

**AGUAS RESIDUALES DEL RIO SALITRE, COMO UNA CUESTION
SOCIOCIENTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO
EN DOCENTES EN FORMACION INICIAL**

**ERICKA JOHANNA DÍAZ MENDIVELSO
MAURICIO RUIZ FLÓREZ
JENNIFER ALEJANDRA SUAREZ SILVA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2014**

**AGUAS RESIDUALES DEL RIO SALITRE, COMO UNA CUESTION
SOCIOCIENTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO
EN DOCENTES EN FORMACION INICIAL**

**ERICKA JOHANNA DÍAZ MENDIVELSO
MAURICIO RUIZ FLÓREZ
JENNIFER ALEJANDRA SUAREZ SILVA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Licenciado en Química**

**Director:
DORA LUZ GÓMEZ AGUILAR
Lic. Química – M.s.C. Biología**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2014**



Nota de aceptación

Firma del director de tesis

Firma del evaluador

Firma del evaluador

Bogotá, 19 mayo de 2014.

“Este trabajo está dedicado principalmente a mi mami, que la amo con todo mi corazón, porque no me equivoco al decir que es la mejor mamá del mundo, que todo lo que soy es gracias a ella, que este triunfo es más de ella que mío, ¡te amo mami!. Aleja, chiqui lo logre por fin grado, te quiero hermanita sabes que siempre junticas, gracias por todo tu apoyo, en especial por tu ayuda cuando más lo necesito, sabes que siempre cuentas conmigo. Gracias por tu apoyo incondicional. A mi Papi, gracias por tu colaboración a lo largo de este proceso tan arduo y por tu confianza en mis decisiones, te amo. A todos mis amigos, gracias por alentarme cuando ya no quería seguir, por todas esas tardes de amistad que no me dejaban estudiar, los adoro”.

DÍAZ, E.

“Quiero agradecer a Dios, por permitirme culminar esta etapa de mi vida, a mis padres y a mi hermana por su apoyo incondicional en todo momento, y finalmente a todos los compañeros que en algún momento me brindaron su colaboración cuando los necesite. GRACIAS.”

RUIZ, M.

“A Dios por ser el que me da la fortaleza para seguir adelante con mis proyectos de vida, A mis padres Nohora Silva y Luis Eduardo Suarez que con esfuerzo y dedicación me han ayudado a cumplir mis objetivos, dándome ejemplos de superación, a mis hermanas Angélica y Olga por su apoyo incondicional, a mis amigos los que me vieron crecer personal y profesionalmente, y a las que la vida las convirtió en mis hermanas aunque no fuera de sangre Erika Gordillo, Dailyn Pachon y Jhonsy Perdomo. A todos ellos los Amo”.

SUAREZ, J.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta investigación agradecen a:

La profesora Dora Luz Gómez Aguilar, por la orientación e interés para con el trabajo realizado, como directora del proyecto de investigación, además por permitir que la investigación se realizara con los estudiantes del espacio académico a cargo de ella, dentro del Énfasis de Aguas II. Así mismo a la profesora Blanca Rodríguez, por la orientación y dedicación con el trabajo, mostrando siempre la disposición y el apoyo para la ejecución del proyecto.

De igual manera a la Empresa de Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá (EAAAB) por prestarnos las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Salitre, y a Abel Eduardo López y su equipo de trabajo por su disposición y sus indicaciones siempre apropiadas para el desarrollo investigativo de este trabajo.

Por último, a la Universidad Pedagógica Nacional, que permitió que nos formáramos como profesionales íntegros, capacitados para educar a las futuras generaciones.

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Aguas residuales del rio salitre, como una cuestión sociocientifica para el fortalecimiento del pensamiento crítico en docentes en formación inicial
Autor(es)	Díaz Mendivelso Ericka Johanna; Ruiz Flórez Mauricio; Suarez Silva Jennifer Alejandra.
Director	Dora Luz Gómez Aguilar.
Publicación	Bogotá, Universidad pedagógica nacional, 2013, 160 p.
Unidad Patrocinante	Universidad pedagógica nacional
Palabras Claves	Cuestiones sociocientificas, pensamiento crítico, Aguas residuales, Profesores en formación inicial.

2. Descripción
<p>Trabajo de grado que se desarrolló para el fortalecimiento del pensamiento crítico en profesores en formación inicial por medio de una cuestión sociocientifica relacionada con las aguas residuales: rio Salitre, esta investigación es de carácter mixta (cualitativa y cuantitativa).</p> <p>Los instrumentos implementados para desarrollar esta investigación fueron: el test de Halpern (2010) utilizado como pretest y postest con el cual se analizaron las diferentes habilidades que componen el pensamiento crítico, y una secuencia didáctica basada en una CSC como lo son las aguas residuales que permitió fortalecer las habilidades mencionadas. La principal conclusión es que la secuencia didáctica enfocada en CSC al poseer una controversia que reúnen disyuntivas de índole social, políticas, económicas, desarrollo una postura crítica frente a situaciones cotidianas favoreciendo el fortalecimiento del pensamiento crítico de profesores en formación inicial.</p>

3. Fuentes
<p>Betancourt, S. (2011). Evaluación del pensamiento crítico en estudiantes de Secundaria de la ciudad de San Juan de Pasto. Recuperado de http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/METAS2021/R0846b_Betancourt.pdf</p> <p>Fuentes, S. (2013). Implementación de un programa de intervención para El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. (Tesis de maestría, universidad de sucre) recuperado de https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=IGpuU9jDF-Pd8genIGwAg#q=Implementaci%C3%B3n+de+un+programa+de+intervenci%C3%B3n+para+El+desarrollo+de+habilidades+de+pensamiento+cr%C3%ADtico.+</p> <p>Guzmán, S. & Sánchez, P. (2006). Efectos de un programa de capacitación de profesores en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes universitarios en el Sureste de México. Redie. Revista electrónica de investigación educativa. Volumen 8 N.2 pág. 2-9.</p> <p>Halpern, D. (2010). Manual de HCTA (Halpern Critical Thinking Assessment). Versión 21. Schuhfried. QualitatdurchKompetenz.</p> <p>Martínez, I. Parga, D. & Gómez, D. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la formación de</p>

profesores. Memorias del Tercer congreso Educyt. Volumen extraordinario. Pág. 139-151.

4. Contenidos

En este trabajo de investigación se busco el fortalecimiento del pensamiento crítico de profesores en formación inicial del énfasis disciplinar de aguas II de la licenciatura en química, por medio de una secuencia didáctica basada en una cuestión socio científica que permitía que se fortalecieran las diferentes habilidades propuestas por Halpern (2010) que componen el pensamiento crítico.

OBJETIVO GENERAL

Fortalecer el pensamiento crítico en docentes en formación, a partir de una secuencia didáctica, orientada por el enfoque de cuestiones sociocientíficas (CSC), haciendo uso de la problemática de aguas residuales del Río Salitre dentro del énfasis de aguas II.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los niveles en los que se encuentran los docentes en formación, en cada una de las habilidades del pensamiento crítico, haciendo uso del test de *Halpern*.
- Diseñar y aplicar una secuencia didáctica, por medio de una cuestión sociocientífica local, como la problemática medio ambiental del río el Salitre.
- Implementar actividades experimentales que articulen la CSC al evidenciar la contaminación del río salitre, con la enseñanza de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- Determinar de forma experimental la presencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno Nitrogenada (DBO_N) en las aguas residuales del río salitre antes del tiempo de cuantificación.

5. Metodología

La presente investigación se desarrollo en cuatro fases:

Primera fase: En esta primera fase se realizó una recopilación bibliográfica, que concierne al marco teórico y antecedentes relacionados con la investigación. Posteriormente, se diseñó instrumentos didácticos que fueron ejecutados previamente de una validación.

FASE 2: Teniendo en cuenta la fase N.1, se desarrolló la metodología establecida en los métodos estandarizados para la examinación de aguas y aguas residuales. Edición 22. Escrito por RICE, E; BAIRD, R; EATON, A; CLESCERI, L (2012), principalmente para la medición de DBO5 (Anexo 2).en el río Salitre dentro de las instalaciones de la PTAR.

FASE 3: En esta fase, se empleó en estudiantes de énfasis disciplinar de aguas II el test de Halpern con el fin de identificar el nivel inicial de las habilidades que conforman el pensamiento crítico, para el diseño y aplicación de una secuencia didáctica enfocada a cuestiones sociocientíficas. Posteriormente, se aplicó nuevamente el test Halpern para determinar si el uso de la secuencia didáctica fortaleció las habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes.

FASE 4: Para finalizar la investigación, se analizaron los resultados obtenidos a nivel didáctico con la aplicación de la secuencia didáctica y disciplinar con la medición de la DBO5 en el río Salitre.

6. Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo de investigación consistió en fortalecer las habilidades que componen el pensamiento crítico, de los profesores en formación inicial del énfasis de aguas II del departamento de química de la universidad pedagógica nacional, teniendo como base principal una secuencia didáctica enfocada a una cuestión sociocientífica como lo son las aguas residuales del río Salitre, de acuerdo a los resultados obtenidos se afirma que al implementar la secuencia didáctica los estudiantes hicieron uso de las diferentes habilidades que componen el pensamiento crítico según Halpern, (2012), y finalmente se concluye que:

- Las intervenciones que se realizaron en el aula haciendo uso de estrategias didácticas, fomentan el fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico, haciendo que los estudiantes mejoren sus destrezas haciendo uso de estas habilidades no solo para lograr los objetivos conceptuales propios de la enseñanza de las ciencias, sino que aparte logren por medio de cuestiones sociocientíficas analizar las diferentes relaciones que tienen estos con su vida cotidiana y el medio ambiente.
- La habilidad de pensamiento crítico que más fortaleció la secuencia didáctica es la de análisis de argumentos y razonamiento verbal, esto se evidencia en los resultados obtenidos en el pretest, donde fundamentalmente los estudiantes presentaban un nivel bajo e intermedio en esta habilidad; y después de la aplicación de la secuencia didáctica logran llegar a niveles superiores y medios.
- La secuencia didáctica enfocada en CSC al poseer una controversia que reúne disyuntivas de índole social, político, económico, ético y de salud potencializó la capacidad de los estudiantes de argumentar, proponer, generar hipótesis, y desarrollar una postura crítica frente a situaciones cotidianas favoreciendo el fortalecimiento de las habilidades propuestas por Halpern para el desarrollo del pensamiento crítico.

Elaborado por:	Díaz Mendivelso Ericka Johanna, Ruiz Flórez Mauricio, Suarez Silva Jennifer Alejandra.
Revisado por:	Dora Luz Gomez Aguilar

Fecha de elaboración del Resumen:	09	06	2014
--	----	----	------

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. JUSTIFICACION	17
2. ANTECEDENTES	20
3. MARCO TEÓRICO	22
3.1 Pensamiento Crítico.....	22
3.1.1 Evaluación del Pensamiento Crítico	24
3.2. Cuestiones Sociocientificas	27
3.3. Formación Docente y su Relación con el Pensamiento Crítico y las Cuestiones Sociocientificas	28
3.4. Secuencia Didáctica	30
3.5. Cuenca del Río Salitre	31
3.5.1. Localización	31
3.5.2. Delimitación.....	32
3.5.3. Ubicación de los Tramos de la Cuenca del Río Salitre	32
3.6. Relación de la Cuenca Rio Salitre con las Cuestiones Sociocientificas ...	33
3.6.1. Eje Ambiental	33
3.6.2. Eje Social – Salud	34
3.6.3. Eje Ético – Moral	36
3.6.4. Eje Político	36
3.6.5. Eje Económico	37
3.6.6. Eje Científico – Tecnológico.....	38
3.6.6.1. Aguas Residuales	38
3.6.6.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Salitre	38
3.6.6.3. Características Microbiológicas de las Aguas Residuales	39
3.6.6.4. Características Físicas y de Agregación de las Aguas Residuales	40
3.6.6.5. Características Químicas del Agua Residual	41
3.6.6.6. Parámetros de Control de Calidad del Agua Residual	44
3.6.6.6.1. Oxígeno Disuelto (OD).....	44

3.6.6.6.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	44
3.6.6.6.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno Carbonácea (DBO _C)	45
3.6.6.6.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno Nitrogenada (DBON)	46
3.6.6.6.5. Demanda Química De Oxígeno	47
4. PROBLEMA	48
5. OBJETIVOS	49
5.1. Objetivo General	49
5.2. Objetivos Específicos.....	49
6. METODOLOGÍA	50
6.1. Enfoque Metodológico	50
6.2. Variables del Estudio	50
6.3. Participantes en la Investigación	51
6.4. Etapas de la Investigación	52
7.5. Secuencia Didáctica de Actividades: Aguas Residuales una Cuestión Sociocientífica.....	54
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
7.1. Test de Halpern como Pretest.	57
7.2. Aplicación de la Secuencia Didáctica.	65
7.3. Test de Halpern como Postest.....	82
7.4. Determinación de la Presencia de La DBO _N Antes del Tiempo de Cuantificación En El Río Salitre.	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
BIBLIOGRAFIA.....	107
ANEXOS.....	114

TABLA DE TABLAS

	Pág.
tabla 1: Ubicación de los Tramos del Rio Salitre.....	32
Tabla 2: Contaminación Hídrica de la Cuenca del Rio Salitre en los Diferentes Tramos.....	34
Tabla 3: Causas de Morbilidad Reportadas en los Diferentes Hospitales de las Localidades que Cubren la Cuenca del Rio Salitre.....	35
Tabla 4: Características Microbiológicas del Agua Residual.	39
Tabla 5: Características Físicas del Agua Residual.....	40
Tabla 6: Conversiones Para el Análisis.	53
Tabla 7: Etapa de Iniciación.....	54
Tabla 8: Etapa de Desarrollo.	55
Tabla 9: Etapa de Finalización.....	56
Tabla 10: Niveles de las Habilidades del Pensamiento Crítico.	58
Tabla 11: Valores para la Habilidad de Comprobación de Hipótesis.	59
Tabla 12: Valores para la Habilidad de Análisis de Argumentación y Razonamiento Verbal.	59
Tabla 13: Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas.....	60
Tabla 14: Resultados de la Habilidad Uno.....	60
Tabla 15: Resultados de la Habilidad Dos.	62
Tabla 16: Resultados de la Habilidad Tres.	64
Tabla 17: Aporte de los Estudiantes sobre las Implicaciones de la Contaminación del Rio Salitre.....	66
Tabla 18: Resultado del Juego De Roles de la Controversia 1 de la CSC	68
Tabla 19: Resultado del Juego de Roles de la Controversia 2 de la CSC.	70
Tabla 20: Solución de las Preguntas Orientadoras.....	76
Tabla 21: Resultados del Postest de la Habilidad Uno	83
Tabla 22: Resultados de la Habilidad Dos.	86
Tabla 23: Resultados de la Habilidad Tres	89
Tabla 24: Blancos para la Determinación de la DBO_C	93
Tabla 25: Blancos para la Determinación de la $DBO_C + DBO_N$	93
Tabla 26: Patrón para la Determinación de la DBO_C	94
Tabla 27: Patrón para la Determinación de la $DBO_C + DBO_N$	95
Tabla 28: Factores para el Intervalo de Confianza.	96
Tabla 29: Límites de Confianza para el DBO_C	97
Tabla 30: Límites de Confianza para el $DBO_N + DBO_C$	97
Tabla 31: Relación de la DQO y la DBO.....	98
Tabla 32: Datos <i>In Situ</i> de la Determinación de la DBO_C	100
Tabla 33: Datos <i>In Situ</i> de la Determinación de la $DBO_N + DBO_C$	101
Tabla 34: Resultados de la DBO para la DBO_C y la $DBO_N + DBO_C$	102
Tabla 35: Límites de Confianza para la Determinación del DBO_C	103

Tabla 36: Limites de Confianza para la Determinación del $DBO_c + DBO_N$ 104
Tabla 37: Datos de DBO_c a Reportar. 105
Tabla 38: Datos a Reportar de la $DBO_N + DBO_c$ 106

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
figura 1: Consideraciones e Instrumentos a tener en cuenta en el Diseño, Desarrollo y Evaluación de Secuencias Didácticas.	31
Figura 2: Diagrama de la Metodología.....	52

TABLA DE IMÁGENES

	Pág.
imagen 1: Relación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno Carbonada y Nitrogenada.	47

TABLA DE GRAFICAS

	Pág.
grafica 1: Resultados de la Habilidad de Comprobación de Hipótesis.....	61
Grafica 2: Resultados de la Habilidad Análisis de Argumentación y Razonamiento Verbal.	63
Grafica 3: Resultado de la Habilidad de Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas.....	65
Grafica 4: Resultados de la Habilidad de Comprobación de Hipótesis.	84
Grafica 5: Comparación de los Resultados del Pretest y Postest HCTAES para la Habilidad de Comprobación de Hipótesis.	84
Grafica 6: Resultados de la Habilidad Análisis de Argumentación y Razonamiento Verbal.	87
Grafica 7: Comparación de los Resultados del Pretest y Postest HCTAES para la Habilidad de Argumentación y Razonamiento Verbal.....	88
Grafica 8: Resultados de la Habilidad de Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas.....	90

Grafica 9: Comparación de los Resultados del Pretest y Postest HCTAES para la Habilidad de Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas....	91
Grafica 10: Resultado de La DBOc (Con Inhibidor) y la De DBO _N + DBOc (Sin Inhibidor).....	107

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de Validación de la Secuencia Didáctica.....	114
Anexo 2: Metodología por Luminiscencia.....	115
Anexo 3: Test de Halpern.....	116
Anexo 4: Secuencia Didáctica.....	124
Anexo 5: Ejemplo de la Noticia Ficticia.....	157
Anexo 6: Evidencias.....	159

}

INTRODUCCIÓN

El continuo desarrollo de la sociedad conlleva día a día a potencializar la formación de los individuos partícipes de ella, lo que exige que posean diferentes habilidades que en pro de ser personas integrales, estén en la capacidad de responder satisfactoriamente ante cualquier situación imprevista, este hecho ha llevado a repensar la manera en cómo se están dando los procesos de enseñanza y aprendizaje desde el aula, empezando por la formación idónea de profesores.

En este sentido desde la formación de profesores se pretendió fortalecer los modelos didácticos y pedagógicos con el objetivo que los futuros profesionales logren articular los conocimientos científicos con las diferentes situaciones cotidianas de los estudiantes y a partir de ello lograr procesos educativos satisfactorios. A parte como lo mencionan Martínez, Parga, & Gómez (2012, pág. 139) *“se han realizado pocos estudios sobre la necesaria reflexión de las prácticas y experiencias docentes que evidentemente aporten a repensar el tratamiento de asuntos tecno-científicos en el aula, de tal forma que el trabajo docente impacte la formación ciudadana de los estudiantes”*, es por esto que Garritz (2006) sugiere que *“las relaciones CTS deben formar parte esencial del currículo científico aportando la discusión de problemas socio-técnicos reales y con incidencia e importancia para la sociedad y la educación para la toma de decisiones en temas socio - científicos”*, en los que implícitamente se dé un proceso de alfabetización científica, desarrollo de niveles de argumentación, y desarrollo del pensamiento crítico entre otros.

De acuerdo a lo anterior el fortalecimiento del pensamiento crítico en los docentes en formación inicial es un asunto fundamental a tratar ya que son ellos los responsables de los procesos educativos en las aulas, además según Jiménez-Aleixandre (2010); Solbes, Ruiz & Furió (2010) (citados por Solbes, 2013) *“Uno de los retos de las nuevas competencias de la enseñanza obligatoria es conseguir un pensamiento crítico en la población”*, en la que el estudiante pueda relacionar los tópicos que aprende en el aula, con las diferentes vivencias de su entorno, para que pueda comprender el para qué, y el porqué de su aprendizaje, y a partir de esta interacción pueda ir construyendo su propio conocimiento.

Teniendo en cuenta lo anterior en el presente trabajo se buscó desarrollar el pensamiento crítico, por medio de la aplicación de una secuencia didáctica

diseñada a partir de la problemática que generan las aguas residuales del río Salitre, siendo esta considerada como una cuestión socio - científica, abordada desde el análisis de las diferentes implicaciones sociales - salud, económicas, políticas y éticas, que giran alrededor de esta.

