, (Serrano, J. M. y Pons, R. M., 2011).

Uno de las facetas más importantes del constructivismo es el aprendizaje significativo, que fue propuesto originalmente por David Ausubel, influenciado, como lo citamos anteriormente, por el constructivismo cognitivo de Piaget. Básicamente la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel plantea que el aprendizaje ocurre cuando el estudiante relaciona la nueva información con los conocimientos previos que posee. Ausubel coincide con Piaget en la necesidad de conocer los saberes preexistentes del estudiante, pero no está de acuerdo con la importancia que se le da a la actividad y la autonomía. Además, se opone a la idea de que los estadios piagetianos determinan el límite del aprendizaje, puesto que considera que la cantidad y la calidad de conceptos que preexisten en la estructura mental de los estudiantes es lo que verdaderamente condiciona el proceso de aprendizaje.

El aprendizaje significativo hace referencia a procesos de construcción de significados, los cuales son de gran importancia en la enseñanza y el aprendizaje. Como ya se planteaba en el constructivismo-cognitivo, el alumno es capaz de darle significado en su estructura mental al conocimiento que el docente orienta, este significado tiene mucho que ver con la forma como el estudiante concibe su realidad, la cual sabemos que es diferente a la del docente, como también a una gran parte de sus compañeros.

Partiendo de la anterior premisa, el docente, en aras de lograr un aprendizaje significativo en sus estudiantes, debería proponer contenidos que sean propios de la realidad de los educandos o que por lo menos que les signifique algo, de lo contrario la actividad de aprendizaje se tornará muy incómoda y alejada de su cotidianidad. Además, el docente de tener cuidado a la hora de proponer contenidos, debe de utilizar un lenguaje lo más general posible, ya que el lenguaje es mediador de toda la percepción humana, como lo expresa (Moreira, 2005) en su “aprendizaje significativo crítico”.

Según Romero (2009), para que el aprendizaje sea significativo debe cumplir con las siguientes exigencias: el contenido debe ser potencialmente significativo, es decir, de interés o estar relacionado con la cotidianidad del estudiante; el estudiante durante todo su proceso de aprendizaje debe presentar una motivación continua, y es ahí donde el docente juega un papel fundamental como estimulador; todo conocimiento que se trabaje en el proceso educativo debe ser de utilidad, de tal forma que el estudiante pueda aplicarlo en su medio natural.

Otra de las teorías que se fundamenta en el constructivismo es el aprendizaje o trabajo colaborativo, el cual enfatiza la participación activa del estudiante en el proceso porque el aprendizaje surge de transacciones entre los alumnos y entre el profesor y los estudiantes (Panitz, 1998). De acuerdo a lo anterior, podríamos hacer una aproximación a la conceptualización teórica desde el entendimiento de Prendes (2000), quien manifiesta que el trabajo colaborativo es una estrategia que promueve la interacción social entre grupos de estudiantes para realizar una tarea preestablecida cuyo objetivo final es alcanzado a través de la consecución de los objetivos individuales de los miembros de cada grupo.

A partir de la aproximación anterior, valdría la pena aclarar que todo trabajo colaborativo es una actividad de trabajo grupal, mientras que no todo trabajo grupal es trabajo colaborativo, ya que en el trabajo colaborativo es indispensable que exista una interdependencia positiva, responsabilidad individual, interacción directa y enseñanza deliberada de habilidades sociales, Muñoz et al citando a Chumba, Iborra e Izquierdo, 2014). Por otro lado Prendes (2003:105) menciona que:

“Las principales características del trabajo colaborativo:(1) es necesaria una alta interacción entre alumnos; (2) responsabilidad individual en el logro; (3) Interdependencia positiva entre todos los miembros del grupo; (4) Los

alumnos desarrollan técnicas interpersonales y de trabajo grupal; (5) según las metas, el alumno recibe un conjunto de materiales o una parte del conjunto; (6) el profesor no es la fuente de información; (7) el profesor define los objetivos, la tarea, el proceso y la evaluación; y (8) tareas diseñadas para la colaboración y no para la competición.”

### **2.3 Marco Conceptual y Disciplinar**

Desde 1998 por medio de la publicación de los Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, se precisan orientaciones de la educación básica y media para el desarrollo de competencias. Más tarde en el año 2006 el gobierno fija los estándares básicos de competencias en las áreas de Lenguaje, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Matemáticas y Competencias Ciudadanas. Además se definen los desempeños que permiten monitorear el desarrollo de competencias en cada una de las áreas. Posteriormente el ICFES modifica la estructura del examen de estado hacia la evaluación de competencias en Lenguaje, Matemáticas y Ciencias Naturales de acuerdo a los desempeños definidos en los estándares básicos de competencias.

El presente trabajo se desarrolla bajo las siguientes definiciones de lo que es una competencia. Según Vasco (2003), citado por ICFES en alineación 2013, las competencias son un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, metacognitivas, socio-afectivas, comunicativas y psicomotoras relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores. Otra definición importante es la de Beckers (2002), para él la competencia es la capacidad que permite al sujeto movilizar, de manera integrada, sus

recursos internos (saberes, saber-hacer y actitudes) y externos, a fin de resolver eficazmente una familia de tareas complejas para él.

A partir de las anteriores definiciones, queda claro que la presente propuesta debe integrar elementos de tipo cognitivo, procedimental y actitudinal interrelacionados en la búsqueda de desempeños eficientes en entornos de trabajo colaborativo. En el área de ciencias naturales se buscan a desarrollar tres (3) competencias en los estudiantes:

**Uso comprensivo del conocimiento científico:** Capacidad para comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias en la solución de problemas, así como para establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos sobre fenómenos que se observan con frecuencia. Esta competencia se verá fortalecida en la comprobación de teorías durante el desarrollo de la práctica de campo, en ella los estudiantes pondrán a prueba sus hipótesis e ideas previas sobre el fenómeno natural.

**Explicación de fenómenos:** Capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos naturales, así como establecer la validez o coherencia de una afirmación o un argumento derivado de un fenómeno o problema científico. El presente trabajo facilita en los estudiantes el contacto directo con el objeto de aprendizaje, para lo cual el educando será capaz de exponer de forma natural el fenómeno en estudio.

**Indagación:** Capacidad para plantear preguntas y definir procedimientos adecuados para seleccionar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas. Implica, entre otras cosas, plantear preguntas, hacer predicciones, identificar variables, realizar mediciones, organizar y analizar resultados, plantear conclusiones y comunicar apropiadamente sus

resultados. No existe otra forma de estimular el espíritu investigativo en los estudiantes, si no es haciendo investigación en el aula, lo que propone la presente estrategia.

El desarrollo de esta última competencia (indagación) es la esencia del presente trabajo, ya que se busca fortalecer específicamente los aprendizajes relacionados con las competencias investigativas, en consecuencia al final de la intervención se evidenciarán los aprendizajes de acuerdo a la matriz de referencia, (ICFES, 2015).

*Tabla 2. 1 Aprendizajes esperados competencia indagación*

<b>Competencia</b>	<b>Aprendizaje</b>	<b>Evidencia</b>
<b>Indagación</b>	Comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural.	Analiza qué tipo de pregunta puede ser contestada a partir del contexto de una investigación científica.
		Reconoce la importancia de la evidencia para comprender fenómenos naturales.
	Derivar conclusiones para algunos fenómenos de la naturaleza, basándose en conocimientos científicos y en la evidencia de su propia investigación y de la de otros.	Comunica de forma apropiada el proceso y los resultados de investigación en ciencias naturales.
		Determina si los resultados derivados de una investigación son suficientes y pertinentes para sacar conclusiones en una situación dada.
		Elabora conclusiones a partir de información o evidencias que las respalden.
		Hace predicciones basado en información, patrones y regularidades.
	Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones.	Interpreta y analiza datos representados en texto, gráficas, dibujos, diagramas o tablas.
		Representa datos en gráficas y tablas.
	Utilizar algunas habilidades de pensamiento y	Da posibles explicaciones de eventos o fenómenos consistentes con

	de procedimiento para evaluar hipótesis o predicciones.	conceptos de la ciencia (predicción o hipótesis).
		Diseña experimentos para dar respuesta a sus preguntas.
		Elige y utiliza instrumentos adecuados para reunir datos.
		Reconoce la necesidad de registrar y clasificar la información para realizar un buen análisis.
		Usa información adicional para evaluar una predicción.

El hombre necesita del agua para desarrollar sus funciones vitales, sociales, culturales, industriales, en resumidas cuentas diríamos que nuestras vidas giran alrededor de este preciado líquido. Las actividades humanas, ya sea de forma directa o indirecta, generan gran impacto sobre las fuentes hídricas, debido a que en el agua se disuelven gran número de sustancias que alteran sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que da como resultado su contaminación. Como se ha expuesto hasta ahora, son muchas las razones para trabajar con el agua en la escuela, ya que debido a su carácter social y específicamente formativo, con ella se puede aprender a cambiar hábitos y actitudes en torno al agua.

Por lo general los hábitos y las actitudes, se aprenden por imitación, de las nuevas generaciones a las viejas, pues las primeras ven con buenos ojos lo que hacen sus mayores, aunque sabemos que en cuanto al manejo del patrimonio ambiental no siempre es así. Si se quiere consolidar actitudes positivas hacia el uso y gestión del agua, es necesario retomar los tres componentes de Marcen (2003): un componente cognitivo que consolide la creencia, un componente afectivo que mire con buenos ojos ese hábito y un componente de acción que lleve a ejecutar esa práctica positiva. Todos estos componentes se pueden acrecentar en situaciones de aprendizaje favorables.

Históricamente hemos visto a nivel mundial las catástrofes ambientales que se generan por la contaminación de ríos, quebradas y océanos, ocasionadas por el hombre; en nuestro país esto se ve reflejado en actividades como la agricultura, la minería, la urbanización y más recientemente por derrames de crudo, aunque esta situación es de mucho tiempo atrás, razón por la cual es necesario que la escuela fortalezca sus planes de educación ambiental enfocada hacia la gestión y promoción del recurso hídrico. En consecuencia se toma como base para este proyecto, lo que expresa los lineamientos curriculares de ciencias naturales, de acuerdo a la dimensión ambiental de las escuelas.

“La escuela como formadora en democracia y ente social, está en la responsabilidad de formar ciudadanos y comunidades que entiendan la dinámica compleja de su medio natural, como resultado de la interrelación con los aspectos físicos, químicos, biológicos, culturales, sociales y económicos; construyan actitudes positivas hacia la gestión, sostenibilidad y promoción del patrimonio natural con miras a fortalecer los conocimientos que permitan mitigar problemáticas de tipo ambiental” (MEN, 1998, p. 23).

El análisis de las propiedades físicas y químicas del agua de un afluente hídrico, puede ser una estrategia alternativa para generar una conciencia ambiental en los educandos que los motive hacia el uso sostenible de este patrimonio ambiental. En ese sentido es necesario determinar las propiedades del agua, permitiendo que través de su análisis experimental puedan despertar en el estudiante una actitud de conservación.

La presente propuesta plantea un manejo conceptual correspondiente a la temática del agua y sus propiedades físicas y químicas, lo cual responde al desarrollo de competencia propias de las ciencias naturales en los estudiante de décimo grado, como lo propone el ministerio de educación nacional en los estándares básicos de competencia desde el siguiente enunciado:

“Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente”. Esto de acuerdo al componente físico, específicamente en los procesos químicos.

### **2.3.1 Algunas propiedades físicas y químicas de agua de afluente hídrico.**

La calidad del agua superficial es una de las variables ambientales más importantes a ser monitoreada, depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares.

Para ello es necesario realizar una serie de análisis biológicos, físicos y químicos, ya sea directamente en el campo o en un laboratorio de análisis de agua que cuente con toda la instrumentación necesaria. En nuestro país el IDEAM dictamina los parámetros para realizar los procesos de análisis de agua; entre dichos procesos están: color aparente, alcalinidad total, conductividad eléctrica, dureza total, pH, etc.

#### **a. El color:**

Las aguas superficiales pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada en suspensión, cuando en realidad el agua en su estado puro no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánicos como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales.

El color causado por la materia en suspensión es llamado color aparente y es diferente al color real debido a extractos vegetales u orgánicos, que son coloidales, por lo que se determina con una muestra original si filtrado ni centrifugado (APHA, AWWA, WPCF, 1992). Esto trae

como consecuencia que a luz del sol no penetre en su totalidad y afecte el desarrollo de la biodiversidad.

Para determinar el color aparente de aguas superficiales, según Romero (1996), es necesario adoptar un estándar arbitrario para su medida; dicho estándar se emplea directa e indirectamente para la medida del color. Las aguas que contienen coloración natural tienen apariencia amarillo-marrón. A través de la experiencia se ha visto que las soluciones de cloroplatinato de potasio ( $K_2PtCl_6$ ) teñidas con pequeñas cantidades de cloruro de cobalto dan colores mucho más parecidos al natural. Al aumentar o disminuir la cantidad de cloruro de cobalto la degradación del color puede variar y resultar muy parecida a los tonos naturales.

El color producido por 1 mg/L de platino (como  $K_2PtCl_6$ ) se toma como la unidad estándar de color. El procedimiento usual es preparar una solución estándar de  $K_2PtCl_6$  con 500mg/L de platino. Para dar el tinte apropiado se agrega cloruro de cobalto. La solución estándar tiene un color de 500 unidades y a partir de las diluciones se puede preparar una serie de patrones de trabajo. Estos estándares se colocan en tubos de Nessler. Se utiliza una serie que oscila de 0 a 70 unidades, se deben tapar los tubos para proteger la disolución del polvo y la evaporación. Las muestras son sometidas a comparación ocular con la solución estándar, por lo que el método está sujeto a un gran porcentaje de error.

#### **b. El Olor**

En el estado puro, el agua no produce sensaciones olfativas. El olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas

fuentes u orígenes, más o menos bien definidos. Además de estos aromas típicos, existen otras fragancias que tipifican un origen en particular, pero que son menos frecuentes en los estudios de calidad de agua. Alguna de las causas de que se presenten olores en muestras de aguas puede ser la presencia de materia orgánica en solución como: sulfuro de hidrógeno, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc.

Para determinar la concentración de olor se puede utilizar el método conocido como **número detectable de olor**, que consiste en determinar la relación de dilución a la cual el olor es apenas detectable. Ejemplo:

El procedimiento para determinar el olor consiste en diluir muestras del agua por analizar, a 200mL, con agua destilada libre de olor, hasta encontrar la mayor dilución a la cual se alcanzó a percibir el olor. Quiere decir que si la mayor dilución a la cual se alcanzó a percibir el olor fue de 5mL a 200, el número detectable de olor será  $200/5 = 40$ .

El número detectable puede determinarse a través de la siguiente formula:

$$ND = \frac{A + B}{A}$$

Donde, A= volumen en mL de muestra y B= volumen en mL de agua libre de olor.

En el presente trabajo utilizaremos la tabla 2.2 para determinar o clasificar las muestras de agua.

*Tabla 2. 2 Olores del agua*

<b>Tipo de olor</b>	<b>Tipo de agua</b>
Inodoro	Aguas dulces y frescas
Olor metálico	Aguas subterráneas
Olor vegetal	Aguas poco profundas, de humedales y estuarios

Olor pícrico	Lixiviados
Olor a pescado	Aguas oceánicas y cultivos piscícolas

### c. Material Flotante

Los materiales flotantes de menor densidad que el agua, son originados por el hombre, porque van apareciendo a medida que el hombre comienza a interactuar con el medio ambiente. Surgen por aglomeración de las poblaciones y como consecuencia del aumento desmesurado y sin control alguno de las industrias. Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El crisol con su contenido se seca a 103-105°C; el incremento de peso, sobre el peso inicial, representa el contenido de material flotante o sólidos suspendidos, Romero (1996).

Las sustancias en suspensión pueden ser plásticos, papeles, etc., que son transportados por la corriente del agua. Esto puede causar deterioro del paisaje o dificultades para plantas de potabilización de aguas superficiales.

### Densidad

Es la masa contenida en la unidad de volumen. Es una propiedad inherente a la forma de la estructura molecular de la sustancia, es decir, depende de los mecanismos de unión de las moléculas. En el agua la densidad es máxima a 3,98°C y a partir de allí disminuye ligeramente al aumentar o disminuir la temperatura. Esto es lo que hace que el hielo flote en el agua, ya que su densidad es menor que la del agua líquida. La densidad del agua y de los líquidos en general, es prácticamente independiente de la presión (incomprensibilidad), pero cambia cuando hay presencia de sólidos u otras sustancias disueltas.

#### d. El pH

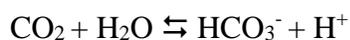
El pH de una disolución se define como el logaritmo negativo de la concentración del ion hidrogeno (en mol/L):  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ; valores definidos en una escala arbitraria que va entre una concentración de  $[\text{H}^+] = 1\text{M}$  hasta  $[\text{OH}^-]=1\text{M}$ .

El logaritmo negativo proporciona un número positivo para el pH, el cual, de otra manera, sería negativo debido al pequeño valor de  $[\text{H}^+]$ . Así el termino  $[\text{H}^+]$  en la anterior ecuación solo corresponde a la parte numérica de la expresión para la concentración del ion hidrogeno, ya que no se puede tomar el logaritmo de las unidades. Entonces al igual que la constante de equilibrio, el pH de una disolución es una cantidad adimensional. Debido a que el pH solo es una manera de expresar la concentración del ion hidrogeno, las disoluciones acuosas acidas y básicas a  $25^\circ\text{C}$  se identifican por sus valores de pH, de la siguiente forma:

Disoluciones ácidas:	$[\text{H}^+] > 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ , $\text{pH} < 7.00$
Disoluciones básicas:	$[\text{H}^+] < 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ , $\text{pH} > 7.00$
Disoluciones neutras:	$[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ , $\text{pH} = 7.00$

Debido al equilibrio de disociación del agua, el valor del pH aumenta a medida que  $[\text{H}^+]$  disminuye (Chang, 2010) . En el agua pura a  $25^\circ\text{C}$  con  $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ M}$ , el pH es  $-\log (1.0 \times 10^{-7}) = 7.0$ .

En casi todos los laboratorios, el agua destilada disponible es acida debido a que contiene  $\text{CO}_2$  procedente de la atmosfera. El  $\text{CO}_2$  es un ácido de acuerdo a la siguiente reacción:



El dióxido de carbono puede eliminarse en gran parte por ebullición del agua y aislando después esta ultima de la atmosfera (Harris, 1991).

### **e. Temperatura**

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. Para obtener buenos resultados, la temperatura debe tomarse en el sitio de muestreo.

La solubilidad del oxígeno disminuye con el aumento de la temperatura, que es una de las principales causas de la mortalidad de especies acuáticas. Además de que hay un aumento en la velocidad de reacciones químicas el interior del agua la temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detienen cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad.

### **Conductividad Eléctrica**

Depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. Según Romero (1996), La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición. El agua pura es un mal conductor de la electricidad, por lo que la medida de la conductividad nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma. La presencia de sales en el agua es lo que hace aumentar su capacidad de

transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ( $\mu\text{S/l}$ ).

Para medir la conductividad en aguas podemos utilizar un conductímetro, que tiene una lectura directa en  $\mu\text{mho/cm}$  a  $25^\circ$  con un error menor del 1%. La conductividad leída es igual a la conductividad eléctrica de la muestra medida entre caras opuestas de un cubo de 1cm. La resistencia específica de un conductor es función de sus dimensiones y puede expresarse como:

$$C = \frac{RA}{L}$$

Dónde:  $C$ = resistencia específica, ohmio x cm;  $R$ = resistencia, ohmio;  $A$ = área de sección transversal del conductor,  $\text{cm}^2$ .  $L$ = longitud del conductor, cm

Las moléculas de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas tienen muy baja conductividad o no presentan. La conductividad se puede utilizar como una medida indirecta de sólidos disueltos totales o para determinar la presencia de ciertos minerales.

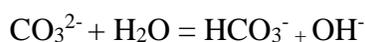
#### **f. Alcalinidad**

La alcalinidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrogeno, como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas ( $\text{OH}^-$ ), Romero (1996). La determinación de la alcalinidad total y otras formas de alcalinidad es de gran importancia para los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampona de un agua. La alcalinidad de muchas aguas superficiales depende en gran medida de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Los valores determinados pueden incluir también la

contribución de boratos, fosfatos, silicatos y otras bases; sin embargo, en la práctica la contribución de estos es insignificante y pueden ignorarse. La determinación de la alcalinidad se utiliza en el control de los procesos de tratamiento de aguas.

La alcalinidad se determina por titulación con ácido sulfúrico 0,02N y se expresa como mg/l de carbonato de calcio equivalente a la alcalinidad determinada. Los iones  $H^+$  procedentes de la solución 0,02N de  $H_2SO_4$  neutralizan los iones  $OH^-$  libres y los disociados por concepto de la hidrólisis de carbonatos y bicarbonatos.

Las reacciones de hidrolisis son las siguientes:



La titulación se efectúa en dos etapas sucesivas, definidas por los puntos de equivalencia para los bicarbonatos y el ácido carbónico, los cuales indican electrométicamente por medio de indicadores.

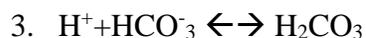
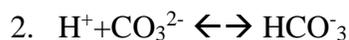
El método clásico para el cálculo de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad (hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos) consiste en la observación de las curvas de titulación para esos compuestos, suponiendo que alcalinidades por hidróxidos y carbonatos no pueden coexistir en la misma muestra.

Del análisis de las curvas de titulación, obtenidas experimentalmente, se puede observar lo siguiente:

1. La concentración de iones  $OH^-$  libres se neutralizan cuando ocurre el cambio brusco de pH a un valor mayor de 8.3.

2. La mitad de los carbonatos se neutralizan a pH 8.3 y la tonalidad del pH 4.5.
3. Los bicarbonatos son neutralizados a pH 4.5.

En la titulación con  $\text{H}_2\text{SO}_4 - 0,02\text{N}$ , los iones hidrogeno del ácido reaccionan con la alcalinidad de acuerdo con las siguientes ecuaciones.



Según lo anterior la fenolftaleína y el metil naranja o el metacresol purpura y el bromocresol verde son los indicadores usados para la determinación de la alcalinidad. La fenolftaleína da un color rosado a pH mayores de 8.3 y vira a incolora por valores de pH menores de 8.3; el metil naranja es de color amarillo en condiciones ácidas; el metacresol purpura cambia de color a pH 8.3 y el bromocresol verde a pH 4.5.

La alcalinidad de las aguas naturales se debe primariamente a las sales de ácidos débiles, aunque las bases débiles o fuertes también pueden contribuir. Es un indicador de la calidad general del agua. Aunque no existen riesgos de salud por alcalinidad, se supervisa para controlar el proceso de tratamiento de aguas superficiales destinadas para consumo humano.

#### **g. Dureza**

Las aguas duras se consideran aquellas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma y producen incrustaciones en las tuberías de agua calientes, calentadores, calderas y otras unidades en las cuales se incrementan la temperatura del agua. En términos de

dureza las aguas pueden clasificarse así: De 0-75 mg/l Blanda, 75-150 mg/l moderadamente dura, 150-300 mg/l dura y mayor que 300 mg/l muy dura. La dureza se expresa en mg / L como  $\text{CaCO}_3$

**Causas De Dureza:** En la práctica se considera que la dureza es causada por cationes de calcio y magnesio principalmente, ya que son capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua forman incrustaciones. Los principales cationes que causan la dureza en el agua y los principales aniones asociados con ellos son los siguientes:

<b>Cationes que causan dureza</b>	<b>aniones</b>
- $\text{Ca}^{2+}$	$\text{HCO}_3^-$
- $\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$
- $\text{Sr}^{2+}$	$\text{Cl}^-$
- $\text{Fe}^{2+}$	$\text{NO}_3^-$
- $\text{Mn}^{2+}$	$\text{SiO}_3^{2-}$

En menor grado  $\text{Al}^{+3}$  y  $\text{Fe}^{+3}$  son considerados como iones causantes de dureza. En general, la dureza es igual a la concentración de cationes polivalentes del agua.