En lo que concierne al ámbito disciplinar se abordó la enseñanza de un parámetro de control de calidad del agua residual como lo son demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO), ya que esta como lo señala Sánchez (1994) *“Es una de las pruebas más importantes para conocer la capacidad de contaminación de los cuerpos receptores, y la fuerza contaminante de las aguas negras y los desechos industriales”*. Además, como afirma Dr. CalderonLabs (1997) *“su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores”*.

1. JUSTIFICACION

En los actuales procesos educativos, los profesores han logrado desarrollar diferentes investigaciones, que refuerzan la necesidad de construir nuevas estrategias para fortalecer los procesos de enseñanza /aprendizaje; sin embargo, para lograr los objetivos que orienta la educación en nuestro país, es indispensable reconocer que son en buena parte los profesores en los que recae la responsabilidad del tipo y la calidad de la educación.

De acuerdo a lo anterior es necesario que las instituciones de educación superior que tienen como objetivo formar los futuros docentes, se cuestionen acerca de la manera como se están formando a los docentes a enseñar. En esta dirección si en la educación superior también concibe a los estudiantes como agentes pasivos, basados en un sistema tradicional donde el docente es visto como un agente transmisor solo de conceptos o si por el contrario, se les está formando para que sean profesionales integrales con conocimientos disciplinares, pedagógicos y didácticos, capaces de analizar diferentes problemas y emplear diferentes alternativas que logren propiciar el pensamiento crítico en los estudiantes, ya que como menciona Marciales (2003, pàg.13) el *“pensar críticamente cobra importancia fundamental en un mundo que, agobiado por las crisis en todos los órdenes, sociales, políticos, económicos entre otros, demanda cada vez más la presencia de hombres y mujeres capaces de actuar con criterio en la búsqueda de soluciones a los conflictos, cualquiera que sea su campo de acción”*. Aparte, Parra & Largo de Vergara (2003) afirma que *“las instituciones de educación superior deben formar a los estudiantes para que se conviertan en ciudadanos bien informados y profundamente motivados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar los problemas, buscar soluciones, aplicar estas y asumir responsabilidades sociales”*.

En este orden de ideas el departamento de química de la Universidad Pedagógica Nacional plantea dentro de sus objetivos *“un modelo alternativo de trabajo académico, que posibilita la construcción de una escuela de pensamiento en la que los estudiantes y profesores piensen y transformen la realidad educativa investigando, experimentando e innovando sobre los problemas y realidades de la educación en ciencias”*; en este sentido para lograr lo anteriormente mencionado se hace necesario implementar estrategias didácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para desarrollar un pensamiento crítico, que reúna todos los

objetivos propuestos dentro del departamento de química frente a la formación de futuros docentes de ciencias.

Pero ¿cuál es la importancia de fomentar el pensamiento crítico en los profesores en formación? De acuerdo, a lo publicado en la revista PODER que afirma “*Malos docentes forman malos estudiantes*”, se puede evidenciar la necesidad de mejorar la calidad de la educación que reciben los docentes en formación inicial y la importancia de comprender lo complejo de los procesos educativos como señala Liendo (1984) (Citado en Miranda 2003) “*La labor del educador no es sólo impartir conocimientos, sino cultivar ciertas actitudes que conduzcan al desarrollo de un pensamiento eficaz. Para ello es necesario comunicar y reflejar un pensamiento crítico a través de juicios atinados y resolución de problemas contingentes*” y así como señala Pachón & Lago de Vergara (2003) “*Enseñar no es sólo proporcionar información, sino ayudar a aprender, y para ello el que ejerce la docencia debe tener un buen conocimiento de sus estudiantes: cuáles son sus conocimientos previos, qué son capaces de aprender en un momento determinado, su estilo de aprendizaje, los motivos intrínsecos y extrínsecos que los animan o desalientan, sus hábitos de trabajo, las actitudes y valores que manifiesta frente al estudio concreto de cada tema, etc.*”; en este sentido es importante reconocer la necesidad de fortalecer el pensamiento crítico en los docentes en formación inicial, con el objetivo de mejorar los procesos educativos en la educación media. Considerando que se fortalece el pensamiento crítico y no se desarrolla dentro de la formación ya que como es planteado por Tobin & Espinet (1989) (citado por Angulo, 1998) el “*profesor en formación inicial llega a las facultades de educación con concepciones pedagógicas arraigadas en sus esquemas de pensamiento, que generalmente son fruto de sus vivencias como estudiante y en consecuencia son aerificas y de carácter implícito*”, este pensamiento dentro de la formación cuando entra a un proceso de reflexión, argumentación y crítica, por medio de interacción social puede ser susceptible a modificaciones, por ende se considera que el desarrollo del pensamiento crítico es un proceso continuo que va desde antes, durante y después de la formación docente.

Para fortalecer dicho pensamiento crítico, se han trabajado estrategias que favorecen el desarrollo de las habilidades que lo componen, una de estas estrategias son las cuestiones sociocientíficas (CSC) que como señala Acevedo (1995) (citado por Torres (2010) “*no solo permiten enseñar los contenidos propios*

de las ciencias, sino que considera aspectos que habitualmente no son tenidos en cuenta como la tecnología, el ambiente, la sociedad, la educación en valores, la cultura, entre otros”.

De acuerdo a lo anterior, esta investigación se enfocó en el análisis del fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico en docentes en formación, a partir de una secuencia didáctica basada en CSC que articulara la misión del departamento de química al relacionar *“la realidad social, cultural, económica, política y ambiental del país por medio de estrategias y acciones interdisciplinarias que contribuyan a manejar y solucionar las necesidades y problemas generados por las interacciones hombre - ciencia - sociedad - ambiente y desarrollo”* y un eje temático abordado dentro del microcurrículo del énfasis de aguas II, como lo son las aguas residuales, mediante controversias.

2. ANTECEDENTES

En la actualidad las investigaciones educativas se han enfocado al pensamiento crítico como una de las principales metas de la educación, de acuerdo a lo anterior se presentan la revisión de 3 de publicaciones de Revistas y artículos donde se destaca el desarrollo del pensamiento crítico, por medio de estrategias didácticas y pedagógicas.

Guzmán & Sánchez (2011) presentan su trabajo de investigación llamado: “*Efecto de un Programa de Capacitación de Profesores en el Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Crítico en Estudiantes Universitarios en el Sureste de México*”, esta investigación tenía como propósito obtener evidencia acerca del efecto de un programa de capacitación para profesores de una institución de educación superior del sureste de México, teniendo como participantes a los estudiantes de nueve profesores , al principio y al fin del semestre los participantes contestaron la prueba de CCTST (la prueba California Critical Thinking Skills Test) que evalúa el pensamiento crítico y las habilidades de razonamiento del individuo, al terminar la investigación se concluye que la capacitación docente puede mejorar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes y se discuten las limitaciones del estudio.

Fuentes (2013) que realizo una investigación titulada “*Implementación de un Programa de Intervención para el Desarrollo de Habilidades de Pensamiento Crítico*”, desarrollada en Sincelejo - Colombia, en esta investigación se implemento un programa de intervención de reconocimiento y producción de argumentación crítica (RPAC) que promovio el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de octavo grado de la institución educativa liceo panamericano campestre de sincelejo, la metodología utilizo un grupo control y experimental, con pretest y postest. Para medir las habilidades de pensamiento critico antes y despues de la intervencion se utilizo el test de HCTAES propuesto por Halpern, los resultados obtenidos demuestran que el programa de intervencion (RPAC) incremento el desarrollo de habilidades de pensamiento critico con los estudiantes objeto de estudio.

Por otro lado frente al parámetros químicos de calidad de aguas residuales como lo es DBO_5 se encontró una investigación desarrollada por Soto, Gutiérrez & Rojas, donde se estudió el efecto de la nitrificación en la determinación de la DBO_5 , en aguas residuales municipales, en este estudio se midió la cantidad de oxígeno consumido por materia nitrogenada y por materia carbonácea, buscando demostrar que la nitrificación en las plantas de tratamiento no se realiza después del quinto día, si no que se lleva a cabo conjuntamente con la demanda carbonácea.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Pensamiento Crítico

Actualmente la enseñanza tanto en la educación media como en la educación superior se ha centrado en la adquisición de conocimientos de disciplinas específicas como lo son matemáticas, física, geografía, química ente otras, en esta dirección López (2012) afirma que *“La enseñanza actual se sigue apoyando en un enfoque pedagógico orientado esencialmente hacia la adquisición de conocimiento, por medio de la enseñanza de asignaturas escolares básicas”, Sin embargo como lo señala Nickerson (1988) “Aunque el conocimiento es esencial para el desarrollo del pensamiento, esto no garantiza el desarrollo de un pensamiento crítico”.*

La necesidad de culminar con esta visión reducida de la educación centrada en los conocimientos disciplinares y de entender la complejidad de los procesos educativos, influenciados por una sociedad moderna en constante cambio necesitada de individuos que logren comprender el avance tecnológico, científico y poder tomar decisiones para lograr aportar de manera significativa al avance de la sociedad como señala Palva (2004): *“El mundo contemporáneo está en un constante dinamismo en donde la ciencia ha cambiado y los individuos han experimentado nuevas transformaciones que requieren de una forma de interpretación distinta a la existente”.*

Es por eso como señala Solbes (2012) *“que en las últimas décadas diversos estudios promueven una educación participativa, libre, formadora de ciudadanía, que permita a los educandos construir sus conocimientos coherentes y a los docentes que diseñen e implementen estrategias didácticas que se articule con la realidad y la cotidianidad”.* De acuerdo con lo anterior una de las alternativas más ampliamente difundidas es el desarrollo del pensamiento crítico en la educación, que propone la formación de estudiantes capaces de tomar decisiones y posturas frente a diferentes problemas cotidianos, sin embargo para lograr lo anterior se necesita que los docentes encargados de la educación, sean personas con un pensamiento crítico desarrollado, que logren articular la vida con los conocimientos científicos, para poder enseñarlo a los estudiantes .

De acuerdo a lo anterior ¿Qué es? El pensamiento crítico.

El pensamiento crítico no tiene una definición única ya que en las últimas décadas los académicos se han interesado por abordar esta cuestión desde diferentes posiciones así que como señala Noddings (1995), (citado por Montero 2007) *“Los filósofos y los educadores coinciden, desde hace mucho tiempo, en la importancia del pensamiento crítico; pero no han podido ponerse completamente de acuerdo sobre en qué consiste y mucho menos concuerda en cómo enseñarlo”* y como afirma Facione (1990) (citado por López, 2012) *“El pensamiento crítico ha sido definido por múltiples autores que constituyen un movimiento innovador que pone en tela de juicio los conceptos tradicionales del aprendizaje y del desarrollo de habilidades de pensamiento en la escuela”*.

A continuación se resaltarán algunas concepciones que se tienen sobre el pensamiento crítico, Ennis (1985) (Citado por Vera S.F) ha definido el pensamiento crítico como *“un pensamiento reflexivo y racional dirigido a decidir qué creer o hacer”*. El decidir qué creer o hacer constituye un nivel de pensamiento que supone unas actitudes y unas habilidades de aspectos hipotéticos-deductivos o de aspectos creativos, como es la formulación de una hipótesis. Entre las múltiples destrezas de pensamiento crítico Ennis ha incluido la de clarificar e interpretar argumentos y términos, juzgar la credibilidad de un argumento, detectar falacias, utilizar el razonamiento deductivo e inductivo e identificar y evaluar supuestos. ; Henderson y Landesman (1991) (Citado en Solbes 2012) relaciona el pensamiento crítico con el desarrollo de la identidad; Yanger (1993) (Citado en Solbes 2013) relaciona el pensamiento crítico con la capacidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que se emplean para resolver problemas; Halpern (2006) Citado en Nieto & Saiz (2002) *“... es la clase de pensamiento que está implicado en resolver problemas, en formular inferencias, en calcular probabilidades y en tomar decisiones; Saiz & Rivas (2008) “el pensamiento crítico es un proceso de búsqueda de conocimiento, a través de habilidades de razonamiento, de soluciones de problemas y de toma de decisiones, que nos permite lograr, con la mayor eficacia, los resultados deseados”;* Jiménez-Alexandre (2010) (Citado en Solbes (2013) afirma que *“es la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella”*.

En esta dirección la importancia del pensamiento crítico en la educación recae en que son las escuelas los lugares donde los estudiantes confrontan, adquieren y fortalecen su conocimiento, de acuerdo a esto Rendón (2013) señala que el pensamiento crítico, al requerir ser construido y practicado en las dinámicas sociales, exige una interacción constante, dada esta entre los sujetos participantes en ella; se considera entonces la escuela como un espacio enriquecedor y adecuado para gestar dichas relaciones y para potenciar lo que Lobo y Martínez (2002) llaman contextualización de la información, lo que implica que el estudiante no se limite a la recepción de la información que recibe en el aula.

De acuerdo a lo anterior y a las diversas definiciones que se han mencionado sobre el pensamiento crítico, es necesario precisar que para el desarrollo de esta investigación se adopta la concepción detallada sobre el pensamiento crítico propuesta por Saiz y Rivas (2008), la cual desarrolla lo que en profundidad es el pensamiento crítico.

3.1.1 Evaluación del Pensamiento Crítico

Se han diseñado diversos instrumentos para la evaluación del pensamiento crítico, los cuales se diferencian según Ennis (2003) (citado por Nieto, Saiz & Bergoña 2009) por “*el tipo de población a la que van destinados, el tipo de habilidades que se evalúa que varían según el autor, el formato de preguntas, en si evalúan el pensamiento crítico como una habilidad general o articulado a una disciplina, etc.*” Además, de diferenciarse por la clase de investigación que se realiza cualitativa o cuantitativa. Aunque estos test han sido producto de investigaciones no son exentos a críticas o sugerencias para su modificación y su posterior validación como instrumento que ayude al control de la efectividad de la educación o de la enseñanza. Uno de estos test es conocido como el test de Halpern o HCTAES (*Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations*), el cual se caracteriza por evaluar el pensamiento crítico a partir de situaciones cotidianas, generando 5 habilidades descritas por Halpern (2010) :

1. *Habilidad de razonamiento verbal:* Competencia que incluye la capacidad de comprender e interpretar información, estableciendo una clasificación u orden jerárquico, articulando la información y generando un significado coherente.

Teniendo en cuenta que en esta habilidad se analiza el pensamiento y su relación con el lenguaje.

2. Habilidades de análisis de argumento: Un argumento es un conjunto de declaraciones con al menos una conclusión y una de las razones que apoya la conclusión. Esta habilidad identifica las conclusiones, valora la calidad de los motivos o razones que justifican un hecho y determina la fuerza o dominio de un argumento.
3. Habilidades de pensamiento como comprobación de hipótesis: El fundamento de esta categoría, es visualizar al individuo como científico intuitivo que debe explicar, predecir y controlar situaciones que se pueden considerar de su vida cotidiana generando a su vez reflexión de las mismas. Las habilidades utilizadas en el pensamiento como comprobación de hipótesis son las mismas que se utilizan en el razonamiento científico - la acumulación de observaciones, la formulación de las creencias o hipótesis y el uso de la información recopilada para contrastarlas y dar una conclusión.
4. Usando probabilidad e incertidumbre: Capacidad de usar correctamente la probabilidad y la incertidumbre, como una forma cuantitativa para determinar la posibilidad de que sucedan eventos a partir del análisis de situaciones.
5. Toma de decisiones y habilidades para resolver problemas: En cierto sentido, todas las habilidades de pensamiento crítico se utilizan para tomar decisiones y resolver problemas, pero las habilidades que están incluidas en esta categoría incluyen razonamiento para identificar un problema, identificar posibles objetivos, la generación y selección de alternativas y el uso de criterios explícitos para juzgar entre alternativas.

Además de lo anterior el test de Halpern se caracteriza por poseer dentro de su estructura “preguntas abiertas donde la persona debe ofrecer un argumento o una explicación y cerradas en las que elige entre una serie de alternativas la que mejor resuelva el problema formulado” (Calle, 2013). Vale aclarar que dentro del formato del test, la situación cotidiana que se exponga como situación objeto de análisis posee estas dos clases de pregunta dentro de un mismo ítem.

Por otro lado, Nieto et al. (2009) señalan que *“hay algunos aspectos que podrían objetarse, pero igualmente podrían objetarse en otras categorizaciones”*, es decir, se pueden articular las diversas habilidades propuestas de Halpern en una sola situación problema y no en diversas.

Ejemplo:

- Halpern discrimina entre las habilidades de Análisis de Argumentos y de Razonamiento Verbal y en realidad no es tan fácil discriminar ambas: De acuerdo con la autora, las habilidades de Análisis de Argumentos incluyen las destrezas para identificar la conclusión de un argumento, valorar la calidad de las razones ofrecidas y valorar la fuerza global de este argumento. Dentro del Razonamiento Verbal ella incorpora las habilidades para defenderse contra las técnicas persuasivas que están incrustadas en el lenguaje cotidiano. En este sentido entendemos que para ello sería necesario identificar y valorar la calidad de las ideas, de las explicaciones o de los argumentos presentados. Por lo que posiblemente estemos hablando de una misma habilidad, relacionada con el análisis y valoración de argumentos pero que podría depender de un proceso más general que es el razonamiento. En este sentido nosotros entendemos que ambas son destrezas de razonamiento.
- Lo mismo se puede decir para la Incertidumbre y la Toma de decisiones, se diferencia ambas habilidades y en nuestra opinión la Incertidumbre no se puede diferenciar de la Toma de Decisiones, porque para tomar decisiones es necesario hacer un análisis y una valoración de las probabilidades de las distintas alternativas, por lo que consideramos que la Probabilidad y la Incertidumbre también forman parte de la Toma de Decisiones.

De acuerdo a esto cuando se está desarrollando el pensamiento crítico, no se puede hablar de una sola habilidad, ya que posiblemente en la solución de algún problema o alguna tarea, se están articuladas algunas otras habilidades para lograr solucionarlo por lo cual afirma Nieto et al. (2009) *“parece lógico que sea complicado extraer una única habilidad cuando estamos resolviendo un problema, tomando una decisión o elaborando un argumento, según lo expuesto, varias podrían estar implicadas”*

Para el desarrollo de esta investigación y el fortalecimiento del pensamiento crítico se analizarán las siguientes habilidades que componen las propuestas por Halpern:

- Razonamiento Verbal (Análisis de Argumento).
- Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas (Incertidumbre y Probabilidad).
- Comprobación De Hipótesis.

3.2. Cuestiones Sociocientíficas

Las cuestiones sociocientíficas (CSC) surgen a los inicios del siglo XXI, como un desarrollo del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) dentro de la enseñanza, principalmente dentro de la enseñanza de las ciencias. Representando según Martínez, Peña & Villamil, (2007) (citado por Martínez et al. 2012) *“una transformación del rol docente y del papel del estudiante, de modo que este último fue considerado como un sujeto inserto en un proceso de constitución de su ciudadanía”*. Esta nueva visión del estudiante permitió establecer una relación entre el conocimiento científico y las relaciones interpersonales o humanas, siendo considerada por Martínez & Parga. (2013) *“una forma de comprender la ciencia como una actividad cultural”*.

Por consiguiente las CSC son definidas como *“aquellas disyuntivas sociales que surgen y que están relacionadas con la ciencia, debido a la compleja relación que existe entre ciencia y sociedad”* (Moreno & Jiménez, 2011), disyuntivas que surgen en un contexto y que pueden darse a conocer de forma limitada a través de diversos medios de comunicación, que pueden influir en las interpretaciones para la toma de decisiones y/o opiniones.

Según Ratcliffe & Grace (2003) las csc poseen las siguientes características:

- Tiene una base en la ciencia, a menudo en las fronteras del conocimiento.
- Involucra la formación de opiniones.
- Son frecuentes las que los medios de comunicación dan a conocer.

- Puede tener una base de evidencia incompleta.
- Se puede abordar las dimensiones locales, nacionales y mundiales.
- Involucrar a los valores y razonamiento ético.
- Puede requerir comprensión de probabilidad y riesgo.

Siendo analizadas desde el estudio de lo que se considera como problema, que surge de las necesidades del contexto a partir de lo que se quiere enseñar como docente (intereses del docente) y de lo que se desea aprender como alumno (intereses del alumno). Este análisis se desarrolló con la comprensión de dimensiones en el que se *“involucren dimensiones no sólo científicas y técnicas, sino también sociales, económicas, ambientales, culturales, éticas, etc.”* Solbes (2012), logrando en los estudiantes con la utilización de las CSC dentro del aula, según Ratcliffe (2009), los siguientes objetivos:

- Capacidad para tomar decisiones informadas acerca de problemas con una base científica.
- Puede contribuir a los procesos democráticos desde una perspectiva informada.
- Centrarse en la interacción entre la ciencia y la sociedad en términos de procesos de toma de decisiones.
- Capacidad de hacer frente a la controversia - usando pruebas y juicios de valor.
- Centrarse en la clarificación de valores y la interacción con la evidencia.
- Comprensión conceptual.
- Comprensión de procedimiento.
- Reconocimiento de los valores personales y sociales.

3.3. Formación Docente y su Relación con el Pensamiento Crítico y las Cuestiones Sociocientíficas

La eficacia de la educación en ciencias en colegios y universidades, depende de forma directa del desempeño del docentes, el cual es *“un sujeto inserto en un proceso de constitución de su ciudadanía”* (Martínez et al. 2012), que requiere de una formación docente inicial, que es entendida como *“aquella etapa donde se desarrolla una práctica educativa intencional, sistemática y organizada destinada a preparar a los futuros docentes para desempeñarse en su trabajo”* (Enríquez &

Lorenzo, SF), en el que se contribuye en la adquisición de saberes conceptuales, pedagógicos, didácticos y epistemológicos. Además de lo anterior, la formación de docentes debe tener el objetivo de desarrollar habilidades que le permita enfrentar y resolver retos, problemas y situaciones inéditas; ya que la docencia se ejerce en un contexto cambiante, promoviendo según Muntaner (1999) (citado por Arnaiz & Ballester, 1999) *“el cambio en el papel de los profesores..., lo que precisa de nuevos parámetros de formación de todos los profesionales de la educación, en caminado a la aplicación de alternativas distintas en el proceso de enseñanza – aprendizaje”*.

Para el caso de la formación inicial de docentes de ciencias Angulo (1998, pág. 70) menciona que esta *“debe basarse en una visión renovada de la educación científica, esta visión demanda un nuevo perfil de profesor, capaz de tomar decisiones críticas frente a su relación con el saber a enseñar y respecto al aprendizaje y la enseñanza de las ciencias”*, de aquí el porqué del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación, siendo un objetivo según Hawes (2003) (citado por Enríquez & Lorenzo, 2009) de la enseñanza universitaria *“desarrollar la capacidad de pensamiento autónomo y crítico es un compromiso mayor de la formación universitaria, y una expectativa social sobre los profesionales que egresan de la misma”*. Pero este pensamiento crítico no es solo para autoreflexión del proceso de enseñanza – aprendizaje que se está llevando a cabo dentro del aula, sino además para desarrollarlo a partir de estrategias didácticas en los estudiantes, por ende, es importante *“comprender la enseñanza de las ciencias como una preocupación permanente para la formación de sujetos críticos capaces de participar activamente de controversias sociocientíficas”* (Martínez & Parga, 2013).

Una posible estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico en docentes en formación, es la enseñanza de las ciencias enfocada en el trabajo con cuestiones sociocientíficas (CSC) ya que *“potencializa la participación de los estudiantes y favorece una educación abierta y crítica que contribuye con su formación ciudadana. De tal forma que el futuro del conocimiento científico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de todos los ciudadanos en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales”* (Martínez et al, 2012, pág. 143). Brindándole, además al docente en formación una posible alternativa de enseñanza dentro del aula, exigiéndole creatividad en el desarrollo de controversias con temas que se

consideren cotidianos dentro del contexto a aplicar o a partir de noticias que se infunden por medios de comunicación que sea de interés público de diversos temas como científicos, tecnológicos, sociales y ambientales.

3.4. Secuencia Didáctica

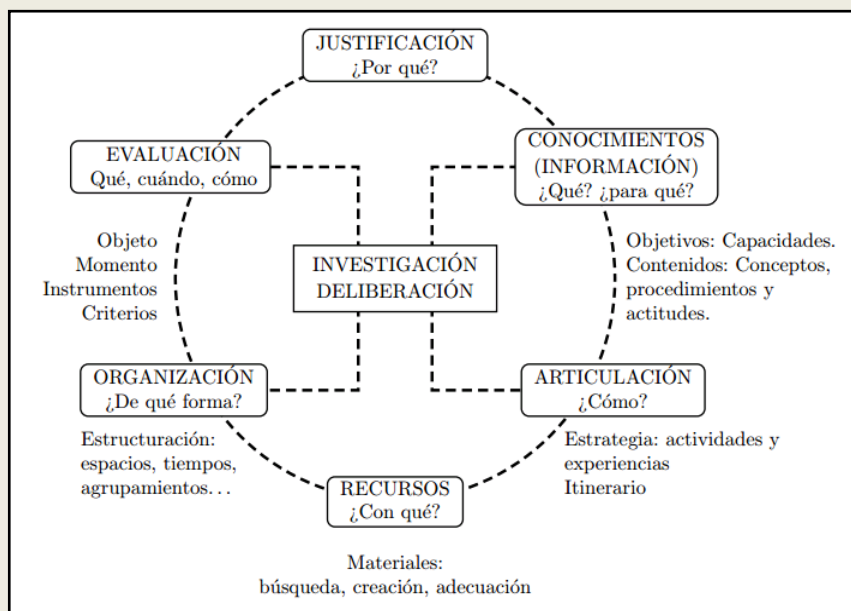
Dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje se propone la organización y planificación de los conocimientos a abordar, planteando el ¿Qué?, ¿Para qué?, ¿Cómo hacerlo? Y ¿Cómo evaluarlo?, con el fin de que tanto el docente como el estudiante tengan claro los objetivos de la enseñanza. Una de las formas en las que se puede realizar dicha organización es con el diseño de una secuencia didáctica, la cual es definida por Zabala (1995) como “*un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos, que tienen un principio y un final conocido tanto por el profesorado como por el alumnado*”. A parte este conjunto de actividades aportan a la construcción del conocimiento o del aprendizaje de diferentes contenidos, por lo tanto, es oportuno valorar la pertinencia o no de cada una de ellas, las posibles modificaciones a realizar o la falta de otras actividades que puedan ser complementarias, por lo anterior, es importante mencionar que una secuencia didáctica está sujeta a cambios según los intereses u objetivos a alcanzar. Algunas consideraciones planteadas por Obaya & Ponce (2007) para el diseño, desarrollo y construcción de una secuencia didáctica son:

- *Justificación de la secuencia didáctica:* Donde se plantea el por qué es importante la secuencia y el para qué les puede servir a los estudiantes.
- *Información:* Se determina o investiga las ideas previas de los estudiantes, con el fin de identificar las problemáticas a solucionar con la secuencia didáctica.
- *Articulación:* Se analiza la pertinencia y nivel de profundidad del tema a tratar, articulando y organizando los intereses de los estudiantes con una planificación de actividades.
- *Recursos y Materiales Curriculares:* Que materiales se tienen, que se puedan utilizar dentro de la secuencia didáctica con los estudiantes.
- *Organización:* Se refiere al tiempo en el que se dispone, los espacios y recursos.
- *Evaluación:* Se evalúa la secuencia didáctica con el fin de mejorarla y adaptarla a las peculiaridades que se vayan dando. Además, de analizar con el desarrollo y la implementación de la secuencia, el para qué se hace la

evaluación, que se desea evaluar., cuando se va a evaluar, con que técnicas e instrumentos.

Lo anterior se sintetiza en la siguiente gráfica:

Figura 1: Consideraciones e instrumentos a tener en cuenta en el diseño, desarrollo y evaluación de secuencias didácticas.



FUENTE: Obaya & Ponce (2007). La Secuencia Didáctica como herramienta del proceso enseñanza – aprendizaje en el área de Químico Biológicas. Pág.22.

3.5. Cuenca del Río Salitre

3.5.1. Localización

Administrativamente la cuenca del río Salitre está ubicada según Flórez (2008) dentro de las localidades de Usaquén, Chapinero, Santa Fe, Engativá, Suba, Barrios Unidos y Teusaquillo. Además señala que inicia su trayectoria desde los cerros orientales con el nombre de río Arzobispo y desemboca o termina en el río

Bogotá bajo el nombre de río Juan Amarillo, luego de un tratamiento previo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Salitre (PTAR EL SALITRE).

3.5.2. Delimitación

La cuenca del río Salitre se encuentra delimitada según Olaya (2010) en la parte *“media de la gran cuenca del río Bogotá, en el sector centro norte del Distrito Capital, limita por el norte con la cuenca del río Torca y el humedal La Conejera, por el occidente con el río Bogotá y el humedal Jaboque, al oriente con los municipios de La Calera y Choachí, y por el sur con la cuenca del río Fucha”*.

3.5.3. Ubicación de los Tramos de la Cuenca del Río Salitre

El río Salitre se divide en cuatro tramos, los cuales el Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá (SF), menciona que son:

Tabla 1: Ubicación de los tramos del río salitre.

TRAMO	LOCALIZACIÓN
1	El tramo 1 de la cuenca del río Salitre inicia en los cerros orientales, hasta la carrera séptima.
2	El segundo tramo parte de la carrera séptima y finaliza en la carrera 30.
3	El tramo 3 recorre desde la Carrera 30, hasta la Avenida 68.
4	El tramo 4 recorre desde la Avenida 68, hasta la desembocadura del Río Juan Amarillo (Río Bogotá), pasando antes de desembocar por la PTAR el Salitre.

FUENTE: Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá. (SF) de <http://sistec.acueducto.com.co/EAABWF/ArchivoFi.nsf/a43808a0e0d1c863052575230054de3c/2854212b0beb84c8052575fc007bdf10?OpenDocument&TableRow=1.2.1#1.2>. El 6 de Diciembre del 2013.

3.6. Relación de la Cuenca Rio Salitre con las Cuestiones Sociocientíficas

Teniendo en cuenta las relaciones sociocientíficas, para efectos de la presente investigación y para la relación entre el enfoque didáctico y disciplinar dentro de la unidad didáctica los ejes a tratar fueron:

3.6.1. Eje Ambiental

3.6.1.1. Contaminación de la Cuenca Del Río Salitre

A partir de la concepción de contaminación como la alteración de las propiedades del agua dentro del medio ambiente, por desechos o vertimientos provenientes de actividades antrópicas de forma directa o indirecta (escorrentía). Siendo clasificada por Mendoza, et al. (1998), según la clase de contaminantes en los siguientes:

- Compuestos orgánicos biodegradables.
- Nutrientes en altas concentraciones.
- Patógenos.
- Salinidad.
- Metales pesados.
- Compuestos orgánicos minoritarios.
- Sustancias radiactivas.
- Contaminación térmica.
- Sedimentos.

Se encuentra que la principal causa de contaminación del Río Salitre, es el vertimiento durante su recorrido de aguas sanitarias y/o materia biodegradable. Donde Flórez (2008) cita a la EAAB, la cual realiza monitoreos de vertimientos en los diferentes tramos que divide la cuenca del Río Salitre. Los cuales arrojan los siguientes resultados:

Tabla 2: Contaminación hídrica de la cuenca del río salitre en los diferentes tramos.

TRAMO	RESULTADOS
1	La cuenca del Río Salitre desde su entrada al sector urbano (Tramo 1), hasta la carrera 30 (Tramo 2). Reporta <i>“dos descargas de agua combinada, originadas por el mal funcionamiento de las estructuras de alivio, la primera ubicada en la calle 45 con carrera 24 bajo la intersección y la segunda sobre la diagonal abajo de la carrera 24, las cuales recogen las aguas combinadas del sector Galerías”</i> .
2	
3	Dentro del tramo 3 <i>“se identificaron 4 descargas críticas de agua combinada: dos descargas de los aportes provenientes de las estructuras paralelas a la carrera 30 y las de los colectores Las Delicias y la Vieja”</i>
4	En el tramo 4 <i>“la EAAB identificó cinco puntos de vertimientos de cargas contaminantes. Adicionalmente dentro de este Estudio se analizaron vertimientos en los Humedales de Santa María del Lago y de Córdoba”</i> .

FUENTE: FLÓREZ, C. (2008). Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Salitre en el Perímetro Urbano del Distrito Capital. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado el día 20 de Septiembre del 2013 de <http://pomcasalitre.files.wordpress.com/2010/02/modulo4-3diagnostico-tecnico-de-la-cuenca-del-rio-salitre.doc>.

3.6.2. Eje Social – Salud

La sociedad que habita cerca al río salitre se ha visto afectada por la contaminación que esté posee, ya que genera problemas de salubridad producto de malos olores o por vectores, estas enfermedades son reportadas en informes de morbilidad por los hospitales que tienen competencia dentro de la cuenca y la secretaria distrital de salud, encontrando en habitantes del sector enfermedades como *“Diarreica Aguda, siendo los hospitales en los cuales se atendieron mayor número de casos relacionados con esta enfermedad el Hospital de Suba y el*

Hospital de Engativá. Por otro lado el Hospital de Suba reportó infecciones respiratorias agudas IRA296” (Olaya, 2010).

Otras enfermedades reportadas por los diferentes hospitales son:

Tabla 3: Causas de morbilidad reportadas en los diferentes hospitales de las localidades que cubren la cuenca del río Salitre.

HOSPITAL	CAUSAS DE MORBILIDAD
Hospital de Usaquén	372 casos de Enfermedad Diarreica Aguda EDA 167 casos de dermatitis 116 casos de conjuntivitis 99 casos de enfermedades crónicas del pulmón 26 casos de escabiosis.
Hospital Chapinero	302 casos de Enfermedad Diarreica Aguda EDA 206 casos de dermatitis 87 casos de enfermedades crónicas del pulmón 67 casos de Enfermedad Respiratoria Aguda ERA(Localidades de Barrios Unidos, Chapinero, Teusaquillo) 61 casos de conjuntivitis
Hospital de Suba	78.204 casos de Infección Respiratoria Aguda IRA 36.778 casos de Enfermedad Diarreica Aguda EDA 778 casos de enfermedades crónicas del pulmón 528 casos de dermatitis 217 casos de conjuntivitis
Hospital Centro Oriente	748 casos de Enfermedad Diarreica Aguda EDA 379 casos de enfermedades crónicas del pulmón 237 casos de dermatitis 86 casos de conjuntivitis 72 casos de escabiosis
Hospital de Engativá	5.898 casos de Enfermedad Diarreica Aguda EDA 610 casos de enfermedades crónicas del pulmón 325 casos de dermatitis 104 casos de conjuntivitis 23 casos de ETA.

FUENTE: Olaya, A. (2010). Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Salitre en el Perímetro Urbano del Distrito Capital. Recuperado el día 28 de septiembre del 2013 de <http://riosalitre.files.wordpress.com/2010/07/diagnostico-parte-1.pdf>.

Como prevención a lo anterior y posible solución a la problemática medio ambiental de la cuenca del río Salitre, se generaron espacios de participación y discusión entre los habitantes y/o grupos ambientalistas, con el fin de intervenir en la protección del recurso y el bienestar de los ciudadanos. Un ejemplo de esto es la mesa interlocal de la cuenca del Río Salitre.

Esta mesa interlocal inició en el año 2008 para “participar en la construcción del Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca del Río Salitre POMCA Salitre, constituyéndose en un espacio de participación ciudadana” (Vargas, 2012),

teniendo como estrategia el desarrollo de actividades como foros, seminarios, charlas, talleres y publicaciones. La cual planteó como misión una “*organización ciudadana abierta e incluyente cuya finalidad es propender por la preservación, recuperación, conservación, mantenimiento, manejo y gestión integral de los recursos*”. (Vallejo, et al, 2010).

3.6.3. Eje Ético – Moral

Las implicaciones de lo ético aborda según Angulo (2008) los valores morales que guían el comportamiento humano en la sociedad, mientras que lo moral son las costumbres, normas, tabúes y convenios establecidos o desarrollados dentro de una sociedad.

3.6.4. Eje Político

- Resolución 3957 del 2009: Establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital.

- Resolución 1074 de 1997: Establece estándares ambientales en materia de vertimientos. Como DBO, OD, DQO, N total, P total, pH, entre otros.

- Resolución 5731 de 2008: Objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y el Canal Torca en el Distrito Capital.

- Decreto 1729 de 2002: Hace referencia a todo lo que concierne con las cuencas hídricas como definición, usos, etc.

- Decreto 2667 de 2012: Reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones.

- Ley 99 de 1993: *Tasas Retributivas y Compensatorias*. La utilización directa o indirecta de la atmósfera, el agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.
- Plan de ordenamiento y Manejo de cuencas (POMCA): Es el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.

3.6.5. Eje Económico

Las aguas residuales es un problema que se ha tratado de mitigar no solo con la generación de conciencia entre los ciudadanos, sino con ingresos económicos para la restauración de los ríos que han sido deteriorados ambientalmente. Estos ingresos económicos parten de políticas como las tasas retributivas, donde Ballesteros (2007) menciona que con la expedición del Decreto 901 de 1997, Colombia reglamenta el uso del instrumento económico, Tasas Retributiva por Vertimientos Hídricos, el cual haciendo uso del principio “*el que contamina paga*” busca incentivar a los agentes económicos que causan contaminación a disminuir sus desechos de forma costo efectiva. Estas tasas retributivas, son pagas por todos los ciudadanos dentro de las facturas del agua, las cuales son enviadas por el acueducto, agua y alcantarillado de Bogotá, indicando que es un aporte para la preservación y restauración del medio ambiente.

El dinero recolectado es trasladado a la autoridad ambiental, para distribuirlo en las diferentes entidades que trabajan en el tratamiento de aguas residuales, tal caso es el de la PTAR el Salitre, estos utilizan este dinero para el funcionamiento, materiales y mantenimiento de la misma, sin embargo, se solicita además financiación por parte del gobierno para la ampliación de la PTAR, “*propuesta realizada en febrero del 2000, con el fin de recuperar el río Bogotá*” (ACUEDUCTO

AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ, SF). Por lo anterior, la CAR Sugiere que *El 7.5% del impuesto predial se destinarán para la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Salitre, en los términos de los estudios técnicos y financieros realizados para el efecto por parte del Distrito.*

3.6.6. Eje Científico – Tecnológico

3.6.6.1. Aguas Residuales

Las aguas residuales son utilizadas como cuerpos receptores que contienen los vertimientos de residuos líquidos de diferentes acciones antrópicas. Tales acciones son definidas por Domenech (2006) como *“una mezcla compleja de una variada gama de sustancias, como materia orgánica de origen fecal, surfactantes, grasas y aceites, sales solubles, agentes complejantes, metales pesados disueltos, y sólidos en suspensión”*.

3.6.6.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Salitre

La planta de tratamiento de aguas residuales El Salitre (PTAR EL SALITRE), es descrita por el Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá (SF), como una *“instalación que depura las aguas servidas generadas en la zona norte del Distrito Capital, colectadas a través del sistema de alcantarillado e interceptores que confluyen sobre la cuenca El Salitre”*. La cual inició en septiembre de 2000 para la atención de aproximadamente 2.200.000 habitantes, brindando dos clases de tratamiento.

Tratamiento Primario: Es el tratamiento que se le da a las aguas residuales de origen doméstico, el cual *“consiste en la remoción de sólidos insolubles por etapas de cribado o colado y de sedimentación en tanques construidos para tal fin”*. (Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá, SF).