En las mayorías de las aguas se considera que la **dureza total** es aproximadamente igual a la dureza producida por los iones calcio y magnesio, Es decir:

Dureza total = dureza por Ca + dureza por Mg

Las aguas superficiales presentan altos rangos de dureza en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio se disuelven en el agua. También se debe a la presencia de

hierro. El grado de dureza del agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son cationes. Debido a su presencia, otros cationes presentarían menor solubilidad.

La dureza de las aguas varía considerablemente en base a los tipos de suelo y la ubicación geográfica de las aguas superficiales. En general, las aguas superficiales son más blandas que las aguas profundas. La dureza de las aguas refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que el agua ha estado en contacto. El umbral del gusto es de: 100-300 mg/L y en concentraciones de 200 mg/L puede causar incrustaciones.

### **Riesgos**

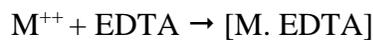
- El agua dura no tiene ningún riesgo a la salud pero puede crear problemas a los consumidores a partir de concentraciones superiores a 200 mg/L, pueden afectar las tuberías, los calentadores de agua y los lavaplatos.

- La aceptación de la dureza del agua por el público puede ser muy variable y está en función de las condiciones locales. El umbral de sabor del ión calcio es 100 a 300 mg/L y el umbral de sabor del magnesio es menor al del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza de más de 500 mg/L.

### **Método EDTA para determinar dureza**

El ácido etilendiaminotetracético (EDTA) es un agente quelante de gran utilidad en química analítica. Forma complejos estables de proporciones estequiométricas 1:1 con la mayoría de los

iones metálicos, es decir, un mol de EDTA, reacciona con un mol de ion metálico, Harris (1992). Para este método se utiliza el ácido etileno diaminotetraacético o de sus sales de sodio como agente titulador. Dichas soluciones forman iones complejos solubles con el calcio y el magnesio, principales iones causantes de dureza.



Para este método es conveniente utilizar el indicador negro de ericromo T, ya que por su rango de viraje es perfecto para indicar cuando todos los iones calcio y magnesio han formado complejo con EDTA. Cuando se añade de una pequeña cantidad de negro ericromo T, color azul, a un agua dura con  $pH 10.0 \pm 0.1$ , el indicador se combina con algunos iones  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$  para formar un ion complejo débil de color vino tinto. Es necesario utilizar una solución tapón ( $NH_4Cl / NH_3$ ) a la muestra de agua para estabilizar un valor de  $pH 10.0 \pm 0.1$

Durante la titulación con EDTA todos los iones  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$  ( $M^{+2}$ ) libres forman complejos; finalmente el EDTA descompone el compuesto débil vino tinto para formar un complejo más estable con los iones que causan dureza. Esta acción libera el indicador negro eriocromo T y la solución pasa por de color vino tinto a color azul lo cual indica el punto final de la titulación.

## 2.4 Marco Legal

*Tabla 2. 3 Marco legal*

Ley, norma o decreto	Texto	Contexto
<b>Ley 115 de 1994, artículo 5.9</b>	El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.	Por medio de la presente propuesta se quiere desarrollar en los estudiantes un espíritu investigativo y analítico hacia el uso del conocimiento científico para la gestión del patrimonio ambiental.
<b>Ley 115 de 1994, artículo 5.10</b>	La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación.	Los trabajos de campo, les permiten a los estudiantes conocer de primera mano, las problemáticas de los fenómenos naturales que se estudian, así, tomar una posición crítica respecto a esta.
<b>Lineamientos curriculares (MEN)</b>	La escuela debe educar para que los individuos y las colectividades comprendan la naturaleza compleja del ambiente, resultante de la interacción de sus aspectos biológicos, físicos, químicos, sociales, económicos y culturales; construyan valores y actitudes positivas para el mejoramiento de las interacciones hombre-sociedad-naturaleza, para un manejo adecuado de los recursos naturales y	Promover grupos de investigación en el aula es importante para desarrollar competencias propias del área de ciencias naturales, pues los estudiantes llegarán a entender que hacen parte de un medio natural, donde tienen una función como especie y que todas sus acciones tienen consecuencias en los demás factores del ecosistema.

	para que desarrollen las competencias básicas para resolver problemas ambientales.	
<b>Estándares básicos de competencia en ciencias naturales (MEN)</b>	Evalúo el potencial de los recursos naturales, la forma como se han utilizado en desarrollos tecnológicos y las consecuencias de la acción del ser humano sobre ellos.	A través del análisis de las propiedades físicas y químicas del agua, el educando podrá determinar cuáles son las causas de la contaminación de una fuente hídrica y relacionar acciones humanas con dicha alteración.
<b>Constitución política de 1991, artículo 80</b>	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.	La Institución Educativa, en representación del estado colombiano promoverá a través de sus prácticas pedagógicas, promoverá en sus estudiantes actitudes hacia el uso sostenible del patrimonio ambiental.
<b>Ley 1801 de 2017, artículo 6,3</b>	Ambiente: Favorecer la protección de los recursos naturales, el patrimonio ecológico, el goce y la relación sostenible con el ambiente.	La presente propuesta busca favorecer la buena gestión del recurso hídrico, a través del estudio de aguas superficiales.
<b>Ley 373 de 1997</b>	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.	Por medio de la vivencia de las problemáticas ambientales, las personas se verán obligadas a hacer un uso más racional y sostenible del recurso hídrico.
<b>Decreto 1743 de 1994</b>	Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente.	Este proyecto responde a los criterios de promoción del medio ambiente, a través de la investigación de las alteraciones de las propiedades de una corriente de agua superficial.

## 2.5 Referente Espacial

La Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz se encuentra ubicada en el municipio de Santa Fe de Antioquia, barrio Santa Lucía, calle 9 # 2-25. Es una institución de carácter oficial, calendario A, perteneciente al núcleo de desarrollo educativo 519. Cuenta con una sede principal, básica secundaria y media, dos sedes de básica primaria en el área urbana y tres en el área rural. Ofrece los niveles educativos de: preescolar, básica primaria, básica secundaria y media; además de aceleración del aprendizaje, postprimaria y educación de adultos. Presenta varias jornadas escolares, diurnas, nocturnas y sabatinas, todas en la modalidad presencial.

Actualmente se desempeña como rector de la institución el licenciado Leandro Huberto Chacón, cuenta con tres coordinadores y una planta de 48 docentes, distribuidos en las diferentes sedes, según la necesidad educativa.

La comunidad educativa presenta un nivel económico bajo en general, por causa del desempleo, ya que un 40% aproximadamente viven de la agricultura y la ganadería, un 30% aproximadamente viven de un sueldo y el 30% restante incluye grupos de desplazados y trabajadores temporales en extracción de materiales de playa o en fincas de recreo y en trabajos de fin de semana en negocios de heladería y turismo (venta de frutas, productos artesanales, entre otros)

Académicamente el rendimiento institucional no es el mejor, ya que en los últimos años ha venido presentando un desempeño bajo en las pruebas saber 11. Sumado a eso el alto índice de mortalidad académica en el último año: 28% para ser exactos, a pesar que se han discutido este

problema en las reuniones del consejo académico, lo cierto es que aún no se percibe una mejora en los resultados.

Al parecer en la institución no se ha desarrollado ningún proyecto parecido en el área de ciencias naturales química, como el que propone el presente documento.

## Capítulo III. Diseño metodológico

### 3.1 Enfoque

La presente propuesta desarrolla una investigación de aula del quehacer docente, en la cual se plantea un trabajo conjunto entre estos dos elementos para indagar sobre los objetos de estudio de las diferentes disciplinas curriculares, bien sea sobre la teoría de las mismas, o sobre los aspectos prácticos y de aplicación o verificación de la teoría, (Restrepo, 2009). El currículo es abordado desde proyectos de investigación en el cual el docente generalmente es el investigador principal y asesor del desarrollo de las propuestas de estudio de los estudiantes. En este caso se propone la implementación de grupos de investigación en el aula para fortalecer las competencias investigativas en ciencias naturales y el trabajo colaborativo en respuesta a la reflexión que he hecho con anterioridad de mi práctica docente.

La presente investigación educativa apuesta, en primer lugar, a fortalecer la competencia de indagación propia del área, en segundo lugar, a comprender la dinámica del objeto de estudio, desde la práctica directa con este y, como tercera instancia, a generar una transformación social en los participantes, la cual se evidenciará en actitudes positivas hacia el cuidado y gestión del patrimonio ambiental.

La metodología que plantea Restrepo (2009) para esta variante de la Investigación-Acción educativa, parte de la presentación de un problema o situación problema, posteriormente se establecen y estudian conceptos básicos relativos a este. Luego, se organiza un plan de acción (la conformación de grupos de trabajo, asignación de roles al interior de los equipos de trabajo, cronograma tentativo, definición de los instrumentos para la recolección de datos, etc.), hipótesis, trabajo de campo, sistematización de datos, análisis de resultados, evaluación y una retroalimentación o bien podríamos decir una discusión orientada por el docente a cargo.

### 3.2 Método

En ese sentido el presente trabajo se fundamenta en el método crítico social, cuyas características más importantes en el ámbito educativo son: la adopción de una visión global y dialéctica de la realidad educativa. La aceptación compartida de una visión democrática del conocimiento, así como de los procesos implicados en su elaboración y la asunción de una visión particular de la teoría del conocimiento y de sus relaciones con la realidad y con la práctica (Alvarado y García, 2008). Expuesto lo anterior, en el desarrollo del presente trabajo podemos distinguir 3 momentos:

El diagnóstico: en el cual se relacionarán los conceptos previos de los estudiantes con la realidad actual del objeto de estudio. Esto se realizará en primera instancia por medio de la aplicación de una encuesta en donde se busca recoger información sobre la percepción de los estudiantes en cuanto a sus grupos de trabajo en el aula y el desarrollo de aprendizajes relativos a la competencia de indagación.

En un segundo momento se hace una revisión de los resultados institucionales en las pruebas saber de los últimos 3 años (2016-2, 2017-2 y 2018-2), de modo que se puede identificar el desempeño de los estudiantes y establecer una tendencia en cuanto a los aprendizajes evaluados referente a la competencia de indagación.

Plan de acción: se diseña una guía donde se expone un manejo conceptual y procedimental referente al tema de estudio. Luego se organizarán los grupos de trabajo al interior del aula, los cuales tendrán interacción directa con la fuente hídrica a través de la toma de muestras y, posteriormente, el análisis en el laboratorio escolar. Por último, se realizará una valoración y evaluación del trabajo de los grupos de investigación, de acuerdo a los informes de laboratorio, además de establecer las acciones a mejorar durante la implementación de la propuesta.

### **3.3 Instrumentos de recolección de la información**

Para la recolección de información, la presente propuesta se apoyará inicialmente en una fuente primaria, específicamente el cuestionario, que es básicamente un conjunto de preguntas en referencia a una o más variables por medir (Sampieri y Fernandez citando a Chasteauneuf, 2009). El contenido del cuestionario será variado, debido a que se tendrán en cuenta aspectos cuantitativos y cualitativos propios de un enfoque mixto, por lo cual se emplearán preguntas cerradas a 45 estudiantes de los grados 10°. Además se analizarán los resultados institucionales de las pruebas saber 9° del año 2018, con el fin de reconocer dificultades y fortalezas en el desarrollo de competencias investigativas de los estudiantes que en el presente año cursan grado 10°.