Tratamiento Secundario: Es la *“utilización de bacterias aerobias que consumen la materia orgánica presente en el agua residual”* (Acueducto Agua y Alcantarillado

de Bogotá, SF), a partir de una aireación para elevar los niveles de oxígeno disuelto, logrando porcentajes de remoción de DBO₅ y sólidos suspendidos.

3.6.6.3. Características Microbiológicas de las Aguas Residuales

La cantidad de materia orgánica proveniente de aguas residuales sirve como principal fuente de propagación de diferentes tipos de microorganismos que están relacionados directamente con los grados de contaminación y la calidad sanitaria. Los cuales se referencian a continuación:

Tabla 4: Características microbiológicas del agua residual.

MICROORGANISMOS	AGUAS RESIDUALES
<p>BACTERIAS: (reino mónica): Son microorganismos procariotas que según (Marin, 2003) se pueden agrupar en función de su pared celular como <i>Micoplasmas</i>, <i>Gram-positiva</i> y <i>Gram – negativa</i>.</p>	<p>Son las principales responsables de la degradación y estabilización de la materia orgánica contenida en las aguas residuales. Su crecimiento óptimo ocurre a pH entre 6,5, y 7,5. (Lozano & Rivas 2012)</p>
<p>ACTINOMICETOS. Constituyen un grupo de bacilos Gram <i>positivos</i>, los cuales según Rice, Baird, Eaton, & Clesceri (2012) se les consideraban como hongos, hasta que se identificaron como bacterias filamentosas ramificadas.</p>	<p>Estos organismos producen alteraciones en el tratamiento de las aguas residuales y crecimiento masivo, como espesas espumas en el procesamiento de los fangos activados. Rice, et al (2012)</p>
<p>HONGOS. De acuerdo a Marin (2003) son organismos eucariotas no fotosintéticos que presentan una estructura vegetativa denominada “micelio”, surgen de una sola célula o espora, que al germinar da lugar a un largo filamento denominado “hifa”.</p>	<p>Predominan en las aguas residuales de tipo industrial debido a que resisten muy bien valores de pH bajos y la escasez de nutrientes. (Lozano & Rivas 2012)</p>
<p>PROTOZOOS: Animales microscópicos que</p>	<p>En especial los ciliados, se</p>

consisten en células simples eucariotas. Considerados como parásitos para el cuerpo humano, ya que causan varias enfermedades devastadoras, muchas de ellas son transmitidas a través del agua. (Manahan, 2007)	alimentan de bacterias y materia orgánica, mejorando la calidad microbiológica de los efluentes de las PTAR. (Lozano & Rivas, 2012)
VIRUS: Microorganismos acelulares ubicados en la frontera entre la vida y el mundo inorgánico, están compuestos por el virión (integrado por ácido nucleico ADN o ARN) y una cápside proteica.	Posee acción nociva como agentes productores de enfermedades, se tienen en cuenta en los tratamientos en estaciones depuradoras-pues pueden infectar el tracto intestinal y pasar a las heces. (Seoáñez & Varela, 2000)

3.6.6.4. Características Físicas y de Agregación de las Aguas Residuales

Los métodos más adecuados para el tratamiento de aguas residuales tienen que tener en cuenta las características propias del agua con el fin de optimizar los procesos de calidad en el manejo de estas. Las principales características físicas del agua residual se encuentran a continuación:

Tabla 5: Características físicas del agua residual.

PROPIEDADES FÍSICAS	DESCRIPCIÓN
COLOR	El término "color" se asocia aquí al concepto de color puro, esto es, el color del agua cuya turbidez ha sido eliminada. En algunas aguas residuales industriales muy coloreadas, el color se debe principalmente a materiales coloidales o en suspensión. Rice, et al (2012)
TURBIDEZ	Es una medida de la capacidad de un agua para dispensar y absorber la luz en línea recta a través de una muestra y es indicativa de la presencia de material disperso, emulsificador o suspendido. (Ramos, Sepulveda, & Villalobos, 2003)

OLOR	Para Rice, et al (2012) el olor es una de las pruebas sensoriales más útiles para identificar la calidad de agua tanto de tratadas como de no tratadas y lograr identificar posibles fuentes de contaminación.
TEMPERATURA	Medida relativa de la cantidad de calor contenida en agua residual. Esta propiedad termodinámica influye notablemente en las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua. (Ramos, et al. 2003). De acuerdo a lo anterior las aguas residuales tienen a aumentar su temperatura debido a los vertimientos de aguas domesticas e industriales de altas temperaturas.
SALINIDAD	Es una propiedad importante de agua industrial y natural. Esto origina una medida de la masa o sales disueltas en una masa de solución (Ramos, et al. 2003)
CONDUCTIVIDAD	Es una expresión numérica de la habilidad de una solución acuosa para acarrear o conducir una corriente eléctrica (Ramos, et al. 2003); la conductividad de las aguas residuales domesticas puede estar proxima a la del suministro hidrico local, aunque algunos residuos industrial exhiben conductividad superior a 10.000 μ hos/cm. Rice, et al (2012)

3.6.6.5. Características Químicas del Agua Residual

Las características químicas de las aguas residuales son proporcionadas por componentes agrupados en:

- **SÓLIDOS ORGÁNICOS:** Para Flórez, (2001) (citado por Jaramillo y Zapata, 2008) son aquellos residuos que provienen de restos de origen orgánico, la mayoría de ellos son biodegradables. Un ejemplo de estos son las proteínas (40-50%) carbohidratos (25-50%) y grasas y aceites (10%) dentro del agua. Clasificándose en:

Sólidos Suspendidos: Son las partículas flotantes que tienen la posibilidad de ser separadas del líquido por medios físicos, como arcillas, arenas, etc. (Seoáñez & Varela 2000).

Sólidos Disueltos: Es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa. (Rigola, 1990).

- **SÓLIDOS INORGÁNICOS**: Se incluyen en este grupo todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arenas y gravas no biodegradables, y ciertos compuestos como sulfatos, carbonatos, etc., que pueden sufrir algunas transformaciones (fenómenos de óxido - reducción y otros). Como los sólidos fijos que son los residuos después de la calcinación, representa la materia inorgánica presente en la muestra estudiada. (Seoáñez, 2001).

- **GASES**: Las aguas residuales urbanas contienen diversos gases con diferentes concentraciones. Como lo son:

Oxígeno Disuelto: Es la cantidad de oxígeno libre en el agua que no se encuentra combinado ni con el hidrógeno (formando agua) ni con los sólidos existentes en el agua. (Creus, 2011)

Ácido Sulfhídrico (H₂S): Es un gas que se forma al descomponerse en medio aerobio ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas que contienen azufre. Su presencia, que se manifiesta fundamentalmente por los olores que producen. (Seoáñez & Varela 2000).

Dioxido de carbono (CO₂): Producto de la degradación microbiana de la materia orgánica, el cual queda disuelto en aguas naturales y residuales. (Manahan, 2007)

Otros Gases: Se producen además gases, malolientes, como ácidos grasos volátiles, indol, escatol y otros derivados del nitrógeno.

- ACIDEZ: La acidez de un agua es su capacidad cuantitativa para reaccionar con una base fuerte hasta un pH designado. Rice, et al (2012)

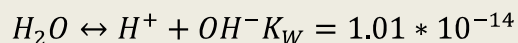
- ALCALINIDAD: La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad principalmente los iones bicarbonatos, CO_3H^- , carbonatos, CO_3^{2-} , y oxhidrilos, OH^- . (Rigola, 1990). Las aguas residuales domesticas tienen una alcalinidad menor (o solo ligeramente mayor) que la del suministro. Rice, et al (2012)

- DUREZA: La dureza la define Rice, et al (2012) como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambos expresados como carbonato calcico, en miligramos por litro.

- METALES: Los metales que se pueden detectar en el agua residual se pueden clasificar como tóxicos y no tóxicos. Es importante hacer notar que los metales son esenciales para el normal desarrollo de la vida biológica, siempre y cuando no se presenten en cantidades elevadas, lo que los llevaría a ser altamente tóxicos.(Vásquez, 2003).

- pH: El pH es definido por Trillos & Marciales (1998) “*como la intensidad acido o alcalina de una solución, o una vía para expresar la concentración de iones hidrogeno*”, de acuerdo a lo anterior el pH mide los iones hidrogeniones e hidroxilos que se ionizan en una solución acuosa como se muestra a continuación:

(Rx. N.1):

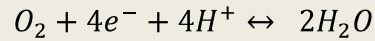


Por otro lado, es definido por Sorenson (citado por Rice, et al (2012)) Como el $-\log [\text{H}^+]$.

- POTENCIAL DE ÓXIDO - REDUCCIÓN: El potencial de óxido – reducción es definido por Obando (2003), como la medida de la tendencia de un compuesto o sustancia a aceptar un electrón de un donante de electrones. Entre más alto sea el potencial expresado en voltios, mayor es la afinidad del aceptor por el electrón.

Por ende, la reducción del oxígeno a agua la cual involucra la ganancia de cuatro elementos a través de la reacción, es de:

(Rx. N. 2):



Estas características ya mencionadas son importantes para identificar el tipo y la procedencia de los contaminantes de las aguas residuales, sin embargo cabe resaltar que las principales causas de contaminación del agua provienen de la descomposición de la materia orgánica, la cual es la base del desarrollado de parámetros para la determinación del contenido orgánico en aguas residuales.

3.6.6.6. Parámetros de Control de Calidad del Agua Residual

3.6.6.6.1. Oxígeno Disuelto (OD)

Parámetro que indica directamente el grado de contaminación de una muestra de agua, generalmente una alto contenido de oxígeno disuelto referencia una buena calidad hídrica en la muestra; el OD es un factor primordial para el desarrollo de la vida en aguas como señala Manahan (2007) *“muchas muertes de peces no se producen por la toxicidad directa de los contaminantes, sino por una deficiencia de oxígeno debido a su consumo en la biodegradación de los contaminantes por parte de bacterias”*; de acuerdo a esto señalan Thomann & Mueller (1987) (citado por Ramirez, Castaño, Bernal, Muñoz, Peña, & Lozano, (2007) que *“el consumo o disminución del oxígeno en el agua está relacionado con otros procesos como la oxidación del material carbonáceo y nitrogenado, la demanda de oxígeno ejercida por los sedimentos y la respiración de las plantas acuáticas”*.

3.6.6.6.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es un requerimiento tal vez el de mayor importancia para las PTAR ya que determina los niveles relativos de oxígeno en

aguas contaminadas, además indica la cantidad de oxígeno que se requiere para estabilizar la materia orgánica presente y saber con qué rapidez este material va a ser metabolizado por los microorganismos especialmente las bacterias que se encuentran presentes en las aguas residuales.

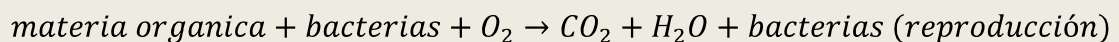
Catalán & Pacheco (2000) define la DBO como la cantidad de oxígeno en mg/L que hace falta para descomponer (oxidar) las materias orgánicas de un agua polucionada, por acción bioquímica aerobia, otra definición dada por (Ramírez, et al 2007) Como “*el requerimiento de oxígeno por parte de los organismos vivos en sus procesos metabólicos para la degradación bioquímica de la materia orgánica presente en las aguas residuales*”.

La demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales es resultado de tres tipos de materiales según Ramalho (2003): “1) *materiales orgánicos carbónicos, utilizables como fuente de alimentación por organismos aeróbicos; 2) nitrógeno oxidable, derivados de la presencia de nitritos, amoníaco y en general compuestos orgánicos nitrogenados que sirven como alimentación para bacterias específicas; y 3) compuestos químicos reductores*”.

3.6.6.6.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno Carbonácea (DBO_C)

En el proceso de descomposición de la materia orgánica, donde las bacterias utilizan el oxígeno para sobrevivir; de acuerdo a eso a mayor cantidad de materia orgánica, mayor es la cantidad de oxígeno para completar la oxidación. La reacción se puede expresar de la siguiente manera:

(Rx N.1)



Según (Ramírez, et al 2007) “*la Demanda Bioquímica Carbonácea es ejercida por la presencia de organismos heterótrofos que son capaces de obtener energía por la oxidación del carbono orgánico (sustrato)*”; los procedimientos estandarizados establecen un periodo de incubación de 5 a 20 días en los cuales la materia orgánica sufre dos transformaciones en la primera la materia orgánica sirve para la

reproducción de los microorganismos presentes y la otra parte es convertida en CO₂ y H₂O. Por otro lado, Catalán & Pacheco (2000) señala que la DBO exige un tiempo de 21 a 28 días, un tiempo demasiado largo que ha sido reemplazado convencionalmente por la DBO₅, es decir la cantidad de O₂ consumido después de 5 días de incubación.

3.6.6.6.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno Nitrogenada (DBON)

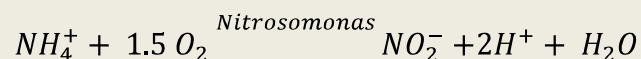
La segunda etapa de la reacción es el periodo donde ocurre la nitrificación y la razón por la que la DBO_c se lee a los 5 días de incubación, ya que después de este tiempo comienza la oxidación del material nitrogenado en las aguas residuales, material que principalmente proviene de la hidrólisis de las proteínas.

De acuerdo a lo anterior Juárez, Franco & Ascencio (2009) señala que:

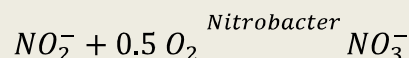
- Durante la hidrólisis de proteínas se produce materia no carbonosa como el amoníaco, el cual es oxidado en nitrito y nitrato por bacterias autotróficas; el oxígeno asociado con la oxidación del nitrógeno amoniacal, en el proceso biológico de nitrificación, constituye la llamada demanda bioquímica de oxígeno nitrogenada (DBO_N).

- Las bacterias nitrificadoras transforman el nitrógeno amoniacal presente en las aguas residuales en nitritos y nitratos, que es un indicativo de que tanto se ha desarrollado la descomposición de la materia orgánica nitrogenada, las reacciones estequiométricas que ocurren en la oxidación del nitrógeno amoniacal son las siguientes:

(Rx. N.2)



(Rx. N.3)



general:

(Rx. N.4)

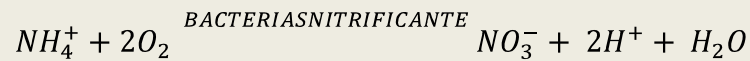
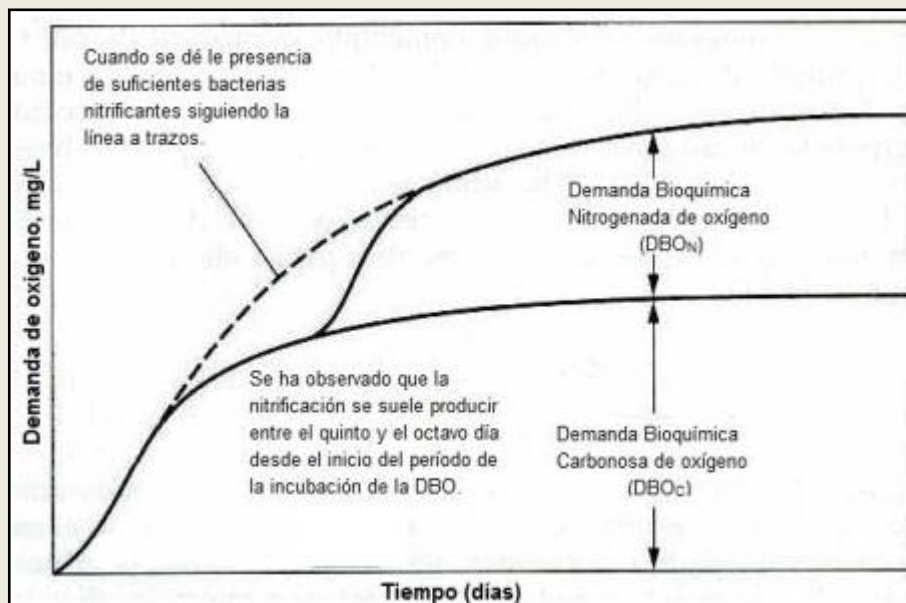


Imagen 1: Relación de la demanda bioquímica de oxígeno carbonada y nitrogenada.



FUENTE: Lince, M. & González, A. (2011). Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburra en Jurisdicción del Área. Consultado de <http://dc274.4shared.com/doc/Xx2kRQLB/preview.html>, el día 30 de Noviembre del 2013.

3.6.6.6.5. Demanda Química de Oxígeno

La presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos en aguas residuales determinan la cantidad de oxígeno consumido por las diferentes bacterias que se

originan en torno de estas sustancias; es por ello que su medición es de vital importancia para establecer el grado de contaminación que se presenta. Esta medición entendida como la demanda química de oxígeno es una prueba que dura aproximadamente 3 horas y la define Catalán & Pacheco (2000) como *un ensayo, que se realiza en el laboratorio en condiciones estándar, que sirve para medir, aquellas sustancias orgánicas e inorgánicas susceptibles de ser oxidadas por diversos reactivos en diferentes condiciones.*

Por otro lado, Carrillo (1998) referencia que es un *medio para estimar el oxígeno equivalente a la materia orgánica en una muestra susceptible de oxidación por un oxidante químico fuerte.*

Los resultados se pueden expresar en unidades de mg/L del total de oxígeno que va reaccionar en función de oxidar la materia orgánica en dióxido de carbono y agua, y de la cantidad de oxidante químico que se utilice, sin embargo es importante mencionar que no establece diferencias entre la materia orgánica inerte de la que se oxida biológicamente.

4. PROBLEMA

La educación científica en el siglo XX excluía de los currículos oficiales la formación de ciudadanos en materia de ciencia (Martínez & Parga, 2013), destacándose por un conocimiento solo científico, es decir, un conocimiento disciplinar, que no tenía en cuenta los problemas sociales y ambientales. En virtud de lo anterior los estudiantes no contaban con las herramientas necesarias para generar un pensamiento crítico frente a diferentes disyuntivas y por ende carecían de capacidad de análisis, argumentación y reflexión frente a estas situaciones problema.

A partir de lo anterior, se plantea el diseño de una secuencia didáctica que permita realizar una articulación del conocimiento científico con problemas socio - ambientales, a través de cuestiones sociocientíficas (CSC), teniendo como soporte la problemática de las aguas residuales del Río Salitre, que brinde a los futuros docentes dentro de su formación inicial el fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico para su quehacer docente, teniendo en cuenta que la docencia es concebida como una “acción intencional y socialmente mediada para la transmisión de la cultura y el conocimiento en las escuela, además del

desarrollo de potencialidades y capacidades de los alumnos” (Melgar & Botte, 2010), generando consigo una posible estrategia de enseñanza de ciencias naturales en especial de la química, no solo para generar conocimiento conceptual, sino habilidades como el análisis, la reflexión y la toma de decisiones de forma justificada, entre los estudiantes generando una interdisciplinaridad.

De acuerdo a lo anterior se plantea como pregunta ¿Cómo la implementación de una secuencia didáctica enfocada en CSC, favorece el fortalecimiento de las habilidades que conllevan al desarrollo del pensamiento crítico en los profesores en formación del énfasis de aguas II durante el semestre 2014-I?

OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Fortalecer el pensamiento crítico en docentes en formación, a partir de una secuencia didáctica, orientada por el enfoque de cuestiones sociocientíficas (CSC), haciendo uso de la problemática de aguas residuales del Río Salitre dentro del énfasis de aguas II.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los niveles en los que se encuentran los docentes en formación, en cada una de las habilidades del pensamiento crítico, haciendo uso del test de *Halpern*.
- Diseñar y aplicar una secuencia didáctica, por medio de una cuestión sociocientífica local, como la problemática medio ambiental del río el Salitre.
- Implementar actividades experimentales que articulen la CSC al evidenciar la contaminación del río salitre, con la enseñanza de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- Determinar de forma experimental la presencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno Nitrogenada (DBO_N) en las aguas residuales del río salitre antes del tiempo de cuantificación.