### **3.4 Población y muestra**

Todo lo anterior, se aplicará en la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz, que cuenta con alrededor de 1.500 estudiantes distribuidos en educación preescolar, básica primaria, básica secundaria, educación media y programa de aceleración de aprendizaje y educación de adultos. La presente propuesta se enfocará específicamente en los grados 10° de la Institución, los cuales se distribuyen en tres grupos: 10A con 28 estudiantes, 10B con 32 estudiantes y 10C con 30 estudiantes. Para una población total de 90 estudiantes a la fecha de la intervención del presente trabajo. Se tomará como muestra experimental la población del grado 10A y los grados 10B y 10C oficiarán como muestra control.

### 3.5 Delimitación y alcance

El presente trabajo pretende fortalecer la enseñanza de las ciencias naturales a nivel institucional, centrando el proceso educativo en la interacción de los estudiantes con el objeto de conocimiento, en donde el rol del docente sea el de orientador de los procesos y no el expositor de conocimientos. En un corto plazo se espera que la presente estrategia sea un referente para los demás docentes del área de ciencias naturales de la Institución Educativa Arturo Velásquez Ortiz tanto en básica primaria, secundaria y media, en cuanto a la reflexión de los procesos de enseñanza de las ciencias, esto debido a que no se viene trabajando por competencias, lo que trae como consecuencia el bajo desempeño de los estudiantes en las pruebas de estado.

A partir del presente trabajo se espera que se consoliden los grupos de trabajo en la asignatura de química y se promueva un enfoque investigativo que dé pie, en un futuro, a semilleros de investigación en la educación media. Para terminar, se espera que para el año 2020 se note una mejora en el desempeño de los estudiantes en las pruebas de estado, específicamente en los aprendizajes evaluados correspondientes a la competencia de indagación propia del área de ciencias naturales.

### 3.6 Cronograma

#### 3.6.1 Plan de Actividades.

*Tabla 3. 1 Plan de actividades*

<b>Fases</b>	<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Descripción</b>
Fase 1 Caracterización	ENCUESTA  Revisión de resultados institucionales pruebas saber 11° (2016 a 2018)	Determinar el nivel de desempeño de competencias investigativas y el conocimiento sobre el objeto de estudio.	El docente aplica una encuesta a los estudiantes de los grados décimos, la cual consiste en diez (10) preguntas relacionadas con el nivel de desarrollo de competencias investigativas, trabajo en grupo y conocimiento del objeto de estudio.  Se hace una revisión de los resultados institucionales en las pruebas saber en los últimos 3 años (2016-2, 2017-2 y 2018-2).
Fase 2 Diseño	Diseño guía de análisis de aguas de afluyente hídrico	Establecer los procedimientos para toma y posterior análisis de muestras de aguas superficiales tipo acequia	El docente elabora una guía de laboratorio en la cual se define el marco conceptual y los parámetros para el análisis de algunas propiedades físicas y químicas del agua de afluyente hídrico.
Fase 3 Intervención	Salida de campo	Identificar objeto de estudio.  Distribuir los grupos de trabajo en sectores específicos para una posterior toma de muestras.	Se realiza un recorrido por la cuenca de la acequia Gualí. Durante este recorrido se establecerán puntos de recolección de muestras y se asignarán los grupos en cada punto.
	Toma de muestras 1	Recolectar muestra de agua de la acequia Gualí	Los grupos de trabajo se dirigen hacia un punto específico de la cuenca de la acequia previamente asignado por el docente para

			recolectar una muestra de agua de alrededor de un 500mL.
	Análisis fisicoquímico de muestra 1	Determinar valores de algunas propiedades físicas y químicas de la muestra de agua.	Los estudiantes ya organizados en grupos de trabajo y bajo la orientación del docente desarrollarán la guía de análisis de agua de afluente hídrico.
	Toma de muestras 2	Recolectar muestra de agua de la acequia Gualí.	Los grupos de trabajo se dirigen hacia un punto específico de la cuenca de la acequia previamente asignado por el docente para recolectar una muestra de agua de alrededor de un 500mL.
	Análisis fisicoquímico de muestra 2	Determinar valores de algunas propiedades físicas y químicas de la muestra de agua.	Los estudiantes ya organizados en grupos de trabajo y bajo la orientación del docente desarrollarán la guía de análisis de agua de afluente hídrico.
	Toma de muestras 3	Recolectar muestra de agua de la acequia Gualí.	Los grupos de trabajo se dirigen hacia un punto específico de la cuenca de la acequia previamente asignado por el docente para recolectar una muestra de agua de alrededor de un 500mL.
	Análisis fisicoquímico de muestra 3	Determinar valores de algunas propiedades físicas y químicas de la muestra de agua.	Los estudiantes ya organizados en grupos de trabajo y bajo la orientación del docente desarrollarán la guía de análisis de agua de afluente hídrico.
Fase 4 Evaluación	Caracterizar 3 muestras de agua	Evaluar el desempeño de los estudiantes de grado 10° en cuanto a la mejora de sus competencias investigativas (indagación).	El docente entregará tres (3) muestras de agua (muestra 1, 2 y 3), agua del grifo, agua lluvia y agua de afluente hídrico.  Los estudiantes deberán aplicar los conocimientos adquiridos para determinar a qué tipo de agua corresponde cada muestra.
Fase 5		Determinar el alcance de acuerdo a	Se hace una revisión de las apreciaciones de los estudiantes

Conclusiones y recomendaciones		los objetivos planteados al inicio del trabajo.	sobre la implementación de la estrategia, luego redactan las conclusiones propias del trabajo con su respectiva recomendación.
--------------------------------	--	---	--

### 3.6.2 Cronograma de actividades

*Tabla 3. 2 Cronograma de Actividades*

ACTIVIDADES	SEMANAS											
	MAYO				JUNIO				JULIO			
<b>Encuesta</b>												
<b>Salida De Campo</b>												
<b>Toma De Muestras 1</b>												
<b>Análisis Físicoquímico De Muestra 1</b>												
<b>Toma De Muestras 2</b>												
<b>Análisis Físicoquímico De Muestra</b>												
<b>Toma De Muestras 3</b>												
<b>Análisis Físicoquímico De Muestra 3</b>												
<b>Evaluación</b>												
<b>Conclusiones y recomendaciones.</b>												

## Capítulo IV. Trabajo final

### 4.1 Resultados y análisis de la intervención.

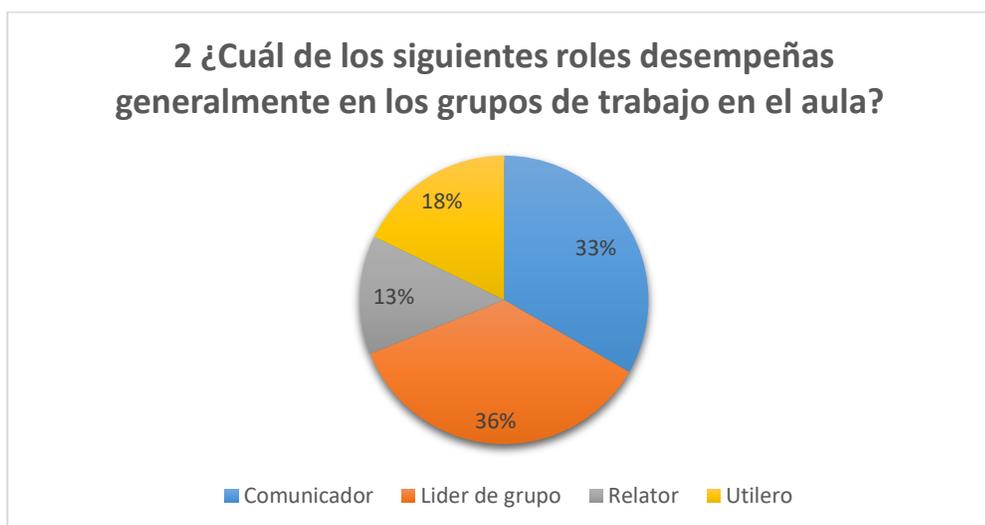
El motivo del presente trabajo es el de fortalecer las competencias propias del área de ciencias naturales en los grados 10°, específicamente las relacionadas con la indagación, por lo cual el trabajo inició con un diagnóstico cuyo objetivo es verificar la percepción de los estudiantes sobre su desempeño en competencias investigativas; además de analizar la dinámica al interior de los grupos de trabajos. En ese mismo sentido se realizará una revisión de los resultados históricos (2016-2, 2017-2 y 2018-2) de la institución en las pruebas saber para establecer el nivel de desempeño de los aprendizajes evaluados correspondientes a la competencia de indagación.

**4.1.1 Análisis de resultado de la prueba diagnóstica:** Se diseñó un cuestionario de 10 preguntas cerradas, algunas con dos opciones de respuestas: Sí o NO. En otras se utilizó el escalamiento de Likert (1932), para determinar la percepción de los estudiantes frente al desarrollo de sus competencias. El cuestionario se aplicó a 45 estudiantes de grado 10°, específicamente a 15 estudiantes de cada grado (10A, 10B y 10C).

*Ilustración 4. 1 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 1 del diagnóstico inicial*



*Ilustración 4. 2 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 2 del diagnóstico inicial*



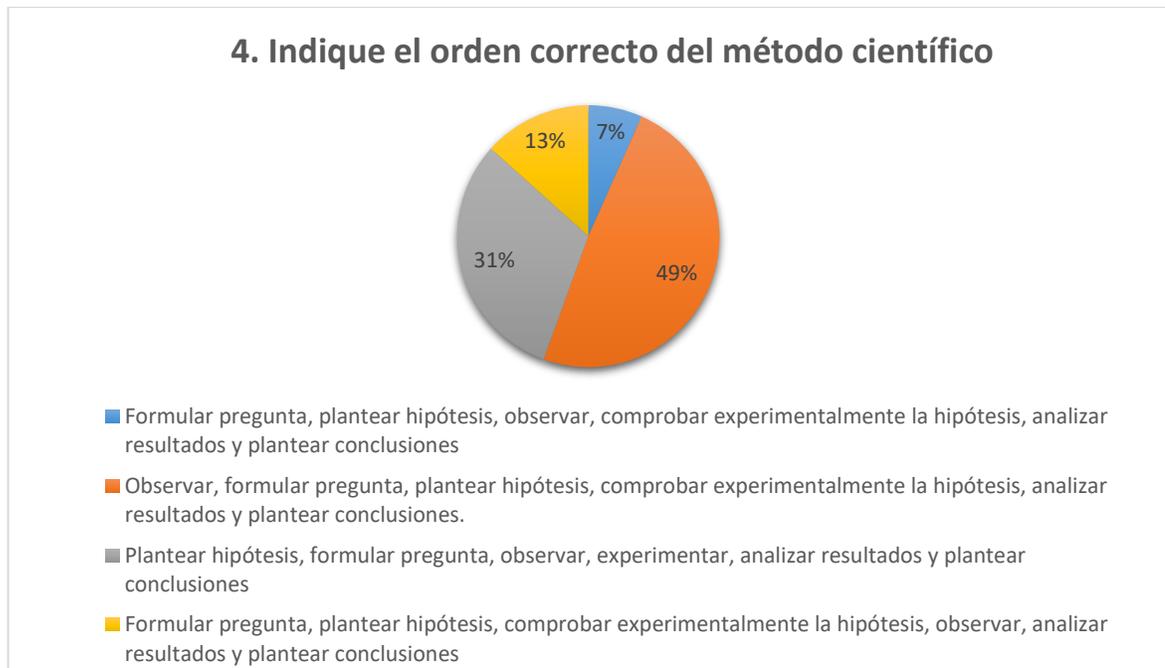
*Ilustración 4. 3 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 3 del diagnóstico inicial*



Las anteriores preguntas nos proporcionan información sobre la dinámica de los grupos de trabajo en el aula en los grados décimo, con la cual podemos decir que más de la mitad de los estudiantes consideran que la estrategia de trabajo colaborativo o grupos de trabajo, ha servido para mejorar su desempeño académico en la asignatura de química. Esto se le puede atribuir a la

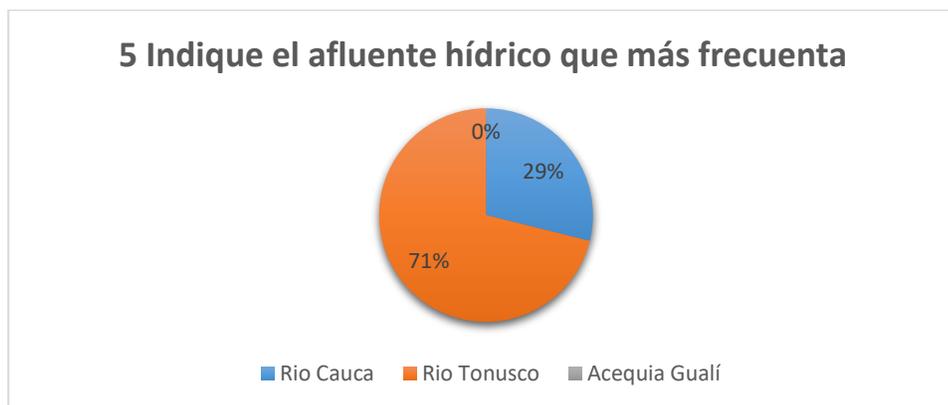
estructura interna de los grupos, debido a que 53% de los encuestados manifiesta que elige a sus compañeros de acuerdo al buen desempeño académico, mientras que el 38% lo hace por amistad; en consecuencia, en estos grupos de estudiantes habrá buen entendimiento entre sus integrantes y por lo menos uno de ellos tiene buen desempeño en el área, por lo que sería el líder del grupo.

***Ilustración 4. 4 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 4 del diagnóstico inicial***



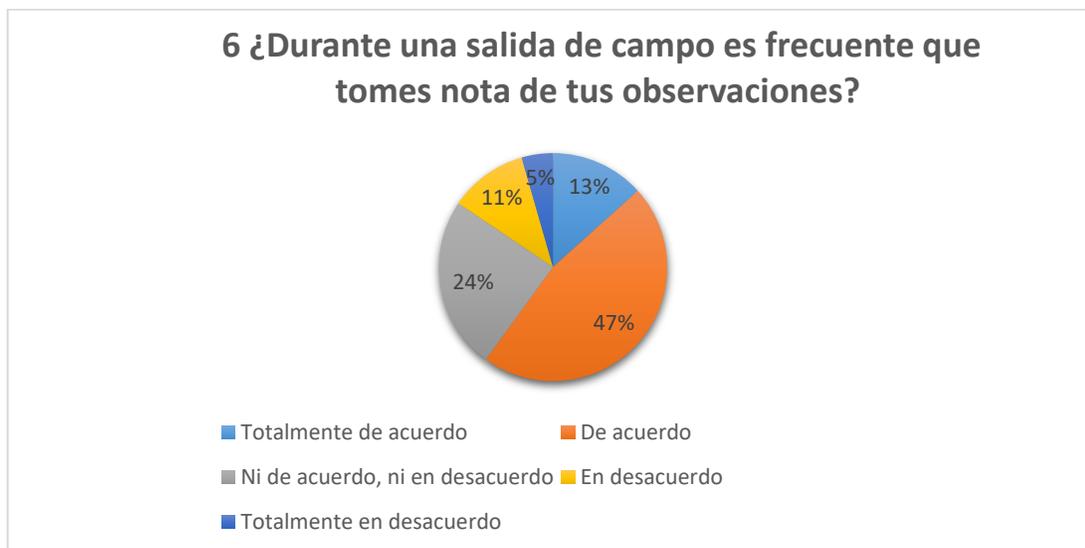
A partir de la pregunta número 4, donde la respuesta correcta es la segunda opción podemos determinar que los estudiantes de grado décimo, en un 51%, no tienen claro la metodología del trabajo en ciencias, lo cual podría ser un indicador de desempeños deficientes en competencias relacionadas con la indagación.

**Ilustración 4. 5 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 5 del diagnóstico inicial**

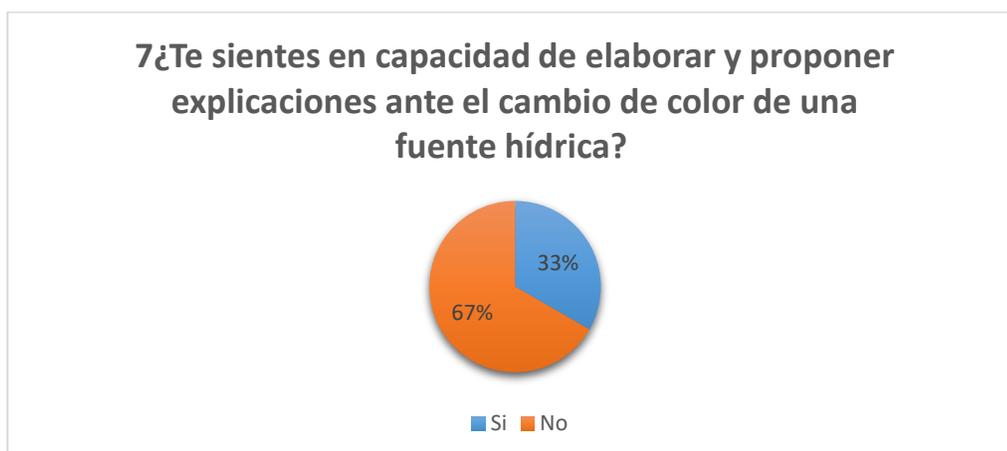


Con respecto a la pregunta 5, podemos decir que a pesar de que la acequia Gualí, es el recurso hídrico más cercano a la Institución, no es frecuentado o es poco percibido por los estudiantes, ya que el recorrido de este afluente se da principalmente a través de fincas y casas de recreo de carácter privado.

**Ilustración 4. 6 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 6 del diagnóstico inicial**



**Ilustración 4. 7 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 7 del diagnóstico inicial**



De acuerdo con los resultados de las preguntas 6 y 7 podemos concluir que el 60% de los estudiantes de grado 10°, hace anotaciones sobre lo que observan en salidas de campo, ya sea por iniciativa propia o como requisito predeterminado por el docente. Por otro lado, el resultado que arroja la pregunta número 7, nos dice que cerca del 70% de los estudiantes de grado 10° no se sienten en la capacidad de elaborar y proponer explicaciones del cambio de color de un afluente hídrico a partir de los contenidos trabajados en la asignatura, de lo cual se deduce que tienen desempeño bajo en este aprendizaje evaluado correspondiente a la competencia de indagación.

**Ilustración 4. 8 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 8 del diagnóstico inicial**



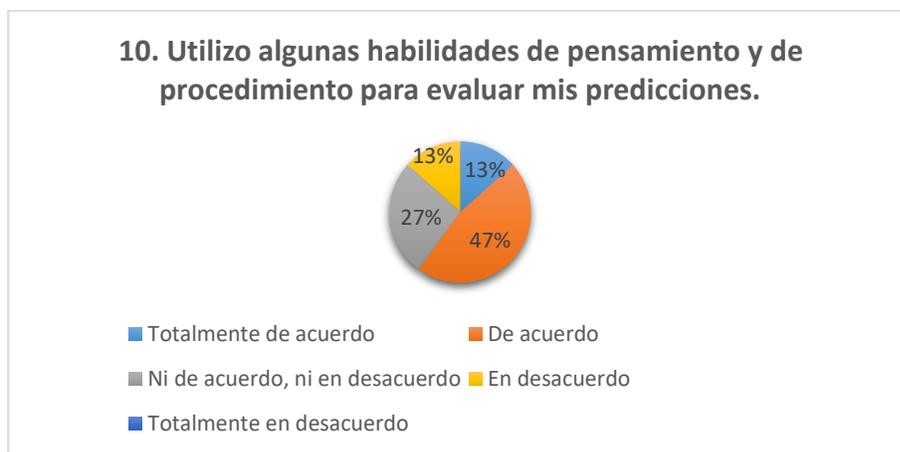
Los estudiantes de grado 10° en un 60% consideran que desde el área de ciencias naturales (Biología, física y química) los docentes estimulan competencias investigativas, lo que cual nos indica que hay una actitud positiva hacia los procesos educativos por parte de los estudiantes, ya que solo el 16% no está de acuerdo.

A continuación se presentan los resultados de las últimas 4 preguntas, que en realidad son los aprendizajes esperados en los estudiantes para configurar la competencia de indagación, por lo cual se realiza un análisis general de los siguientes resultados.

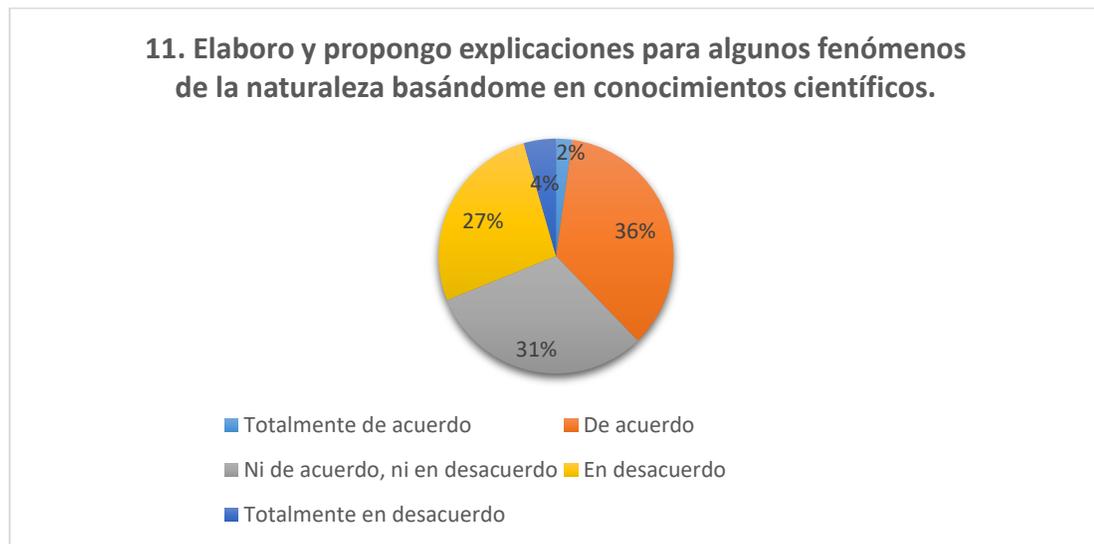
**Ilustración 4. 9 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 9 del diagnóstico inicial**



**Ilustración 4. 10 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 10 del diagnóstico inicial**



**Ilustración 4. 11 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 11 del diagnóstico inicial**



**Ilustración 4. 12 Porcentajes de cada opción de respuesta para la pregunta 12 del diagnóstico inicial**

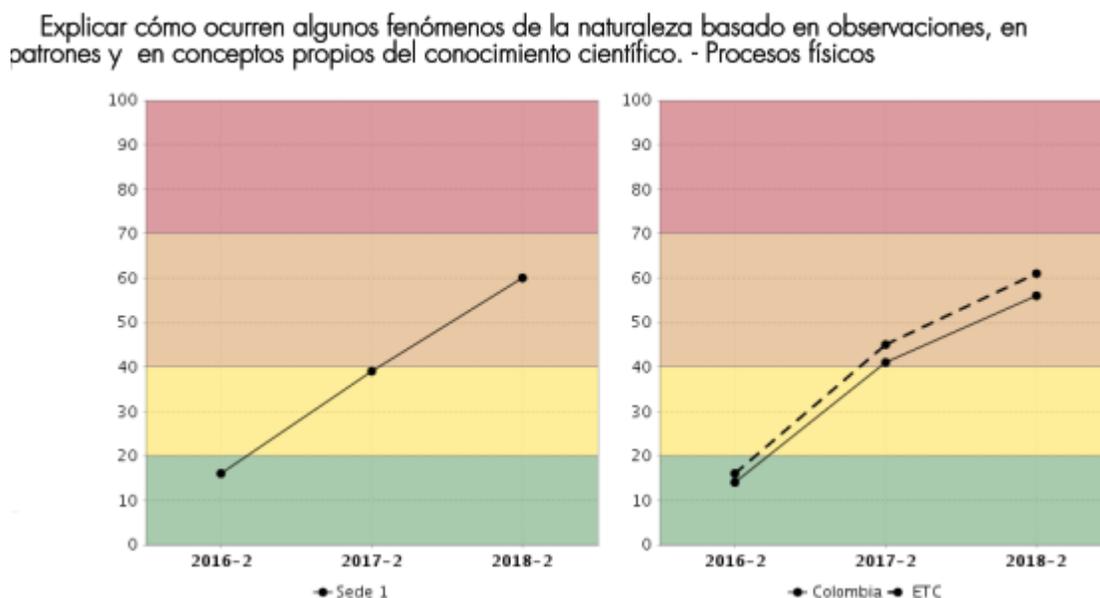


Después de analizar los resultados de las últimas 4 preguntas, relacionadas directamente con la percepción de los estudiante en cuanto a su nivel de desempeño en estos aprendizajes, podemos establecer en un rango de 38% al 60%, que los estudiantes manifiestan tener buenos desempeños para preguntas o situaciones problemas que se relacionen o donde se ponga a prueba su habilidad para observar y relacionar datos, evaluar y poner a prueba sus propias predicciones,

elaborar y proponer explicaciones de algunos fenómenos naturales de acuerdo a teorías científicas y comprender que los fenómenos naturales se explican por medio de investigaciones científicas.