5. METODOLOGÍA

6.1. Enfoque Metodológico

La presente investigación es de tipo mixta ya que tiene un enfoque cuantitativo el cual “*Se basa en el uso de técnicas estadísticas para conocer ciertos aspectos de interés sobre la población que se está estudiando*”. (Hueso & Cascant. 2012) para efectos de esta investigación se utilizan estadísticas del test de Halpern con el fin de identificar el fortalecimiento de habilidades a partir de una diferencia significativa ($p = < 0.005$) entre los datos obtenidos entre el pretest y posttest.

Por otro lado, la investigación se considera cualitativa ya que es entendida por Sandin (2003) (citado por Díaz, S.F) como una actividad sistemática orientada a la comprensión en profundidad de fenómenos educativos y sociales, a la transformación de prácticas y escenarios socioeducativos, a la toma de decisiones y hacia el descubrimiento y desarrollo de un cuerpo organizado de conocimientos, siendo estudiada desde el análisis de las habilidades que conforman el pensamiento crítico planteadas por Halpern en los estudiantes, antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica. Considerando la investigación – acción como enfoque metodológico la cual es definida por Carr y Kemmis (1986) (citado por Kember & Gow, 1992) como “*una familia de actividades vinculadas con el desarrollo del currículo, del profesional del mejoramiento de los programas y de las políticas y sistemas de planeamiento*” teniendo como condiciones para su ejecución que sea una estrategia susceptible de mejoramiento, que tenga un ciclo de planeamiento, acción, observación y reflexión y que implique a los responsables de la practica en todos y cada uno de los momentos de la actividad.

6.2. Variables del Estudio

Se entiende como variable de estudio “cualquier propiedad o característica de algún evento, objeto o persona, que puede tener diversos valores en diferentes instantes, según las condiciones” Pagano (1999) (citado por Betancourt 2011)

Para efectos de la presente investigación se consideran dos tipos de variables:

- Variable Dependiente: Se considera como la variable dependiente de la presente investigación, el pensamiento crítico y las habilidades que lo conforman planteadas por Halpern.
- Variable Independiente: En esta investigación, la variable independiente es la metodología utilizada para fortalecer el pensamiento crítico en los estudiantes a través de la secuencia didáctica denominada, *aguas residuales una cuestión sociocientífica*.

6.3. Participantes en la Investigación

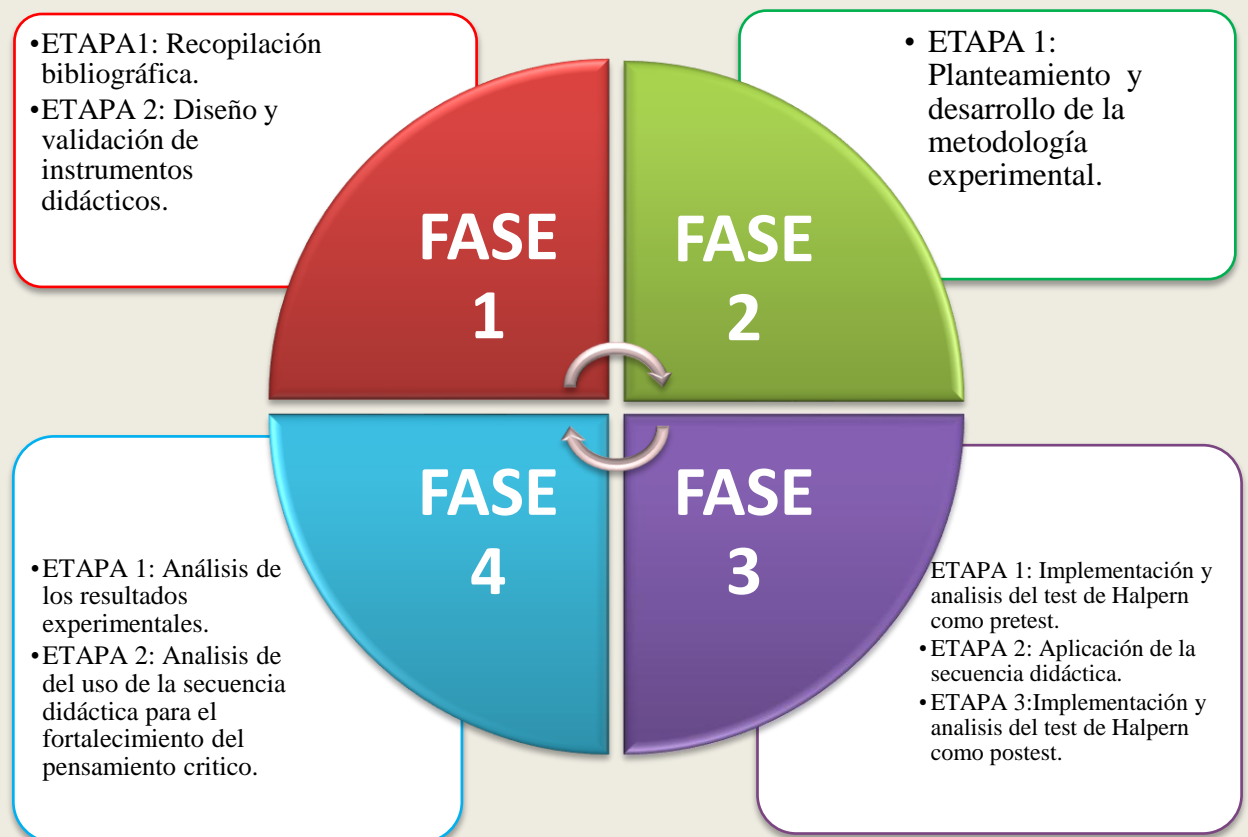
La investigación se realizó con estudiantes de pregrado en Licenciatura en química, pertenecientes al énfasis de aguas II de la Universidad Pedagógica Nacional. Los participantes son 14 estudiantes (57% mujeres y 43% hombres) de decimo semestre con edades entre 21 y 24 años. Esta población fue escogida ya que son docentes en formación inicial que están próximos a ejercer la profesión dentro de instituciones educativas, los cuales tuvieron que haber adquirido o desarrollado algunas habilidades de pensamiento crítico, que les permitan no solo hacer una reflexión sobre sus prácticas educativas, sino además promover capacidades a partir de problemáticas.

Por otro lado, se escogieron los estudiantes del énfasis de aguas II, debido a que la cuestión sociocientífica escogida como temática (las aguas residuales del río Salitre), se relaciona con el núcleo de aguas residuales abordado dentro del microcurrículo del énfasis; aportando desde la investigación al análisis de los parámetros químicos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y demanda química de oxígeno (DQO), considerando que estos parámetros dan un indicio del grado de contaminación por materia orgánica, proveniente de aguas residuales de tipo doméstico, como es el caso de los vertimientos arrojados en el río Salitre. En esta medida, siendo posible articular el problema de la contaminación de fuentes hídricas de tipo superficial con disyuntivas a nivel ambiental, político, económico, ético – moral, social y de salud.

6.4. Etapas de la Investigación

La metodología que se plantea para el desarrollo de este proyecto de investigación se divide y subdivide en fases y etapas. Las cuales son:

Figura 2: Diagrama de la Metodología.



Las anteriores fases y sus etapas se describirán a continuación:

FASE 1: En esta primera fase se realizó una recopilación bibliográfica, que concierne al marco teórico y antecedentes relacionados con la investigación. Posteriormente, se diseñó instrumentos didácticos que fueron ejecutados previamente de una validación (Anexo 1)

FASE 2: Teniendo en cuenta la fase N.1, se desarrolló la metodología establecida en los métodos estandarizados para la examinación de aguas y aguas residuales. Edición 22. Escrito por RICE, E; BAIRD, R; EATON, A; CLESCERI, L (2012), principalmente para la medición de DBO_5 (Anexo 2).en el río Salitre dentro de las instalaciones de la PTAR.

FASE 3: En esta fase, se empleó en estudiantes de énfasis disciplinar de aguas II el test de Halpern (Anexo 3) con el fin de identificar el nivel inicial de las habilidades que conforman el pensamiento crítico, para el diseño y aplicación de una secuencia didáctica enfocada a cuestiones sociocientíficas (Anexo 4). Posteriormente, se aplicó nuevamente el test Halpern para determinar si el uso de la secuencia didáctica fortaleció las habilidades del pensamiento crítico en los estudiantes.

FASE 4: Para finalizar la investigación, se analizaron los resultados obtenidos a nivel didáctico con la aplicación de la secuencia didáctica y disciplinar con la medición de la DBO_5 en el río Salitre.

Tabla 6: Conversiones para el Análisis.

CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
CSC	Cuestión sociocientífica
E1 – E14	Estudiantes participantes
GT1 – GT2	Grupos de Trabajo
SD	Secuencia Didáctica
EI	Etapa de Iniciación
ED	Etapa de Desarrollo
EF	Etapa de Finalización
A1	Actividad 1
A2	Actividad 2
A3	Actividad 3
A4	Actividad 4
TA1	Transcripción audio 1
IE	Intervención Escrita

7.5. Secuencia Didáctica de Actividades: Aguas Residuales una Cuestión Sociocientífica.

La secuencia didáctica se organizó en tres etapas, mencionadas a continuación. Es importante aclarar que está fue validada antes de aplicar por los docentes del departamento de química Diego Alexander Blanco licenciado en química y Magister en ciencias químicas y Sonia Muñoz Miranda Licenciada en Biología.

1. Etapa de iniciación: Se realizó un contextualización de las aguas residuales y su tratamiento dentro de la PTAR el Salitre.
2. Etapa de desarrollo: Dentro de la etapa de desarrollo se articuló la controversia de las aguas residuales al minicurriculo del énfasis de aguas II, abordando los parámetros químicos Demanda química de oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), como parámetros que asocian la contaminación producida por aguas residuales de tipo domestico del río Salitre, principalmente por materia orgánica.
3. Etapa de finalización: Se finalizó la secuencia didáctica con la intervención de la Secretaria Distrital de Ambiente, evidenciado de forma presencial las problemáticas políticas, ambientales, sociales, económicas y de salud que presenta el río Salitre por ser una fuente hídrica utilizada para la descarga de aguas residuales.

Tabla 7: Etapa de iniciacion.

TIEMPO	OBJETIVO	ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS DIDÁCTICA
2 Horas	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar a los estudiantes el río Salitre y su problemática como receptor de aguas residuales. - Fortalecer el 	Contextualización de las problemáticas presentadas por el río Salitre.	<ul style="list-style-type: none"> Lecturas de iniciación. Juego de Roles.

	razonamiento verbal y la argumentación, a partir de la comprensión de disyuntivas.		
--	--	--	--

Tabla 8: Etapa de Desarrollo.

TIEMPO	OBJETIVO	ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS DIDÁCTICA
3 Horas	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar los contenidos curriculares con la cuestión sociocientífica de las aguas residuales (río Salitre). - Generar hipótesis frente a situaciones cotidianas relacionadas con los parámetros químicos. 	<p>Contenido Temático: Aguas residuales, principalmente aguas residuales del río salitre.</p> <p>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)</p> <p>Demanda Química de Oxígeno (DQO).</p>	Analogía.
3 Horas	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptuar a los estudiantes sobre la importancia de los parámetros químicos (DBO_5 Y DQO) en aguas residuales y las diferentes técnicas analíticas para su determinación. - Aplicar prácticas experimentales que permitan la comprobación de hipótesis acerca de la contaminación por 	Practica de laboratorio, con muestras de agua del rio salitre de Bogotá	Videos. Practica experimental Noticias.

	materia orgánica del río Salitre y su impacto ambiental.		
2 Horas	- Diseñar situaciones cotidianas que generen la argumentación a partir de la resolución de problemas y la toma de decisiones.	Lectura ¿Medio vacío o medio lleno?	Situación Problema

Tabla 9: Etapa de Finalización.

TIEMPO	OBJETIVO	ACTIVIDAD	ESTRATEGIAS DIDÁCTICA
1 Día	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer los problemas ambientales de la cuenca del río Salitre, mediante un recorrido guiado por parte de la secretaria distrital del medio ambiente y el Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogotá. - Establecer las implicaciones sociales, económicas y políticas asociadas al río Salitre. - Utilizar las salidas de campo como recurso didáctico para propiciar el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo alrededor de problemas ambientales 	Recorrido por el río Salitre, dirigido por la Secretaria Distrital de Ambiente y el Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Salida pedagogía por el río Salitre.

	locales. - Proponer a los docentes en formación una nueva estrategia de innovación dentro de su práctica pedagógica, a partir de la utilización de diferentes escenarios de construcción y articulación de saberes.		
--	--	--	--

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. Test de Halpern como Pretest.

Como pretest se empleó el test de Halpern, que como anteriormente se ha mencionado evalúa 5 habilidades, sin embargo, se analiza dentro de esta investigación las relaciones establecidas por Nieto et al. (2009):

- Razonamiento verbal - análisis de argumento.
- Toma de decisiones y habilidades para resolver problemas (incertidumbre y probabilidad).
- Comprobación de hipótesis.

Este test está compuesto de 8 situaciones, que plantean un doble formato de preguntas: una abierta y una cerrada, los valores asignados a las respuestas de las diferentes situaciones para su análisis fueron tomados y modificados de Nieto et al. (2009) de la investigación: *Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES-Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas*; los criterios para la calificación son los siguientes para la parte abierta:

Cuando el estudiante ofrece la respuesta correcta se le asignan dos (2) puntos, cuando da una respuesta que se aproxima pero que no se afirma de forma explícita, es decir, que responde algo pero de forma menos “técnica”, entonces se le asigna un (1) punto y cuando responde incorrectamente se le asigna un cero como puntaje (0). En la parte cerrada se le pide al sujeto que elija la alternativa o las alternativas que considere correctas, si su selección es correcta se le asigna como puntaje máximo uno (1), de lo contrario su puntaje es de cero (0).

De acuerdo a lo anterior, se plantea una tabla donde a partir de los datos obtenidos se clasifico el nivel en el cual se encuentra la habilidad de pensamiento crítico:

Tabla 10: Niveles de las Habilidades del Pensamiento Crítico.

NIVEL	VALORES	INTERPRETACIÓN
1	0-1	Valor bajo o no presentan este tipo habilidad.
2	1-2	Comprende la situación, pero no lo logra identificar lo propuesto con argumentos y razonamientos que justifique sus respuestas.
3	≥2	Logra emitir algunos conceptos, que se relacionan con las situaciones planteadas, pero no emite justificaciones que logren persuadir acerca de lo preguntado.
4	=3	Realiza procesos de pensamiento que logra articular con la situación planteada, justificando adecuadamente el porqué de sus respuestas, argumentando desde diferentes posiciones, y finalmente dando posibles soluciones de acuerdo con sus posturas.

Valores dados a las respuestas para las preguntas tanto cerradas como abiertas, para las afirmaciones que pretendían medir la habilidad de comprobación de hipótesis.

Tabla 11: Valores para la habilidad de comprobación de hipótesis.

HABILIDAD (UNO): COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS (PREGUNTAS 1 Y 2)		
Parte 1 ABIERTA	Parte 2 CERRADA	
	1	2
0 Puntos: Respuesta irrelevante. Ej: fumar es malo, perjudica la salud.	a. 0	1. 0.1666
1 Puntos: Se señala que un tercer factor podría ser importante pero no necesario.	b. 1	2. 0.1666
2 puntos: Variables correlacionales pero señalando que la correlación no implica causalidad.	c. 0	3. 0.1666
	d. 0.	4. 0.1666
		5. 0.1666
		6. 0.1666

Tabla 12: Valores para la habilidad de análisis de argumentación y razonamiento verbal.

HABILIDAD (DOS): ANÁLISIS DE ARGUMENTACIÓN Y RAZONAMIENTO VERBAL (4,5,6)			
Parte 1 ABIERTA	Parte 2 CERRADAS		
	4	5	6
0 Puntos: Respuesta irrelevante. Ej: fumar es malo, perjudica la salud.	a. 0	a. 0.166	1. 0.143
1 Puntos: Se señala que un tercer factor podría ser importante pero no necesario.	b. 0	b. 0.166	2. 0.143
2 puntos: Variables correlacionales pero señalando que la correlación no implica causalidad.	c. 1	c. 0.166	3. 0.143
	d. 0	d. 0.166	4. 0.143
	e. 0	e. 0.166	5. 0.143
	f. 0	f. 0.166	6. 0.143
			7. 0.143

Tabla 13: Toma de decisiones y habilidades para resolver problemas.

HABILIDAD (TRES): TOMA DE DECISIONES Y HABILIDADES PARA RESOLVER PROBLEMAS (7,8,9)			
Parte 1 ABIERTA	Parte 2 CERRADA		
	7	8	9
0 Puntos: Respuesta irrelevante. Ej: fumar es malo, perjudica la salud.	a. 0	a.0	1.—6 (0.143)
1 Puntos: Se señala que un tercer factor podría ser importante pero no necesario.	b. 0	b.0	2.---7 (0.143)
2 puntos: Variables correlacionales pero señalando que la correlación no implica causalidad.	c. 0.5	c.1	3.--- 7(0.143)
	d. 0.5	d.0	4.--- 5(0.143)
	e. 0	e.0	5.----5(0.143)
			6.—1(0.143)
			7.---1(0.143)

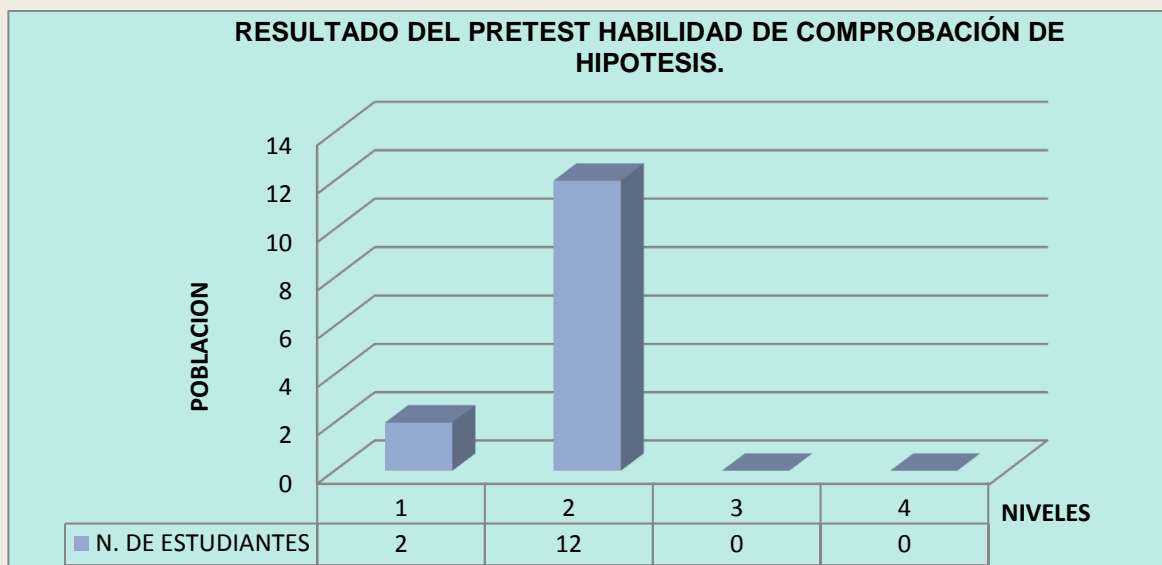
Haciendo uso de lo anterior, el Test de Halpern aplicado como pretest identifico la habilidad de comprobación de hipótesis y dio como resultado (Tabla 14) que de los 14 estudiantes participantes de la encuesta 2 están en un nivel 1 y 12 están en un nivel 2, de acuerdo esto se puede evidenciar que los futuros docentes de ciencias presentan dificultades para generar hipótesis donde se explique, prediga y formule posibles conclusiones, usando la información suministrada.

Tabla 14: Resultados de la habilidad uno.