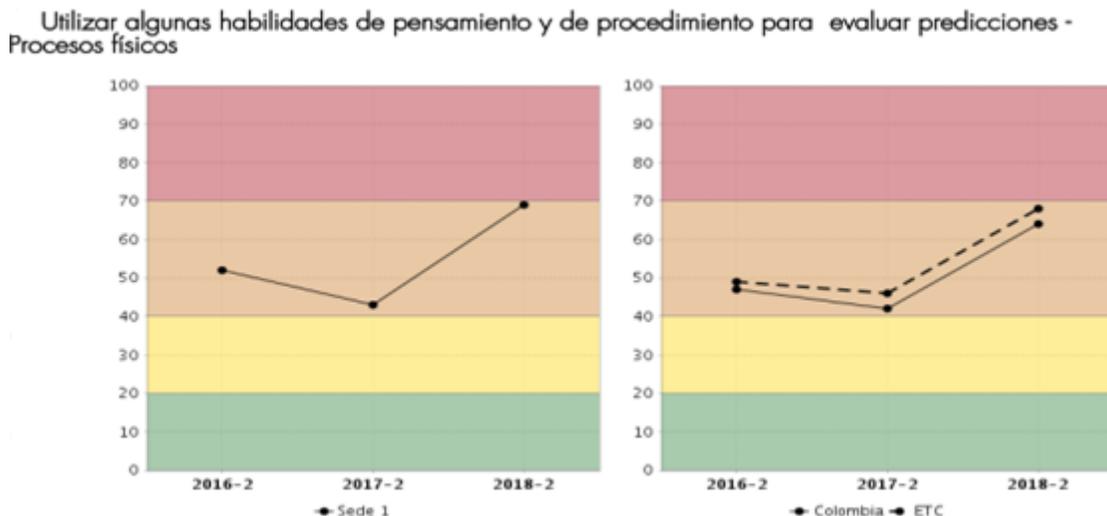
Por otro lado, vemos que la percepción negativa sobre el desempeño de estos aprendizajes no supera el 30% en ninguna de las preguntas. Se esperaría entonces que los estudiantes presentarán buenos desempeños tanto en pruebas institucionales o de orden nacional, pero como vamos a ver a continuación la realidad es otra. Los siguientes resultados nos muestran el desempeño institucional en las preguntas relacionadas con la competencia de indagación del área de ciencias naturales en las pruebas saber 11° de los últimos 3 años (2016-2, 2017-2 y 2018-2).

**Ilustración 4. 13 Porcentaje promedio de respuestas incorrectas Pruebas saber 11(2016-2, 2017-2 y 2018-2.) Competencia de Indagación 1**



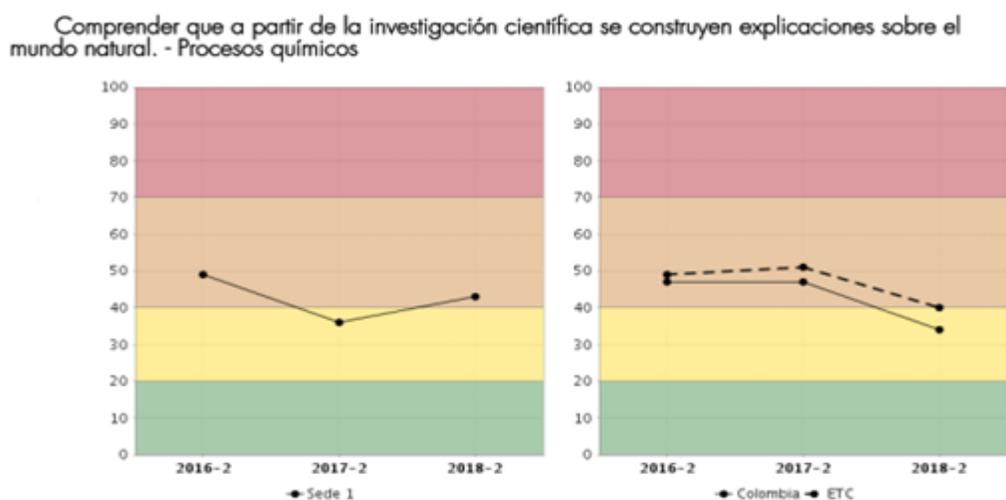
Se observa un incremento del porcentaje promedio de respuestas incorrectas los últimos 3 años hasta llegar a un 60%, relacionada con preguntas donde los estudiantes deben explicar cómo ocurren algunos fenómenos naturales a partir de sus observaciones y el conocimiento científico.

**Ilustración 4. 14 Porcentaje promedio de respuestas incorrectas Pruebas saber 11(2016-2, 2017-2 y 2018-2.) Competencia de Indagación 2**



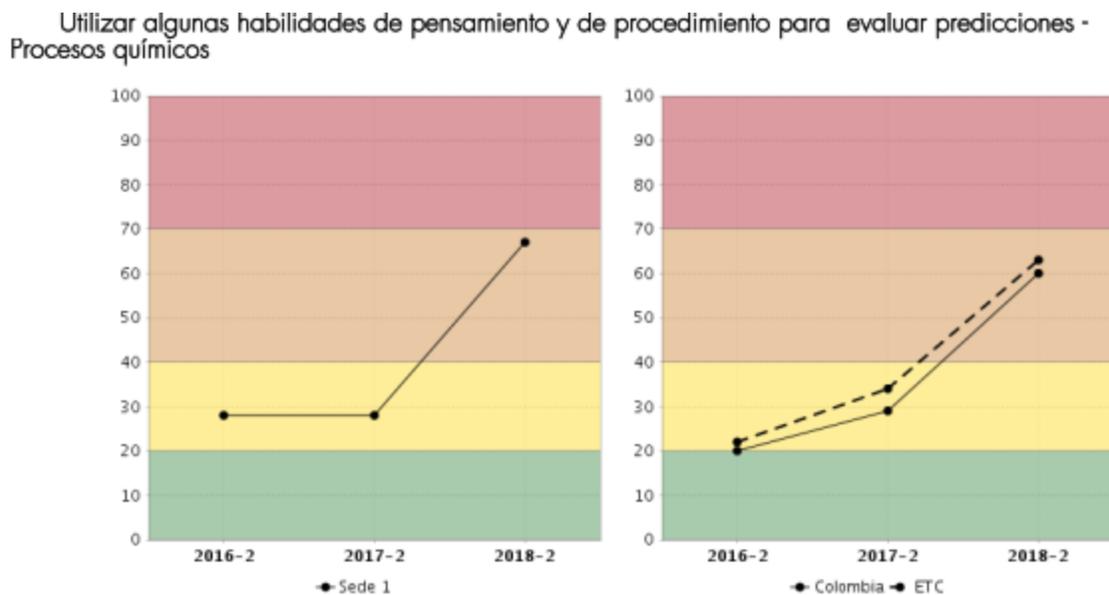
En cuanto a las preguntas relacionadas con el aprendizaje de utilizar algunas habilidades de pensamiento y procedimiento para evaluar sus predicciones se reportó en 2016 un poco más de 50% de respuestas incorrectas, porcentaje que mejoró al siguiente año (40%), pero que en 2018, alcanzó un 70%.

**Ilustración 4. 15 Porcentaje promedio de respuestas incorrectas Pruebas saber 11(2016-2, 2017-2 y 2018-2.) Competencia de Indagación 3**



Por otro lado, este resultado nos indica una leve mejoría en las preguntas relacionadas con la comprensión de las investigaciones científicas para explicar fenómenos naturales, ya que nos muestra que en 2016 se tenía casi un 50% de respuestas incorrectas, mientras que en 2017 se bajó a menos del 40% y en 2018 podríamos decir que se ubica en un 43%.

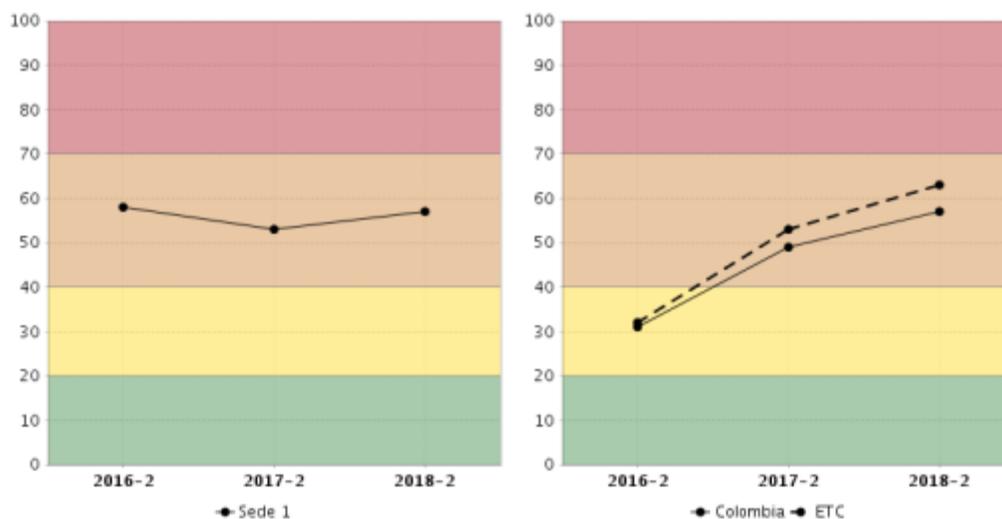
**Ilustración 4. 16 Porcentaje promedio de respuestas incorrectas Pruebas saber 11(2016-2, 2017-2 y 2018-2.) Competencia de Indagación 4**



Anteriormente habíamos visto los resultados de las preguntas que corresponde a este aprendizaje, pero desde los procesos físicos, ahora estamos ante los resultados de procesos químicos donde vemos que la situación es igual de preocupante pues pasamos de un 30% de respuestas incorrectas en 2016 y 2017 a casi un 70% en 2018.

**Ilustración 4. 17 Porcentaje promedio de respuestas incorrectas Pruebas saber 11(2016-2, 2017-2 y 2018-2.) Competencia de Indagación 5**

Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones. - Procesos físicos



Para terminar, observamos cómo se ha mantenido en estos 3 años (2016-2, 2017-2 y 2018-2) el porcentaje de respuestas incorrectas en preguntas relacionadas con la observación y análisis de datos para evaluar predicciones en procesos físicos, que llega casi a un 60%. Estos datos además de justificar la intervención del presente trabajo, nos especifican dentro de la competencia de indagación, los aprendizajes a fortalecer en los estudiantes de educación media en la Institución Educativa Arturo Velásquez.

## 4.2 Diseño e implementación

Teniendo en cuenta los resultados de la prueba diagnóstica, se procede a la elaboración de una guía didáctica para el análisis de algunas propiedades fisicoquímicas de aguas superficiales, que además de permitir al estudiante el contacto directo con el objeto de aprendizaje, estimule el desarrollo de competencias básicas del área de ciencias naturales relacionadas con la indagación. En la implementación de la propuesta se pueden distinguir tres momentos: la salida de campo, toma de muestras y análisis en el laboratorio escolar y la evaluación.



**Tabla 4. 2 Tabla de apuntes parámetros Químicos**

<b>Parámetros Químicos</b>				
	Alcalinidad total	Dureza total	Dureza de calcio	Fecha
Valores referencia				
Valores experimentales 1				
Valores experimentales 2				
Valores experimentales 3				

Para finalizar cada grupo debe entregar un informe de laboratorio donde exponga los resultados y su respectivo análisis.

### 4.3 Actividad de Evaluación.

Se realizará la actividad de evaluación a los tres grupos de grado 10°, esta evaluación consiste en entregar a cada grupo tres muestras de agua:

**Ilustración 4. 18 Muestras de agua.**



Los estudiantes deberán determinar la procedencia (Agua de grifo, Agua de lluvia o Agua superficial) de esas tres muestras, para ello deberán elegir el procedimiento correcto de acuerdo a los datos expuestos en la tabla.

*Tabla 4. 3 Datos experimentales de algunas propiedades fisicoquímicas de muestras de agua.*

TIPO DE AGUA	ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS						
	Olor	Densidad (g/mL)	pH	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	Alcalinidad Total ( $\text{CaCO}_3$ mg/L)	Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ mg/L)	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )
<b>Agua del grifo</b>	Inolora	1.06	6.5 a 9	253	98	174	28
<b>Agua de lluvia</b>	inolora	1.027	6 a 8.7	167	42	118	28
<b>Agua superficial</b>	Leve olor vegetal	1.063	6 a 8.5	279	108	220	28

De acuerdo a los datos de la tabla, ¿Cuál de las siguientes opciones le serviría para clasificar correctamente las 3 muestras de agua?

- A. Densidad y Temperatura
- B. Alcalinidad total
- C. Olor y pH
- D. Dureza total
- E. Conductividad Eléctrica

#### 4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Luego de aplicar la actividad de evaluación en el grupo experimental (10A) y los dos grupos control (10B y 10C), se obtuvieron los siguientes resultados.

Color verde: opciones correctas

Color rosa: opciones incorrectas

**Tabla 4. 4 Resultados de la evaluación grupo experimental y grupos control**

Procedimientos Grados	10°A (grupo experimental)	10°B (Grupo control)	10°C (Grupo control)
A. Densidad y Temperatura	1	2	-----
B. Alcalinidad Total	1	-----	-----
C. Olor y pH	1	4	4
D. Dureza Total	2	1	-----
E. Conductividad Eléctrica	2	-----	-----
	TOTAL: 7 Grupos	TOTAL: 7 Grupos	TOTAL: 4 Grupos

**Ilustración 4. 19 Porcentajes de cada opción de respuesta en la actividad de evaluación grado 10°A**



Los resultados del grupo experimental (10°A) nos indican que el 72% de los estudiantes escogió uno de los procedimientos correctos (Alcalinidad total, dureza total o conductividad eléctrica) para determinar la procedencia de las muestras de acuerdo a los datos expuestos en la tabla y solo un 28% todavía presenta dificultades para usar y relacionar datos para evaluar sus predicciones.

**Ilustración 4. 20 Porcentajes de cada opción de respuesta en la actividad de evaluación grado 10°B**



Los resultados del grupo control (10°B) nos indican que solo 14% de la población escogió uno de los procedimientos correctos (Alcalinidad total, dureza total o conductividad eléctrica) para determinar la procedencia de las muestras de acuerdo a los datos expuestos en la tabla. El 86% de estudiantes presenta un desempeño insuficiente para observar y relacionar patrones de datos para evaluar predicciones.

**Ilustración 4. 21 Porcentajes de cada opción de respuesta en la actividad de evaluación grado 10°C**



Los resultados del grupo control (10°C) nos indican que el 100% de la población evaluada no escogió ninguna de los procedimientos correctos (Alcalinidad total, dureza total o conductividad eléctrica) para determinar la procedencia de las muestras de acuerdo a los datos expuestos en la tabla, por lo que podemos concluir que presentan un desempeño insuficiente para observar y relacionar patrones de datos para evaluar predicciones.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

Después del desarrollo de la presente propuestas podemos concluir que:

En general los estudiantes de grado 10° de la institución educativa Arturo Velásquez Ortiz, tienen una percepción positiva de sus niveles de desempeño ante la resolución de problemas que requieren de competencias investigativas propias del área de ciencias naturales, específicamente en los procesos físicos y químicos. Se evidencia cierta comodidad por parte de los estudiantes en la forma como se han venido planteando los procesos de enseñanza por parte de los docentes, a pesar de que los reportes de pruebas institucionales y nacionales arrojen resultados negativos del desempeño de los estudiantes en las preguntas relacionadas con las competencias del área de ciencias naturales.

El presente trabajo hace posible que los estudiantes sientan la labor científica como una actividad al alcance de sus posibilidades, en donde se pone a prueba la habilidad de los estudiantes para observar y relacionar datos con el fin de evaluar sus propias predicciones. Por otra parte esta propuesta responde a la formación basada en competencias planteada por el MEN, a través, de los estándares básicos de competencias en el año 2006.

Los resultados obtenidos en el grupo 10°A (ver ilustración 4.19) nos muestra que la implementación de grupos de investigación en el aula resulta eficaz para fortalecer los aprendizajes esperados en la competencias de indagación propia del área de ciencias naturales (ver tabla 2.1), según lo establecido por el MEN, a través de la matriz de referencia. Por otro lado se evidencio mejorías en la dinámica de los grupos de trabajo debido a la asignación de roles al interior de los mismos grupos y la disposición de los integrantes para alcanzar el objetivo común.

Una sola actividad de evaluación no garantiza determinar el nivel de aprendizaje o desempeño de los estudiantes y menos cuando se habla del desarrollo de competencias, por lo cual se le debe garantizar al estudiante la valoración de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, en este caso en particular hablamos de tener en cuenta, la observación de fenómenos, el desarrollo de los experimentos, el análisis de los datos, la argumentación y la socialización de su trabajo. Donde el docente haga un análisis continuo del trabajo de los estudiantes y le permita hacer comentarios e implementar acciones para mejorar la comprensión de los estudiantes (Talanquer, 2015).

A pesar de que es necesario hacerle ajustes a la estrategia metodológica, esta presenta elementos que permiten clasificarla como una experiencia significativa ya que valora los conceptos previos de los estudiantes y permite un contacto directo de estos con el objeto de aprendizaje, de tal forma que motiva y despierta el interés de los estudiantes por el desarrollo del proceso educativo.

## **5.2 Recomendaciones**

El proceso de valoración del aprendizaje de los estudiantes es un tema complejo y muy subjetivo en la labor docente, debido a que resulta dispendioso determinar cuantitativamente el nivel de aprendizaje de un estudiante respecto a una temática en específico. Asimismo se presenta una dificultad a la hora de valorar los niveles de desempeño de competencia, ya que hay que tener en cuenta el saber, el saber hacer y el saber ser de cada individuo respecto al tema desarrollado, por lo que una sola evaluación escrita o experimental y escrita, como se presentó en el presente trabajo, no es garantía de una evaluación integral del estudiante frente al alcance de unas competencias.

### Lista de referencias

- Alvarado, L. & García M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-critico. *Revista Universitaria de Investigación*, ISSN 1317-5815, Año 9, N°. 2, págs. 187-202.
- APHA, AWWA, WPCF. (1992). *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Madrid, España. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- BECKERS, J. (2002): *Développer et évaluer les compétences à l'école*. Bruxelles, Labor.
- Chang, R., (2010). *Química*, Mexico DF, Mexico. Mc Graw Hill Editores.
- Cheung, D. (2011). Evaluating student attitude toward chemistry lessons to enhance teaching in secondary school. *Educación Química*, 22, 117-122.
- Delgadillo, G., León, F., & Perez, C. (2013) *Tratamiento De Aguas: Manual de laboratorio*. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, México.
- Harris, D., (1991). *Análisis Químico Cuantitativo*, Mexico DF, Mexico. Grupo Editorial Iberoamerica.
- Marcen, C. (2003). Aportaciones desde la escuela a la nueva cultura del agua. Congreso, agua y educación ambiental: Nuevas propuestas para la acción. Pp, 25-29.
- Ministerio de educación nacional (2014). Alineación ICFES. Tomado de: <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193784/Alineacion+examen+Saber+11.pdf/fd35ca74-e612-e6da-6b1d-65ead395e7f5?version=1.0>
- Ministerio de educación nacional (1998). Lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental. Tomado de: <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-339975.html>.
- Ministerio de educación nacional (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. Tomado de: [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. III Encuentro internacional sobre aprendizaje significativo, pp. 33-45.

- Muñoz et al (2014). El método colaborativo como una alternativa en el trabajo experimental de Química Orgánica. *Educ. quím* [online]., vol.25, n.4 [citado 2019-06-14], pp.464-469. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2014000400010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000400010&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0187-893X.
- Panitz, T. (1999). Collaborative versus cooperative learning –a comparison of the two concepts which Hill help us understand the underlying nature of interactive learning. *Cooperative Learning and College Teaching*
- Prendes, M.A. (2000). Trabajo colaborativo en espacios virtuales. En J. Cabero, J. Salinas y F. Martínez (Coords.). *Medios audiovisuales y nuevas tecnologías para la formación en el siglo XXI*, Murcia: pags, 223-246.
- Clair N. Sawyer, Perry L., McCarty, Gene F. Parkin. (2001). *QUÍMICA para Ingeniería Ambiental*. Santa fe de Bogotá, Colombia. Mc Graw Hill Editores.
- Restrepo B. (2009). Investigación de aula: formas y actores. *Revista Educación y Pedagogía*, ISSN 0121-7593, Vol. 21, N°. 53, págs. 103-112.
- Robinson, K. [Joaquín Rueda]. (2009, Agosto 3). Sir Ken Robinson. Las escuelas matan la creatividad. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=nPB-41q97zg>
- Romero, J. (1996). *Acuiquímica*. Santa fe de Bogotá, Colombia. Grupo Editorial 87
- Romero, F. (2009). Aprendizaje significativo y Constructivismo. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*. ISSN: 1989-4023. Ed, N° 3, pp, 22.
- Sampieri, R., Fernandez, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ª Edicion. México D.F. Interamericana Editores, S.A.
- Talanquer, V. (2015). La importancia de la evaluación formativa. *Educación química*, 26(3), 177-179. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.001>
- Vasco, C. (2013). La escalación de los conflictos discursivos acerca del currículo, la calidad y las competencias III Congreso Iberoamericano y V Nacional de por una Educación de Calidad.
- Wasserman, M. (2004). Mineducación: Altablero. [mineducacion.gov.co](http://mineducacion.gov.co). Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87456.html>

## A. Anexo: Prueba Diagnóstica



INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO VELASQUEZ

NIT. 811043911-1 Dane 10504200073

SANTA FE DE ANTIOQUIA



### TRABAJO FINAL DE MAESTRIA: ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL AGUA DE AFLUENTE HÍDRICO COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS Y EL TRABAJO COLABORATIVO EN EL AULA DE CLASES

Docente: Lic. ARLEY PALACIOS RENTERIA

Estimado estudiante, por favor responda el siguiente cuestionario el cual servirá de insumo al docente como diagnóstico de su propuesta de enseñanza. Seleccione una opción en cada pregunta.

#### 1 ¿Cuál es el aspecto más importante para elegir tu grupo de trabajo?

- Buen desempeño académico
- Cercanía
- Amistad
- El docente conforma los grupos

#### 2 ¿Cuál de los siguientes roles desempeñas generalmente en los grupos de trabajo en el aula?

- Comunicador
- Lider del grupo
- Relator
- Utilero

#### 3 ¿Consideras que los grupos de trabajo en el aula han ayudado a mejorar tu desempeño en la asignatura de ciencias naturales química?