HABILIDAD UNO	PUNTAJE ABIERTA (1)	PUNTAJE CERRADA (1)	VALOR TOTAL (1)	PUNTAJE ABIERTA (2)	PUNTAJE CERRADA (2)	VALOR TOTAL (2)	VALOR PROMEDIO
E1	1	1	2	0	0.664	0.664	1.332
E2	1	0	1	0	0.332	0.332	0.666
E3	1	0	1	1	1	2	1.5
E4	0	0	0	1	0.664	1.664	1.664
E5	0	1	1	1	0.499	1,499	1.249
E6	1	1	2	1	0.332	1.332	1.666
E7	0	1	1	1	1	2	1.5
E8	1	1	2	1	0.664	1.664	1.832

E9	0	0	0	1	0.664	1.664	1.664
E10	0	0	0	1	1	2	1
E11	0	1	1	0	0.664	0.664	0.832
E12	1	1	2	0	0.332	0.332	1.166
E13	1	1	2	0	0.332	0.332	1.166
E14	1	0	1	1	1	2	1.5

Grafica 1: resultados de la habilidad de comprobación de hipótesis.

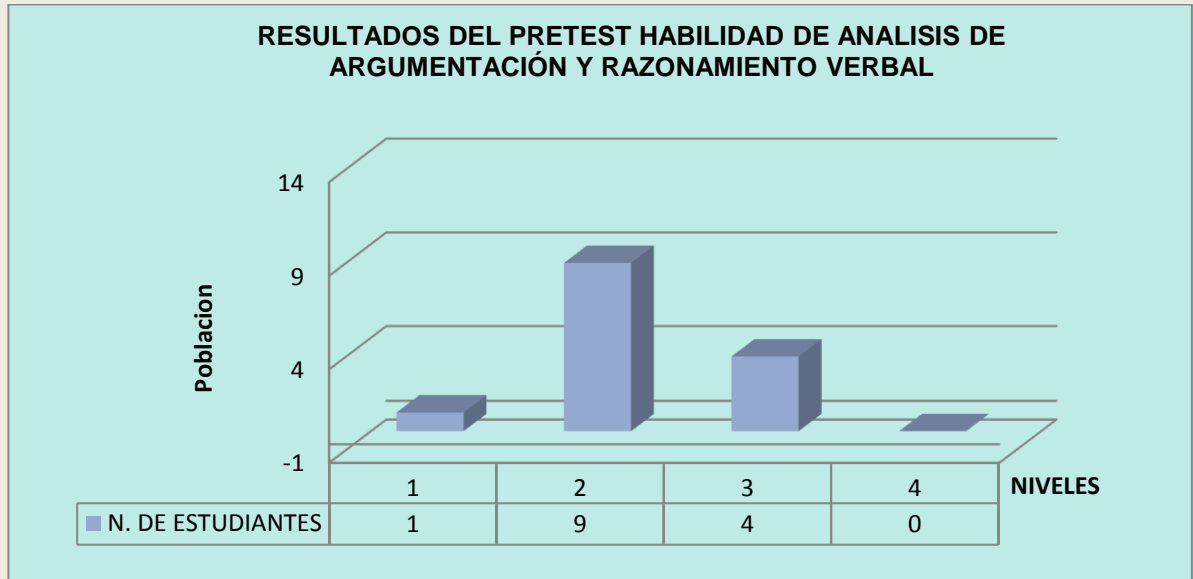


Para la habilidad de Análisis de argumentación y razonamiento verbal, se evidencia dentro de la Tabla 15 que 9 estudiantes se encuentran en el nivel 2 donde logran interpretar la situación pero no articularla y justificarla con argumentos concretos, que generen conclusiones, 4 estudiantes se encontraron en el nivel 3, es decir, que logran proponer conceptos que relacionan su posición frente a la situación planteada, sin embargo no argumentan acerca de lo preguntado, por ultimo uno de los estudiantes se encontró en el nivel 1 donde el estudiante presenta dificultades para relacionar la situación planteada e interpretarla, por lo cual se puede afirmar que no posee esta habilidad o su desarrollo dentro de su formación académica es mínima.

Tabla 15: Resultados de la Habilidad Dos.

HABILIDAD DOS	PUNTAJE ABIERTA (1)	PUNTAJE CERRADA (1)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (2)	PUNTAJE CERRADA (2)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (3)	PUNTAJE CERRADA (3)	VALOR TOTAL	VALOR PROMEDIO.
E1	2	1	3	1	0.83	1.83	1	0.715	1.715	2.18
E2	1	0	1	2	0.332	2.332	2	0.858	2.858	2.063
E3	1	0	1	1	0.498	1.498	0	0,286	0.286	0.929
E4	0	1	1	1	1	2	1	0.286	1.286	1.429
E5	0	0	0	1	0.833	1.833	1	0.715	1.715	1.182
E6	1	1	2	1	0.498	1.498	1	0.858	1.858	1.785
E7	0	1	1	0	0.332	0.332	2	0.858	2.858	1.396
E8	1	0	1	2	1	3	0	0.286	0.286	1.429
E9	0	0	0	2	0.833	2.833	0	0.858	0.858	1.230
E10	1	0	1	1	0.666	1.666	1	0.715	1.715	1.460
E11	1	1	2	0	1	1	1	0.286	1.286	1.429
E12	1	1	2	2	0.833	2.833	2	0.286	2.286	2.373
E13	2	1	3	1	0.332	1.332	1	0.715	1.715	2.016
E14	2	0	2	2	1	3	0	0.715	0.715	1.905

Grafica 2: resultados de la habilidad análisis de argumentación y razonamiento verbal.

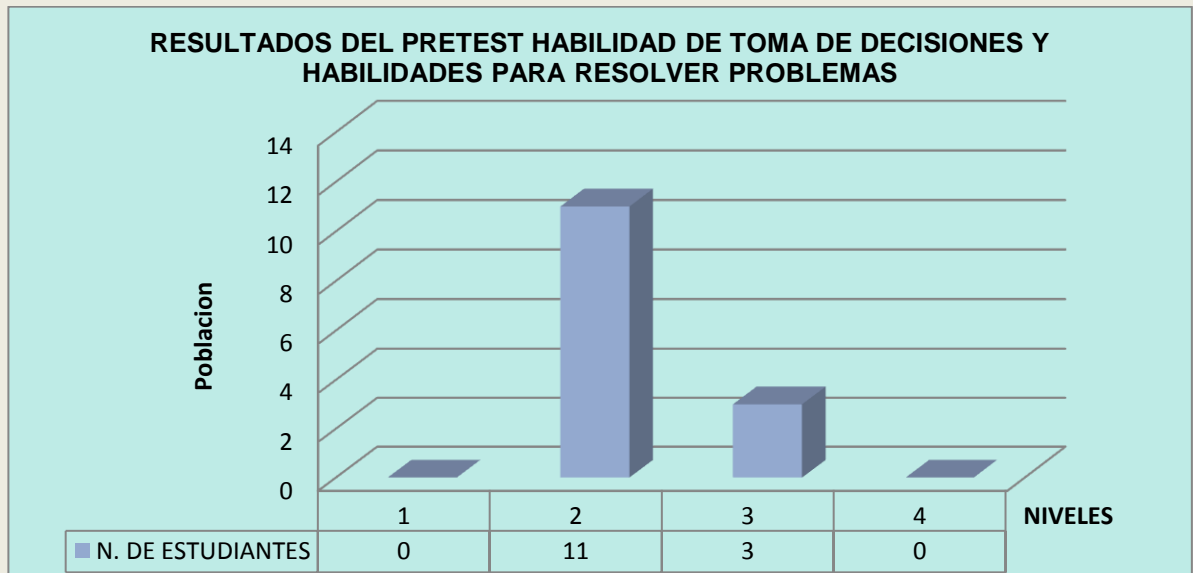


Dentro de la habilidad de toma de decisiones y habilidades para resolver problemas, se tuvo como resultado que 11 estudiantes se encuentran en el nivel 2, donde se puede afirmar que logran identificar un problema sin embargo no lo interpretan, además no utilizan criterios claros para calificar entre las alternativas propuestas, 3 estudiantes se encuentran en el nivel 3 que logran identificar el problema, emitiendo algunas concepciones que se relacionan con lo planteado, sin embargo no logra argumentar y justificar para finalmente dar soluciones al problema de acuerdo a su postura.

Tabla 16: Resultados de la Habilidad tres.

HABILIDAD TRES	PUNTAJE ABIERTA (1)	PUNTAJE CERRADA(1)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (2)	PUNTAJE CERRADA(2)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (3)	PUNTAJE CERRADA (3)	VALOR TOTAL	VALOR PROMEDIO.
E1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2
E2	2	0	2	1	1	2	2	1	3	2.33
E3	1	0	1	1	1	2	0	0.143	2.143	1.71
E4	1	0.5	1.5	0	1	1	1	1	2	1.5
E5	1	0.5	1.5	0	1	1	1	1	2	1.5
E6	1	0.5	1.5	1	1	2	1	0.286	1.286	1.59
E7	0	0.5	0.5	1	0	1	2	0.572	2.572	1.35
E8	2	0.5	2.5	1	0	1	0	0.572	0.572	1.36
E9	2	0.5	2.5	2	1	3	0	1	1	2.17
E10	1	1	2	1	1	2	1	0.858	1.858	1.95
E11	0	0.5	0.5	2	1	3	1	0.286	1.286	1.59
E12	2	1	3	1	1	2	2	1	3	2.66
E13	1	1	2	0	1	1	1	0.572	1.572	1.52
E14	2	0.5	2.5	0	1	1	0	1	1	1.5

Grafica 3: resultado de la habilidad de toma de decisiones y habilidades para resolver problemas.



7.2. Aplicación de la Secuencia Didáctica.

La secuencia didáctica “*Río Salitre: Aguas residuales una cuestión sociocientífica*” fue diseñada y aplicada desde el objetivo de fortalecer el pensamiento crítico, a partir de potencializar las diferentes habilidades planteadas por Halpern haciendo uso de controversias generadas por la contaminación de fuentes hídricas de tipo superficial. Siendo este el caso del río Salitre, el cual se escogió como estudio de análisis y como herramienta didáctica por ser el único río de Bogotá en el que se vierten solo aguas residuales de tipo doméstico, es decir, que su contaminación principal es proveniente de materia orgánica, siendo posible por esto analizar la demanda química de oxígeno y la demanda bioquímica de oxígeno como procesos de oxidación de materia orgánica. Además de lo anterior, se utilizó el río Salitre por ser en Bogotá el único río que tiene tratamiento de tipo primario antes de desembocar al río Bogotá.

Es por esto que dentro de la SD se desarrollaron diversas actividades obteniendo los siguientes resultados:

Para comenzar la SD, se plantea dentro de la EI la A1, *Lee, Analiza y Propone*, donde se da a conocer la lectura “*El Acueducto señaló que tiene programado hacer la limpieza y mantenimiento de otros canales*” de Vanesa Castro, para contextualizar a los estudiantes con la contaminación y las intervenciones del río Salitre que son expuestas dentro del artículo:

“La limpieza de los canales era una petición unánime de los vecinos de estas rondas ya que el olor putrefacto, las toneladas de basura y sedimento, roedores e insectos era el panorama que tenían al pasar por allí o abrir sus ventanas”.

“A la fecha se ha realizado la limpieza de 9 mil metros del Salitre y 4 mil del Juan Amarillo en las que se han extraído 16 mil metros cúbicos de lodo y cerca de 2 mil metros cúbicos de basura”.

Los estudiantes, por medio de grupos de trabajo, reconocieron la idea principal del artículo, al mencionar:

GT1:

- *“La idea principal del artículo es la contaminación del cauce río Salitre y las acciones del Acueducto y la Comunidad para descontaminarlo”*

Por otro lado, los estudiantes identificaron las implicaciones que tiene la contaminación a nivel ambiental, social, salud, políticos y económicos, planteando:

Tabla 17: aporte de los estudiantes sobre las implicaciones de la contaminación del río salitre.

IMPLICACIÓN	APORTE
Ambiental	GT4: <i>“Acumulación de basuras y olores putrefactos”.</i> GT6: <i>“Perdida del cauce del río y eliminación de especies”.</i>

Social	<p>GT1: <i>“Incomodidad de la comunidad con los olores, las basuras, los insectos y el mal aspecto del río”.</i></p> <p>GT2: <i>“Contaminación por parte de la comunidad”.</i></p> <p>GT7: <i>“La falta de educación genera desconocimiento frente a la problemática de la contaminación del río”.</i></p>
Salud	<p>GT4: <i>“Posible propagación de enfermedades gracias a insectos y basuras”.</i></p> <p>GT7: <i>“La mala condición del cauce del río genera problemas a nivel respiratorio por malos olores, irritación en la piel por plagas que transportan enfermedades como roedores e insectos”.</i></p>
Políticos	<p>GT3: <i>“Las normas no son rigurosas, respeto al mantenimiento (saneamiento) del río”.</i></p> <p>GT7: <i>“Las políticas actuales están dirigidas a la explotación de recursos más bien que a su conservación”.</i></p>
Económicos	<p>GT2: <i>“Inversiones gubernamentales para mantenimiento, saneamiento y recuperación”.</i></p>

Con las IE de los diferentes grupos de trabajo se puede evidenciar que los estudiantes además de lo mencionado en el artículo, tienen una postura por concepciones previas y éticas – morales frente a las diversas implicaciones, un ejemplo de ello es la implicación social, ya que se observa que grupos de trabajo ven a la sociedad como los afectados por las aguas residuales más no como los que promueven la degradación de fuentes hídricas por descargas directas de contaminantes como si lo evidencian otros estudiantes, planteando la falta de educación ambiental como el principal inconveniente para disminuir la contaminación. Por otro lado, se evidencia que grupos de trabajo tienen desconocimiento de políticas que protegen y manejan las fuentes hídricas.

Además, de lo anterior se le pidió a los estudiantes que propusieran otra posible intervención frente al río Arzobispo, Salitre o Juan Amarillo, donde se destaca el consenso en las respuestas de los grupos formados, al proponer campañas de

concientización a la población por medio de divulgaciones, iniciando en las instituciones educativas promoviendo el conocimiento científico en cuanto a la problemática de las aguas.

La A1 se continuó con la ejecución de juegos de roles, conformando 5 grupos de trabajos a los que se les asignó un aspecto (social, político, económico, salud y ambiental) a defender, a partir de las controversias que se desarrollaron teniendo en cuenta la CSC. Donde el grupo argumentaba su postura de forma oral, con el objetivo de que fortalecieran de forma grupal el razonamiento verbal.

Controversia 1:

Fuentes hídricas para agua potable o para agua residual.

Tabla 18: resultado del juego de roles de la controversia 1 de la CSC

ASPECTO	APORTE (TA1)
Ambiental	GT1: <i>“Somos ciudadanos y pues la idea es utilizar el agua para uso común, entonces utilizamos fuentes hídricas para agua potable. Esto en función de que, pues si hablamos de aspectos ambientales la idea es la renovación y el saneamiento del agua como el río salitre, que es la problemática que abordamos. Entonces nosotros colocamos, para agua potable porque las fuentes hídricas no deber ser utilizadas para descargar aguas residuales domesticas e industriales. El agua debe convertirse como bien común y no como recurso mercantil, en donde se utilice como un bien sea necesariamente para consumo humano, riego agrícola, reforestación de zonas entre otras”.</i>
Social	GT2: <i>“Siempre se ha considerado que para el desarrollo de polis o ciudades, es necesario canalizar este tipo de residuos ya que estos residuos no permiten el crecimiento social, por los olores, por la higiene o por el saneamiento,</i>

	<i>por lo cual el hombre ha buscado es dirigir esos residuos hacia las fuentes hídricas o fuera de la ciudad, de alguna forma las aguas residuales han permitido el desarrollo de las ciudades. Por lo que consideramos que el vertimiento de aguas residuales a fuentes hídricas es necesario, así después toque hacerle tratamiento”.</i>
Salud	<i>GT3: “Pues dijimos que las fuentes hídricas para consumo, es decir, para agua potable, pues básicamente lo fundamentamos por que el cuerpo está constituido por agua en un 70% y es vital el agua, como para nosotros, las plantas y los animales”.</i>
Político	<i>GT4: “Políticamente hablando consideramos que lo más viable es que el uso de las fuentes hídricas sean para el vertimiento de aguas residuales, pero condiciones, con normatividades específicas implementado leyes y normas que regulen la carga contaminante, desplazando sectores industriales a las periferias y que posean plantas de tratamiento individuales. También una reorganización del POT, como bien saben Bogotá es una ciudad que creció desorganizada y esto género que tanto los sectores industriales como los sectores domésticos se mezclara, entonces hacer una reorganización” y por ultimo consideramos que el aspecto político y el aspecto económico van completamente ligados, entonces también creemos que debe hacerse la creación de impuestos a las empresas que mayor productos contaminantes generen, para la producción de PTAR Y PTAP”.</i>
Económico	<i>GT5: “Se busca lo más viable y barato, por ende desde ese punto de vista lo más viable económicamente es utilizar las fuentes hídricas para agua residual, que es lo que actualmente se hace con la tasa retributiva”.</i>

Controversia 2:

Pagar por contaminar o pagar por descontaminar y sin mitigar el impacto ambiental.

Tabla 19: resultado del juego de roles de la controversia 2 de la CSC.

ASPECTO	APORTE TRANSCRITO
Ambiental	GT1: <i>“Ninguno de los 2 aspectos favorece al aspecto ambiental, primero porque si se está pagando una tasa que igual forma va a conducir al agua sucia a una descarga al río, siendo solo un bien para los ciudadanos, por otro lado, se asevera que se paga sin que se descontamine. Entonces de ninguna forma el ambiente se favorece”</i> .
Social	GT2: <i>“Pagar para descontaminar, sería lo ideal desde lo social ya que mitigaría gradualmente la contaminación... Pero se paga menos por contaminar que por descontaminar, desde lo social se puede ver desde la calidad de vida, ya que hay costos que la comunidad no puede suplir”</i> .
Salud	GT3: <i>“Se debería pagar por descontaminar pues beneficia la calidad de vida, así aumente la tasa retributiva, logrando a futuro el consumo para agua potable y así ayudar a las regiones de Colombia como el Aracataca que no cuentan con este derecho fundamental”</i> .
Político	GT4: <i>“Consideramos el pago de la tasa retributiva, es decir, pagar por contaminar, para como ciudadanos poder verter las aguas residuales en la fuente hídricas”</i> .
Económico	GT5: <i>“La decisión de pagar por contaminar o pagar por descontaminar compete a la empresa, en este caso el Acueducto, que evalúa desde lo económico que es lo más barato que asegure el mayor porcentaje para la empresa, es decir, pagar por contaminar”</i> .

Después de contextualizar a los estudiantes con aspectos geográficos y con problemáticas que aborda el río Salitre, se procedió con la ED, con el fin de que en esta etapa los estudiantes fortalecieran habilidades como la elaboración y comprobación de hipótesis, la argumentación, la resolución de problemas y la toma de decisiones, articulando la problemática del río y los conceptos científicos (Demanda química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno) del microcurrículo del énfasis de aguas II. Para lograrlo se inició con la interpretación de una analogía tomada de la *Guía Conceptual de la PTAR el Salitre* donde se

ejemplifica el consumo del oxígeno dentro del río a través de una situación cotidiana.

Analogía:

Alguna vez nos viéramos encerrados en un Transmilenio, en hora pico, sin posibilidades de abrir las ventanas o activar los ventiladores, el oxígeno presente en el aire del interior sería consumido por todos nosotros en cuestión de minutos, lo que haría imposible la existencia de vida aerobia (es decir, que requiere oxígeno para su metabolismo) al interior del bus.

Al pedirles a los estudiantes que entendían con dicha analogía y que relación se podía dar con los ríos, se encontraron como resultado:

E3:

“Las aguas residuales al igual que nosotros, requiere de ventilación y aireación para mantener unos niveles adecuados de oxígeno, si no existe movimiento de dicha agua, el oxígeno presente en el agua se va agotando y sucede lo mismo que el enunciado anterior, imposibilidad de existencia de seres aeróbicos”.

E8:

“En las aguas residuales de tipo doméstico o industrial, se encuentra bajas concentraciones de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, debido a que el nivel de materia orgánica es el elevado, logrando así concentraciones superiores a lo establecido que pueden ser peligrosos para la vida acuática. El oxígeno disuelto adecuado se necesita para una buena calidad de agua, además es un elemento necesario para todas las formas de vida aeróbicas. Como se relaciona en la analogía es que es necesario activar ventiladores para introducir oxígeno por movimiento, así como el agua debe estar en movimiento para aumentar su oxígeno”.

E10:

- *“Es lo mismo que sucede en el agua residual, por el aumento de grasas, solidos, microorganismos, metales pesados, entre otros disminuyendo la oxigenación del agua, ocasionando que la vida acuática (peces y plantas) consuma el oxígeno que aún hay, cuando esto sucede la existencia de vida aerobia al igual que el Transmilenio deja de existir. Es por ello que en las aguas residuales solo hay suciedad, contaminación y muerte”.*

Con las respuestas de los estudiantes se dió inicio a los temas Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno, donde se dio a conocer los diferentes métodos de medición. Sugiriendo a los estudiantes que planteen una hipótesis de otra metodología de como determinar la presencia o ausencia de oxígeno en fuentes hídricas. Obteniéndose las siguientes respuestas:

E7:

- *“Otra forma de identificar la presencia de oxígeno disuelto en aguas es la presencia de animales como peces y anfibios ya que necesitan este gas para vivir”.*

E11:

- *“En caso de no estar en el lugar y no poder mirar las condiciones, yo pienso que se puede medir por medio de cromatografía acoplada a masas, determinando la presencia de O₂”.*

Con lo anterior, se observa que los estudiantes pueden generar hipótesis de cómo medir el oxígeno del agua de forma *in situ*, a partir de las condiciones físico – químicas que puedan observar ellos en la fuente hídrica de forma directa como lo es la existencia de la vida acuática. Además, se generó una hipótesis por parte de un estudiante acerca de la medición de forma experimental teniendo en cuenta los conocimientos previos que ha adquirido durante su carrera.

Continuando con la ED y articulando los métodos de medición previamente explicados, se realiza una práctica experimental como A2 con muestras de aguas residuales de los diferentes tramos, dando inicio con la interpretación de los datos de DBO y DQO de la lectura *El problema del Río Salitre*, siendo una adaptación de la noticia *El problema del Río Bogotá* de Alfonso Pérez Preciado, para realizar una aproximación de los datos obtenidos de forma experimental con el impacto ambiental, generando consigo una hipótesis del tramo analizado a partir de las referencias dadas dentro del artículo.

Interpretación de la lectura:

Teniendo en cuenta lo mencionado en la lectura anterior, argumente cual tramo de la fuente hídrica presenta mejor calidad y mencione las posibles causas del deterioro de las otras, destacando la importancia de la medición de parámetros como DBO₅ Y DQO.

E1:

“El mejor tramo en cuenta los resultados expuestos en la lectura es el primer tramo en el nacimiento parque nacional, comparado con los demás debido a que presenta gran cantidad de oxígeno disuelto (8.3 mg/L) siendo posible la existencia de vida acuática y bajas concentraciones de materia orgánica. Su deterioro puede ser causa de diferentes contaminantes domésticas o industriales, principalmente domésticas como materia fecal, lavado de loza, etc... Donde se evidencia que el tramo 3 y 4 son los más afectados”.

E13:

“El tramo de mejor calidad del agua es el número 1, por poseer niveles de oxígeno disuelto alto y DBO, DQO Y SST bajos, en este tramo el agua puede ser consumida (potable) con un tratamiento básico por parte del acueducto; mientras los demás tramos contiene niveles de

contaminación altas, debido al vertimiento de aguas residuales domésticas y de algunas instituciones educativas”.

La A2 se finalizó con la elaboración de una noticia ficticia (Anexo 5) , donde se relacionara el análisis experimental realizado en el laboratorio con las muestras de agua residual del río Salitre, suministradas por el grupo de investigadores, con el fin de que a partir de la lectura previa *“El problema del río el Salitre”* modificado de: Alfonso Pérez, se identificara el tramo al cual correspondía; de acuerdo a los resultados obtenidos se evidencia que dos de los tres grupos lograron identificar el tramo, estos grupos realizaron aproximaciones de nuevas hipótesis con base en las propiedades físicas (color, olor, sólidos) visualizadas en el laboratorio, lo que les proporcionaba un acercamiento sobre cuál era el tramo a identificar.

Según Halpern (2012) *“la habilidad de comprobación de hipótesis tiene como fundamento visualizar al individuo como científico intuitivo que debe explicar, predecir y controlar situaciones que se pueden considerar de su vida cotidiana”*, teniendo en cuenta lo afirmado, se confirma que con los resultados obtenidos, los estudiantes de dos grupos utilizaron adecuadamente este tipo de habilidad ya que relacionan la información suministrada a lo largo de la investigación, finalmente lograron no solo generar la hipótesis, sino comprobarla gracias a los datos que obtuvieron en la práctica experimental donde determinaron la DBO₅ y DQO valores que variarían de acuerdo al tramo y por ende a su grado de contaminación, que está relacionado con los diferentes ejes propuestos en la secuencia didáctica.

Por otro lado el grupo que no cumplió con el objetivo propuesto, evidenció una deficiencia en el análisis realizado ya que no lograron relacionar las variables experimentales, con el fundamento teórico que daba la lectura, posiblemente por errores de tipo experimental ya que los resultados que obtuvieron fueron diferentes a los esperados para ese tramo específico, lo que conllevó a un análisis erróneo de la situación planteada, por lo cual se podría considerar que los estudiantes pertenecientes a este grupo no desarrollaron la habilidad de comprobación de hipótesis como se esperaba.

Por último para finalizar la ED se desarrolló dentro la A3 la lectura denominada *“¿medio lleno o medio vacío?”* de Juliana Moreno Angulo, en donde se estipularon

una serie de preguntas con el fin de que los estudiantes por grupos de trabajo, identificaran las causas y las consecuencias que conllevan a la contaminación del agua, primordialmente del río Salitre, abordándolo desde diferentes perfiles (funcionario de protección del medio ambiente, representante de la industria, una madre, representante de amigos del planeta, un habitante de calle, un médico), comprendiendo las diferentes posiciones que pueden girar en torno a esta problemática ambiental, esto con el fin de contribuir al desarrollo de la habilidad de pensamiento crítico de toma de decisiones y resolución de problemas.

Al argumentar los estudiantes el porqué de dicha posición de cada uno de los personajes, se encontró como respuesta:

GT1:

- *“Los diferentes puntos de vista en torno a cada una de las posiciones giran de acuerdo a los argumentos que cada uno de los personajes considera correctos, para representar sus intereses.*

Así por ejemplo el funcionario del departamento de protección del medio ambiente, va estar interesado precisamente en el cuidado del agua en este caso específico, por lo tanto un valor que debería tener es el respeto por el medio ambiente, y la tolerancia frente a entidades contaminantes como las industrias, (etc) por el contrario el representante de la industria al estar al frente de sus propios intereses económicos va a velar más por medios de producción sin importar las consecuencias medioambientales que pueda tener para el planeta, por su parte como bien lo expresa el texto la madre preocupada está pendiente de su propio bienestar y el de su familia que por el cuidado del medio ambiente, además de sus propios intereses personales, el representante de amigos del planeta, está totalmente en desacuerdo y va en contra de las industrias ya que menciona su descuido total frente al tratamiento de los residuos que producen, y está convencido de la mitigación del problema a partir de la educación y concientización de las personas sobre el cuidado del agua como se menciona en el texto por ejemplo tratar de reutilizar el agua con la que se lavan los platos para limpiar otras cosas y hacer uso de las aguas lluvias para las cisternas, además de que menciona la ineficiencia por parte del gobierno en medidas correctivas a las industrias y empresas que generar contaminación, el

habitante de calle es un ser socialmente marginado que poco le interesa el cuidado del medio ambiente, y el medico a pesar de evidenciar las enfermedades que padecen sus pacientes y estar consiente que estas se generan por aumento de la contaminación del agua, parece ser un personaje indiferente a la situación del cuidado del medio ambiente, y simplemente da su opinión sobre que se debería tomar medidas preventivas para mitigar la contaminación ambiental”.

Continuando con la A3 se plantearon como preguntas las planteadas en la Tabla 19, con el fin de determinar la comprensión global del problema ambiental planteado en la lectura:

Tabla 20: solución de las preguntas orientadoras.

PREGUNTAS ORIENTADORAS	RESPUESTAS DE LOS GRUPOS DE TRABAJO
¿Qué es la contaminación del agua?	<p>GT2: <i>“Es la alteración de sus propiedades físico-químicas por la descarga de diferentes residuos contaminantes ya sean de tipo industrial como aceites, ACPM, grasas, residuos de pinturas, etc... o por residuos de tipo domestico es decir materia fecal y orina, además de la acumulación de residuos sólidos como basuras”.</i></p> <p>GT3: <i>“Se entiende como contaminación del agua a la actividad del ser humano que afecta dicho recurso convirtiéndola en impropia para el consumo y para la vida natural, así como se ve reflejado en las ríos mencionados en la lectura y como la mayor parte de esta contaminación es causada por la</i></p>

	<i>incidencia de las zonas industriales y los vertimientos de aguas residuales domesticas”</i>
¿Cuáles son las principales fuentes de contaminantes ambientales?	<p>GT3: “Según el texto las principales fuentes de contaminantes ambientales son en mayor proporción la industria y en menor medida la descarga de aguas domésticas, siendo estas las más importantes de la contaminación del río salitre”.</p> <p>GT1: “Existen varios responsables de dicha contaminación pero unos de los principales son las aguas residuales domesticas de uso diario, por otro lado tenemos los residuos industriales que son depositados diariamente en dichos ríos, otro aspecto importante de resaltar es que a medida que aumentaba el recorrido del río aumentaba la contaminación, por diferentes agentes, pero se pudo ver que estas aguas llevan gran cantidad de níquel, metal que es generado en ocasiones por el sector mecánico”.</p>
¿Cómo afecta la contaminación del agua a la vida humana?	<p>GT4: “Tomando como referencia la opinión del médico, son múltiples las consecuencias del consumo de agua contaminada en la salud, ya que puede producir diferentes enfermedades intestinales e intoxicaciones además de enfermedades respiratorias, de las personas que viven cerca de caños”.</p>
¿Cómo afecta la contaminación del agua al clima?	<p>GT3: Como bien sabemos el agua es un recurso natural no renovable, además ni plantas ni animales pueden vivir sin agua, y las personas</p>

	<p><i>se mueren antes si dejan de beber que si no comen. Es decir, tenemos que cuidar nuestras reservas de agua como lo que son, un tesoro preciado para la vida. Si las llenamos de contaminación y las hacemos inservibles para el consumo, estaremos causando un daño enorme al ecosistema y a nosotros mismos.</i></p>
<p>¿Qué soluciones se han recomendado para la contaminación del agua?</p>	<p><i>GT2: “En el texto se plantea que inicialmente todo tiene que comenzar desde la concientización de las personas acerca del cuidado del agua es decir desde la educación, otra posible solución podría ser la viabilidad del tratamiento de aguas y de residuos propios de cada empresa antes de verterlos a cualquiera de los ríos, que desembocan finalmente en el río Bogotá, y finalmente una solución un poco más subrealista es la reestructuración del alcantarillado en Bogotá ya que como se sabe este desemboca sus desagües directamente en el río salitre, lo que conlleva a la contaminación del mismo”.</i></p> <p><i>GT 1: “Algunas recomendaciones que realizan los investigadores, son básicas algunas de ellas se pueden hacer casa como lo son el no mezclar el agua con elementos químicos que puedan contaminar, como lo son el ACPM o la gasolina, tratar de reutilizar el agua con la que se lavan los platos para limpiar otro tipo de cosas, o simplemente hacer uso de</i></p>

	<i>las aguas lluvias para las cisternas”.</i>
¿Estas soluciones son viables? Comente sus ventajas y desventajas.	<i>GT2: “La educación es algo que más haya de ser viable se convierte en algo fundamental ya que a partir de ella es como se forman personas capaces de actuar y de pensar racionalmente en torno al cuidado de sus propios entornos, por otro lado el tratamiento propio de cada empresa es algo que ya se está implementando sin embargo sería aumentar el control por parte del gobierno y la reestructuración del alcantarillado en Bogotá sería algo casi que imposible porque sería prácticamente reconstruir la ciudad de nuevo y eso constituiría mucha inversión de dinero, en vez de esto ese dinero se podría implementar en la terminación de la PTAR el salitre, y la construcción de otra PTAR que trate el rio Fucha y el Tunjuelo respectivamente”.</i>

Continuando con la A3 se propuso que el estudiante asumiera el rol de un líder encargado de sintetizar los aspectos más importantes de la reunión, después de ubicarse con cada uno de los personajes, reúna la información necesaria para tomar parte activa y efectiva en la actividad, sintetizando en un texto lo que cree sería más importante para elaborar un documento formal dirigido hacia la alcaldía con el fin de tomar las medidas correspondientes frente a la problemática ambiental. Argumentando su respuesta:

A lo anterior los grupos de trabajo contestaron lo siguiente:

GT2:

“Para poder reunir los aspectos más relevantes de la reunión tomaríamos como referencia principal los aportes del representante de amigos del planeta y del funcionario de protección del medio ambiente, ya que consideramos que con los niveles de contaminación que se exponen en el artículo y lo que nosotros desde nuestra posición percibimos en la realidad es fundamental tomar medidas preventivas que contribuyan al saneamiento de las fuentes hídricas de la ciudad, por lo tanto estamos totalmente de acuerdo con los planteamientos de estos dos personajes”.

GT3:

“Consideramos que las opiniones de todos los personajes son importantes ya que todos como parte de una sociedad activa se ven involucrados por lo que pase con su ciudad y aunque no estemos totalmente de acuerdo con todas las opiniones expresadas por ellos, se considera la necesidad de una educación global para todos que tenga como objetivo concientizar sobre la importancia del cuidado del agua para futuras generaciones, además de medidas preventivas para evitar su mal uso, finalmente consideramos la pertinencia de realizar políticas nuevas que protejan de una forma más radical el agua en la ciudad”.

GT4:

“Si el documento debe ir dirigido a la alcaldía, no se debería tener en cuenta la opinión del habitante de calle, ni de la madre ya que como lo referencia el texto son personajes que no les importa el cuidado del medio ambiente, y por lo tanto no tendrían interés en tomar medidas correctivas a la problemática, nos centraríamos más en los demás personajes ya que sus argumentos son más válidos para referenciarlos en un documento de dicha índole”.

En la primera parte de la A3 (Lectura: ¿Medio Lleno o Medio Vacío?) se evidenció que los estudiantes se posicionaron desde varios perfiles de acuerdo a la

problemática planteada en la lectura, estableciendo argumentos que no se basan solamente en su opinión personal sino que los respaldan con los conocimientos previos que poseen y los adquiridos a través del desarrollo de la secuencia didáctica; además lograron articular las diferentes habilidades que componen el pensamiento crítico.

En la segunda parte de A3 con base en las respuestas obtenidas de las preguntas orientadoras, se puede considerar que los estudiantes identificaron de manera asertiva el problema que se les daba en la lectura, y lo analizaron desde diferentes puntos de vista; además de acuerdo a la habilidad de resolución de problemas los estudiantes visualizaron diferentes soluciones que darían a la problemática ambiental del río salitre, con lo cual podemos afirmar que hicieron un uso adecuado de esta habilidad.

Finalmente para concluir la A3, con las respuestas de los diferentes grupos al asumir el rol de un líder, se analizó que para poder hacer uso de la habilidad de toma de decisiones los estudiantes tuvieron que comprender cuál era el problema general planteado en la lectura, además tuvieron que analizar las diferentes posturas de los personajes implicados con el objetivo de justificar cuál de esas opiniones era la más válida para tomar una decisión final que conllevara a la solución de problemas.

Para culminar la SD, se realizó como A4 un tablero vivo, es decir, los estudiantes tuvieron la oportunidad de visualizar los problemas que giran alrededor del río Salitre por medio de un recorrido guiado por la Secretaria Distrital de Ambiente y por funcionarios de la empresa Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá dentro de la PTAR el Salitre. Solicitando como producto final de la SD a los estudiantes que en la A4 realizaran un registro fotográfico del recorrido por el río salitre, donde se pudiera evidenciar el deterioro que sufre esta fuente hídrica a medida que atraviesa la zona norte de la ciudad de Bogotá, el cual utilizaran como referencia para establecer una controversia que consideraran relevante en el recorrido y de esta manera determinar los diferentes ejes que la componen. Un ejemplo de lo anterior es:

E 13:

“Rio de Todos o Rio de Nadie: La controversia es con base a lo planteado por el guía de la Secretaria de Ambiente frente al tratamiento del rio salitre donde se sustentaba que una problemática fundamental es que el rio el salitre cruza por diferentes localidades, y cada localidad argumenta que los recursos para tratarlo deben sacarlos las otras localidad pero igual el rio sigue sin realizársele un tratamiento optimo y ninguna localidad asume esta responsabilidad, sabiendo que el tratamiento del rio debería ser una problemática primordial a tratar ya que a partir de este se generan diferentes problemáticos ejemplo: si, no se asegura que la gente no deseche la basura directamente en el rio probablemente se sufrirá a un futuro de epidemias producto de la acumulación de basura, o también de aumento de la población de roedores, son múltiples las consecuencias que se pueden generar por no tratar adecuadamente las aguas residuales”.

Los resultados obtenidos evidencian que los estudiantes formularon la controversia, con base en todos los ejes establecidos; a partir de lo anterior, la controversia más relevante fue la denominada: “RIO DE TODOS O RIO DE NADIE” que logro relacionar de una manera completa las problemáticas evidenciadas en el rio salitre, esta controversia se justifica a partir de los ejes políticos y económicos principalmente, sin embargo al momento de la argumentación verbal los estudiantes relacionaron los diferentes ejes que componen una cuestión sociocientífica, utilizando las diferentes habilidades del pensamiento crítico como los son: argumentación, formulación de hipótesis, resolución de problemas.

7.3. Test de Halpern como Postest.

Para determinar si la secuencia didáctica fortaleció las habilidades que componen el pensamiento crítico se implementó el Test de Halpern como Postest y la *t student* con una cola, como estadística que permite identificar si hay un cambio significativo entre el pretest y postest ($p < 0.005$) después de la implementación de la estrategia didáctica.