- Sí
- Tal vez
- No

#### 4. Indique el orden correcto del método científico

- Formular pregunta, plantear hipótesis, observar, comprobar experimentalmente la hipótesis, analizar resultados y plantear conclusiones
- Observar, formular pregunta, plantear hipótesis, comprobar experimentalmente la hipótesis, analizar resultados y plantear conclusiones.
- Plantear hipótesis, formular pregunta, observar, experimentar, analizar resultados y plantear conclusiones
- Formular pregunta, plantear hipótesis, comprobar experimentalmente la hipótesis, observar, analizar resultados y plantear conclusiones

**5 Indique el afluente hídrico que más frecuente**

Rio Cauca  
Rio Tonusco  
Acequia Gualí

**6 ¿Durante una salida de campo es frecuente que tomes nota de tus observaciones?**

Siempre  
Casi siempre  
Ocasionalmente  
Casi nunca  
Nunca

**7 ¿Te sientes en capacidad de elaborar y proponer explicaciones ante el cambio de color de una fuente hídrica?**

Sí  
No

**8. ¿Desde el área de ciencias se fomenta y estimulan el desarrollo de competencias investigativas?**

Totalmente de acuerdo  
De acuerdo  
Ni de acuerdo ni en desacuerdo  
En desacuerdo  
Totalmente en desacuerdo

**9. Observo y relaciono patrones de datos para evaluar mis predicciones.**

Totalmente de acuerdo  
De acuerdo  
Ni de acuerdo ni en desacuerdo  
En desacuerdo  
Totalmente en desacuerdo

**10. Utilizo algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar mis predicciones.**

Totalmente de acuerdo  
De acuerdo  
Ni de acuerdo ni en desacuerdo  
En desacuerdo  
Totalmente en desacuerdo

**11. Elaboro y propongo explicaciones para algunos fenómenos de la naturaleza basándome en conocimientos científicos.**

Totalmente de acuerdo  
De acuerdo  
Ni de acuerdo ni en desacuerdo  
En desacuerdo  
Totalmente en desacuerdo

**12. Comprendo que a partir de investigaciones científicas se construyen explicaciones sobre el mundo natural.**

Totalmente de acuerdo  
De acuerdo  
Ni de acuerdo ni en desacuerdo  
En desacuerdo  
Totalmente en desacuerdo

## B. Anexo: Formato Salida de Campo



INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO VELASQUEZ ORTIZ

*NIT. 811043911-1 Dane 105042000732*

*SANTA FE DE ANTIOQUIA*



### SALIDA DE CAMPO

FECHA:

LUGAR:

GRADO:

DOCENTE: Lic. ARLEY PALACIOS RENTERÍA

INTEGRANTES:

### OBJETIVOS:

- Realizar un recorrido por la cuenca de la acequia Gualí en su paso por el barrio la barranca para.
- Distribuir los grupos de trabajo a en sectores específicos a lo largo de la cuenca de la acequia Gualí.

### ACTIVIDAD

1. Describa todas las características del sitio que se le asigno.
2. Dibuje o inserte la ubicación geográfica del sitio asignado.
3. Determine la profundidad utilizando una regla.
4. Relacione los tipos de viviendas o construcciones aledañas a la cuenca de la acequia.
5. Otras observaciones

## C. Anexo: Práctica 1 Propiedades físicas



INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO VELASQUEZ ORTIZ  
 NIT. 811043911-1 Dane 105042000732  
 SANTA FE DE ANTIOQUIA



### PRÁCTICA 1: CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

#### OBJETIVO:

Determinar los parámetros fisicoquímicos en una muestra de agua superficial tipo acequia.

#### MATERIALES Y REACTIVOS

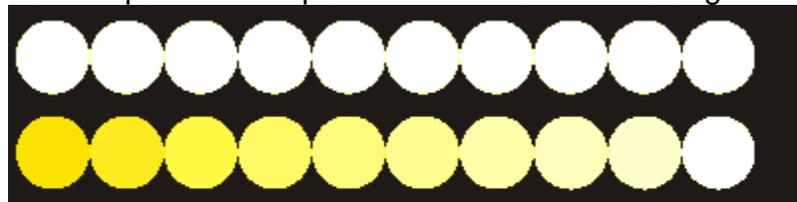
Tubos de Nessler de 50 ml.  
 Conductímetro  
 2 vasos de precipitado de 250 ml.  
 1 Electrodo.  
 2 Celdas.  
 Muestra de agua superficial  
 Gradilla  
 Tubos de ensayo

#### Determinar de propiedades organolépticas:

1) Determinar Color

Método de análisis:

Se determina mediante colorimetría óptico-visual de la coloración amarillenta de aguas frente a patrones de platino-cobalto simulados según Hazen.



150 100 70 50 40 30 20 10 5 0

UNIDADES DE COLOR HAZEN (UPC)

## 1. Aquaquant Color 14421.

Graduación: 0 - 5 -10 - 20 -30 - 40 - 50 - 70 - 100 - 150 Hazen.

### 1.1. Determinación de la coloración aparente del agua.

Orientar el envase abierto de tal modo que los tubos se encuentren a mano izquierda. Si no se indica otra cosa, llenar el tubo exterior con respecto al operador con agua incolora límpida hasta la marca, como solución en blanco. Llenar el tubo interior hasta la marca con la muestra de agua a medir. Introducir la parte de los círculos de color de la escala desde la derecha en la ranura del fondo de la caja y correrla hasta que salga por el lado izquierdo, rotulado. Hacer coincidir la coloración del agua en el tubo interior con el círculo de color por debajo del blanco en el tubo exterior, de modo que mirando desde arriba se aprecie un color lo más parecido posible.

#### 2) Determinar Olor

- Percibir el olor de la muestra de agua y anotar todas sus características.

#### 3) Material flotante

Son simples evaluaciones y percepciones sensoriales que se realizan directamente al momento de tomar la muestra. Valoraremos este parámetro con la presencia o ausencia de material flotante.

#### 4) Determinar Densidad

- Pesa un picnómetro de 10mL y anota el valor.
- Llena el picnómetro que pesaste anteriormente, con una muestra del agua a analizar y pesa de nuevo, anota el valor.
- Réstale al último valor el primero, el resultado es el valor de la masa de la muestra de agua.
- Ahora que ya tienes la masa del agua procede a aplica la fórmula de densidad:  
 $D=m/V$

#### 5) Determinar pH

- Llevar a cabo la medición de pH empleando un potenciómetro para obtener una medición más exacta. Calibrar el aparato previamente con una solución buffer de pH conocido.

#### 6) Temperatura

- Este parámetro se mide in situ, por medio de un termómetro.

## 7) Determinación de la Conductividad eléctrica

- Tomar una pequeña muestra de agua y verterla en un vaso de precipitados.
- Llevar a cabo la medición de la conductividad eléctrica de la muestra, empleando un electrodo y anotar los resultados correspondientes. Calibrar previamente el conductímetro.

## D. Anexo: Práctica 2 Propiedades químicas



INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO VELASQUEZ ORTIZ  
*NIT. 811043911-1 Dane 105042000732*  
SANTA FE DE ANTIOQUIA



### PRÁCTICA 2: ALCALINIDAD Y DUREZA

#### OBJETIVO:

Aplicar conceptos de equilibrios ácido-base para conocer el contenido de alcalinidad de una muestra de agua superficial.

Determinar de concentraciones de calcio y magnesio (dureza del agua) en una muestra de agua residual.

#### MATERIALES Y REACTIVOS

1 Probeta de 50 ml  
2 Pipeta graduada de 5 ml.  
1 Bureta graduada de 50 ml.  
1 Soporte universal con pinza y nuez.  
4 Matraces Erlenmeyer de 125 ml.  
2 Vasos de precipitados de 50 ml.  
1 Piseta.  
1 Espátula  
1 Propipeta  
Tiras reactivas para determinar pH.  
Fenolftaleína.  
Anaranjado de metilo.  
Negro de eriocromo T.  
Murexida.  
Ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.02 N.  
EDTA 0.01 M.  
Solución para determinación de  $\text{Ca}^{+2}$ , NaOH 0.1 N  
Solución amortiguadora de  $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4\text{OH}$  pH=10

## PROCEDIMIENTO

### 1. Alcalinidad

- 1.1. Poner muestras de 50 mL de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 125 mL.
- 1.2. Agregar unas gotas de fenolftaleína, si hay color rosa pálido.
- 1.3. Titular con  $H_2SO_4$  0.02 N hasta que desaparezca el color. Registrar los mililitros gastados (alcalinidad a la fenolftaleína).
- 1.4. Agregar unas gotas de anaranjado de metilo.
- 1.5. Titular la solución con  $H_2SO_4$  0.02 N hasta cambio de color (amarillo a naranja), alcalinidad total.
- 1.6. Registrar los volúmenes para ambos puntos finales.

### 2. Dureza Total

- 2.1. Poner muestras de 50 mL de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 125 mL.
- 2.2. Agregar 1 mL. de solución amortiguadora para dureza total  $NH_4Cl/NH_4OH$ , pH 10.
- 2.3. Agregar una pizca de indicador, negro de eriocromo T y titular con una solución de EDTA 0.01 M hasta cambio de color (violeta - azul).

### 3. Dureza de Calcio

- 3.1. Poner muestras de 50 mL de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 125 mL.
- 3.2. Agregar 2 mL de solución  $NaOH$  0.1 N para dureza de calcio.
- 3.3. Agregar unos miligramos de indicador murexida.
- 3.4. Titular con una solución EDTA 0.01 M hasta cambio de color (rosa tenue - violeta).

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### a) Alcalinidad total

$$CaCO_3 \text{ mg/L} = \frac{T \times N_{H_2SO_4} \times 50 \times 1000}{Vol. (muestra)}$$

### b) Dureza total

$$CaCO_3 \text{ mg/L} = \frac{Vol. EDTA \times M_{EDTA} \times 100 \times 1000}{Vol. (muestra)}$$

## E. Anexo: Actividad de evaluación



INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO VELASQUEZ ORTIZ

*NIT. 811043911-1 Dane 105042000732*

*SANTA FE DE ANTIOQUIA*



**TRABAJO FINAL DE MAESTRIA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA DE AFLUENTE HÍDRICO COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS INVESTIGATIVAS Y EL TRABAJO COLABORATIVO EN EL AULA DE CLASES.**

### ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

Docente: Lic. ARLEY PALACIOS RENTERÍA

NOMBRES:

FECHA:

A continuación se muestran los valores experimentales de algunas propiedades fisicoquímicas de diferentes tipos de agua.

TIPO DE AGUA	ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS						
	Olor	Densidad (g/mL)	pH	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	Alcalinidad Total (mg/L $\text{CaCO}_3$ )	Dureza Total (mg/L $\text{CaCO}_3$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )
Agua del grifo	Inodora	1.06	6.5 a 9	253	98	174	28
Agua de lluvia	inodora	1.027	6 a 8.7	167	42	118	28
Agua superficial	Leve olor vegetal	1.063	6 a 8.5	279	108	220	28

**PROBLEMA:** El docente le proporcionara 3 muestras de agua (Muestra 1, 2 y 3), a las cuales usted deberá hacerle los respectivos análisis para determinar qué tipo de agua es cada muestra con ayuda de los datos de la tabla.

Examine con los órganos de los sentidos las tres (3) muestras de agua y proponga su hipótesis.

**HIPÓTESIS:**

**PROCEDIMIENTO:**

**1. De acuerdo a los datos de la tabla, ¿Cuál de las siguientes opciones le serviría para clasificar correctamente las 3 muestras de agua?**

- A. Densidad y Temperatura
- B. Alcalinidad total
- C. Olor y pH
- D. Dureza total
- E. Conductividad Eléctrica

**2. De acuerdo a la opción que se escogió, realice el respectivo procedimiento.**

**RESULTADOS Y ANÁLISIS.**

## F. Anexo: Evidencias fotográficas

### Salida de campo.



## Práctica de análisis de agua



## Actividad de evaluación.