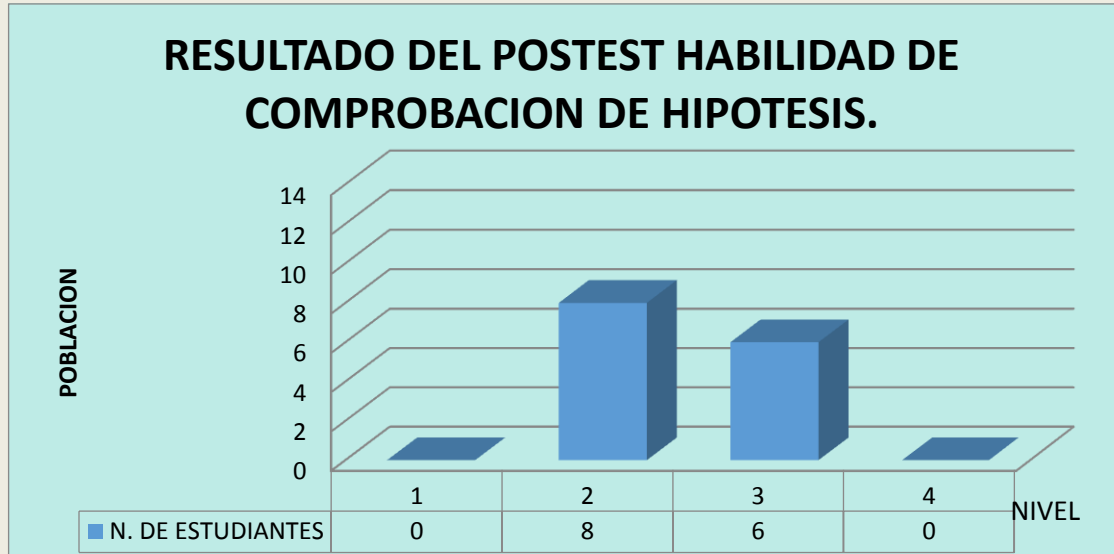
Es importante mencionar, que el test de Halpern implementado como postest es el mismo del Pretest, con el cual se identificó el desarrollo del pensamiento crítico de los profesores en formación inicial. Con este postest se encontró que:

Tabla 21: Resultados del Postest de la Habilidad Uno

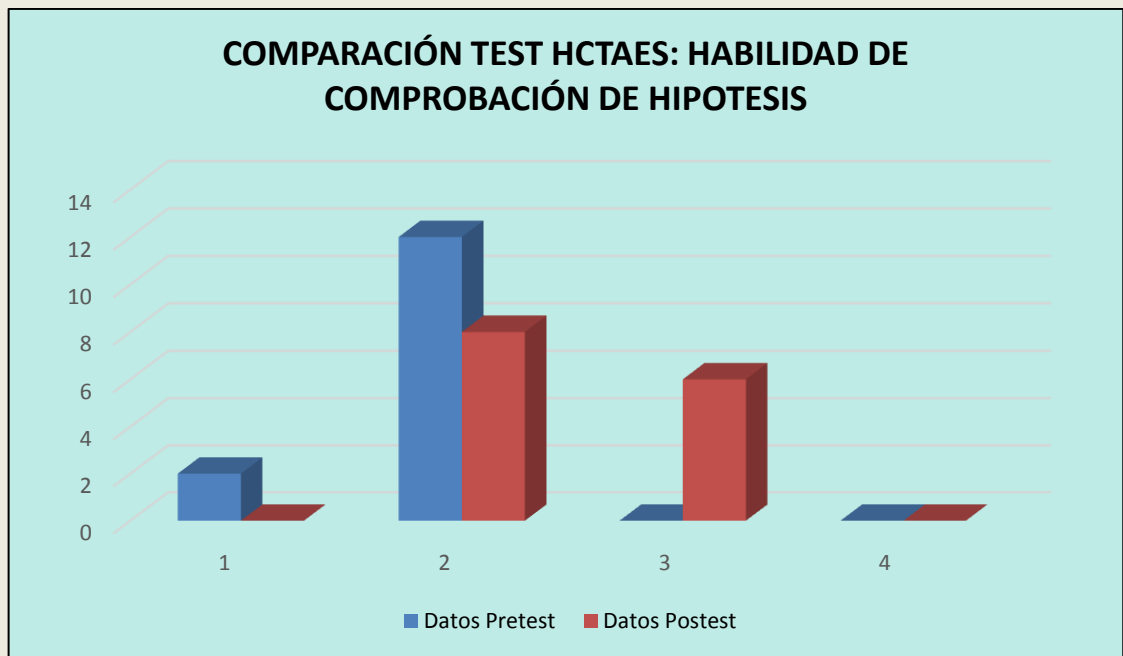
HABILIDAD UNO	PUNTAJE ABIERTA (1)	PUNTAJE CERRADA (1)	VALOR TOTAL (1)	PUNTAJE ABIERTA (2)	PUNTAJE CERRADA (2)	VALOR TOTAL (2)	VALOR PROMEDIO
E1	2	1	3	1	0.664	1.664	2.332
E2	1	1	2	2	0.664	2.664	1.332
E3	1	0	1	1	1	2	1.5
E4	1	1	1	1	0.833	1.833	1.416
E5	1	1	2	2	0.664	2.664	2.332
E6	1	1	2	1	0.664	1.664	1.832
E7	2	0	2	2	0.664	2,664	2.332
E8	2	1	3	2	0.664	2.664	2.832
E9	1	1	2	1	0.664	1.664	1.832
E10	2	0	2	1	1	2	2
E11	2	1	3	1	0.664	1.664	2.332
E12	1	1	2	2	0.498	2.498	2.249
E13	2	1	3	0	0.664	0.664	1.832
E14	1	1	2	1	1	2	2

Según los resultados obtenidos recopilados en la Tabla 21 se observó que el grupo participante, aumento el nivel de la habilidad de comprobación de hipótesis en el que se encontraban, con respecto al pretest aplicado al inicio de la investigación; siendo esto justificado por la diferencia significativa identificada por la *t student* ($p = 0.000108$) y evidenciado en el aumento de estudiantes por cada nivel, de acuerdo a esto 6 estudiantes se posicionaron en un nivel 3 llegando a un nivel donde inicialmente no se encontraba ninguno ya que no lograban justificar y argumentar su posición frente a lo preguntado, además los resultados demuestran que hubo aumento en la cantidad de estudiantes que se encuentran en un nivel 2 con respecto al pretest aplicado.

Grafica 4: Resultados de la Habilidad de Comprobación de Hipótesis.



Grafica 5: Comparación de los Resultados del Pretest y Postest HCTAES para la Habilidad de Comprobación de Hipótesis.



La grafica 5 muestra la comparación de los resultados obtenidos por el test de Halpern aplicado antes y después de la implementación de la secuencia didáctica centrada en una CSC, demostrando que los niveles donde se encontraban los profesores en formación inicial aumentaron con la estrategia aplicada; sin embargo se puede evidenciar que si bien se superó el nivel más bajo, ninguno ha logrado el nivel más alto con respecto a la habilidad de comprobación de hipótesis.

La habilidad de comprobación de hipótesis es de gran importancia en los profesores de ciencias ya que está según Halpern (2012) “El fundamento de esta categoría, es visualizar al individuo como científico intuitivo que debe explicar, predecir y controlar situaciones que se consideran de su vida cotidiana”, de acuerdo a esto esta habilidad debería ser una de las que más desarrollada se supone que deberían tener los profesores en ciencias, ya que son ellos los que aproximan los conocimientos científicos en las aulas, haciendo uso de diferentes estrategias didácticas, siendo una habilidad que dentro de la investigación de Fuentes (2013) se fortaleció con la aplicación de un instrumento didáctico corroborando los resultados de esta investigación.

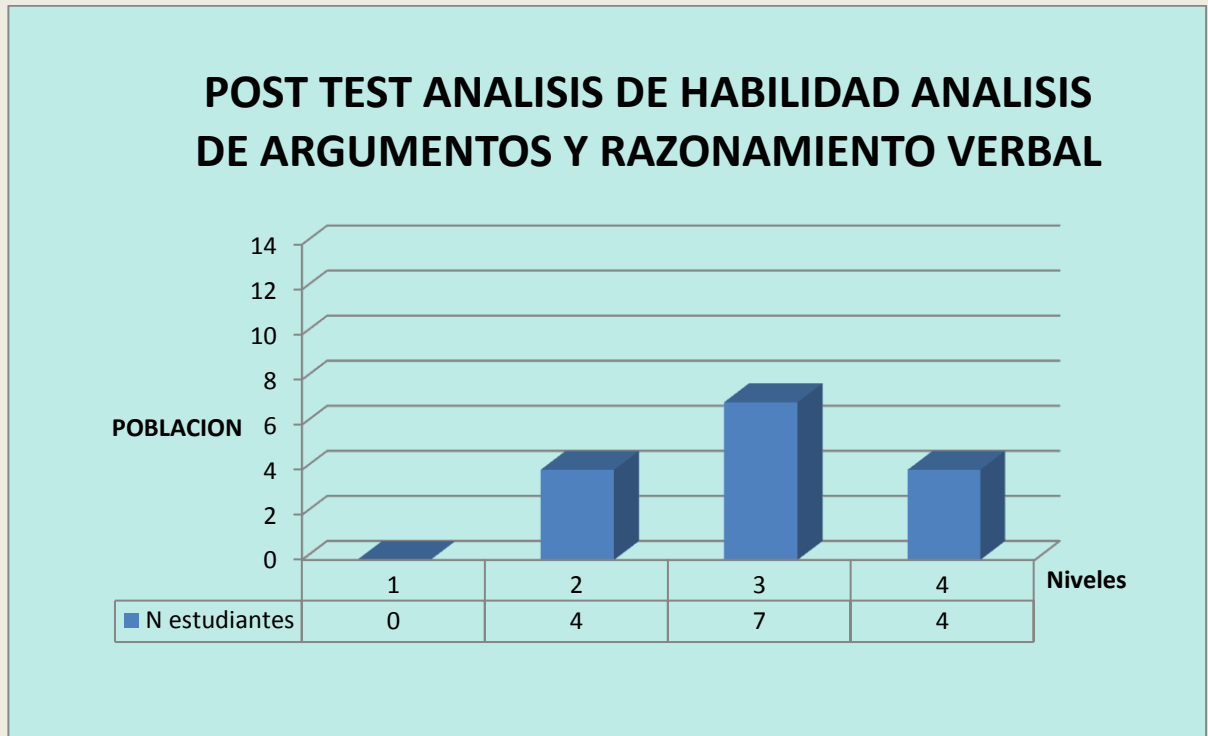
De acuerdo a lo anterior se evidencio que la secuencia logro fortalecer la habilidad, sin embargo todavía se presentan dificultades para que los estudiantes manejen la comprobación de hipótesis que como señala Beltrán (2011) “promueve argumentos nuevos que favorecen la construcción del aprendizaje ya sea por verificación o por contrastación”.

Por otro lado, para la habilidad número dos, la habilidad que compone el análisis de argumento y el razonamiento verbal, se encontró:

Tabla 22: Resultados de la Habilidad Dos.

HABILIDAD DOS	PUNTAJE ABIERTA (1)	PUNTAJE CERRADA (1)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (2)	PUNTAJE CERRADA (2)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (3)	PUNTAJE CERRADA (3)	VALOR TOTAL	VALOR PROMEDIO.
E1	2	1	3	2	1	3	2	0.858	2.858	3
E2	2	1	3	2	0.833	3	2	0.858	2.858	3
E3	1	1	2	1	0.833	1.833	1	0,429	1.429	1.754
E4	1	1	2	2	1	3	2	0.572	2.572	2.524
E5	0	1	1	2	1	3	2	0.715	2.715	2.238
E6	1	1	2	1	0.498	1.498	2	0.858	2.858	2.118
E7	0	1	1	1	0.332	1.332	2	0.858	2.858	1.72
E8	1	1	2	2	1	3	1	0.286	1.286	2.095
E9	2	0	2	2	1	3	1	0.858	1.858	2.286
E10	1	1	2	1	0.833	1.833	1	0.858	1.858	1.897
E11	1	0	1	1	1	2	2	0.429	2.429	1.809
E12	2	1	3	2	1	3	2	0.858	2.858	3
E13	2	1	3	1	0.666	1.666	1	0.715	1.715	2.127
E14	2	1	3	2	1	3	1	0.715	1.715	2.571

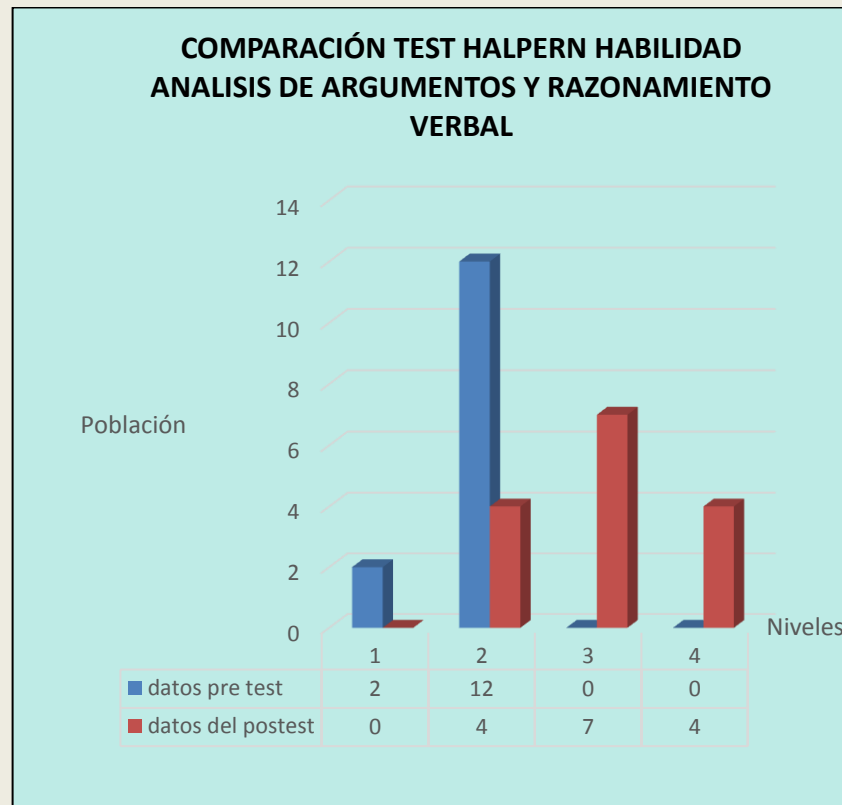
Grafica 6: Resultados de la Habilidad Análisis de Argumentación y Razonamiento Verbal.



El fortalecimiento de esta habilidad se estableció en la diferencia del pretest y el postest ($p = 1.21 \text{ E} - 06$) considerándose significativa estadísticamente. Como se observa en los resultados obtenidos en el test de Halpern final donde se evidencia, como el número de estudiantes tuvo un aumento desde los niveles 1 y 2 en el primer test a los niveles 3 y 4 en la prueba final como se evidencia en la gráfica anterior, estos resultados representan un progreso en cuanto a la habilidad analizada de argumentación y habilidad verbal, ya que el número mayor de estudiantes (7 estudiantes) se sitúan en el nivel 3, es decir, que los estudiantes a partir de una información suministrada la interpretaron, establecieron principios de clasificación, relación y significado de forma lógica y coherente (Beltran 2010). Además, lograron estimar algunos conceptos, relacionados con las situaciones planteadas, por otro lado 4 estudiantes lograron ascender al nivel 4, ya que sus argumentos y el discurso verbal expuesto fueron sólidos en el momento de justificar sus respuestas desde diferentes posiciones, a partir de lo cual se puede considerar que en cierta medida comprendieron en mayor proporción la información suministrada y por ende la interpretaron de una mejor manera,

articulando expresión oral apoyada previamente en su parte escrita ya que como lo menciona Nieto et al. (2009) las dos habilidades son difíciles de discriminar, ya que se fundamentan mutuamente. Por último 4 estudiantes se situaron en el nivel 2 donde los estudiantes se les dificulta hacer uso de esta habilidad para justificar sus respuestas sin embargo se considera en general que hubo un aumento en el desarrollo de esta habilidad ya que los puntajes obtenidos fueron mayores a los iniciales. Al contrastar con los resultados con la investigación de Fuentes (2013) se encontró que el programa de intervención no contribuyó al fortalecimiento de esta habilidad, mostrando falencias dentro del grupo experimental, mientras que en la presente investigación con el uso de la secuencia didáctica sí favoreció su fortalecimiento.

Grafica 7: Comparación de los Resultados del Pretest y Postest HCTAES para la Habilidad de Argumentación y Razonamiento Verbal.



Tomando como referencia la anterior gráfica, en la cual se visualizan los cambio que tuvieron los estudiantes antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica, se confirma que se logró aumentar los niveles de argumentación escrita y oral, con lo que se considera el fortalecimiento de esta habilidad tan importante para los docentes en formación, ya que contribuye de una manera significativa al fortalecimiento del pensamiento crítico.

Por lo anterior, se puede concluir que la habilidad de análisis de argumentos y razonamiento verbal es la única habilidad en la que los estudiantes llegaron al máximo nivel, asumiéndose por tanto que la secuencia didáctica implementada fortalece más la argumentación y el razonamiento verbal ya que se evidencia un mejor desempeño en comparación a las otras habilidades que componen el pensamiento crítico.

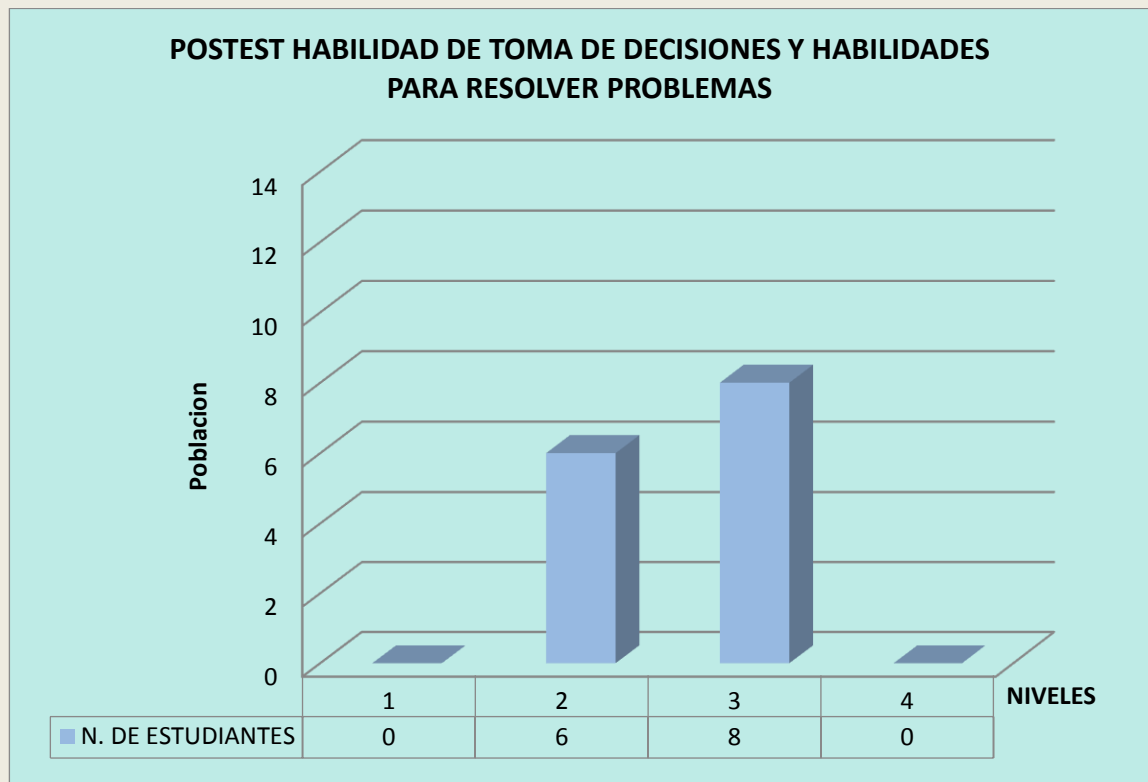
La última habilidad objeto de análisis fue toma de decisiones y habilidad para resolver problemas, obteniendo como resultado final:

Tabla 23: Resultados de la Habilidad Tres

HABILIDAD TRES	PUNTAJE ABIERTA (1)	PUNTAJE CERRADA(1)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (2)	PUNTAJE CERRADA(2)	VALOR TOTAL	PUNTAJE ABIERTA (3)	PUNTAJE CERRADA (3)	VALOR TOTAL	VALOR PROMEDIO.
E1	2	1	3	1	0	1	2	0.715	2.715	2.24
E2	2	1	3	2	1	3	2	0.143	2.143	2.72
E3	1	0.5	1.5	2	0	2	1	1	2	1.83
E4	2	0.5	2.5	0	1	2	1	1	2	2.17
E5	1	1	2	1	1	2	2	0.858	2.858	2.29
E6	2	0.5	2.5	1	1	2	2	1	3	2.5
E7	1	1	2	2	1	3	2	0.143	2.143	2.38

E8	2	0.5	2.5	1	1	2	2	0.572	2.572	2.36
E9	1	1	2	2	0	2	1	1	2	2
E10	1	1	2	2	1	3	1	0	1	2
E11	0	0.5	0.5	2	1	3	1	0.286	1.286	1.59
E12	2	1	3	1	1	2	2	1	3	2.66
E13	1	1	2	0	1	1	1	0.572	1.572	1.52
E14	2	0.5	2.5	0	1	1	0	1	1	1.50

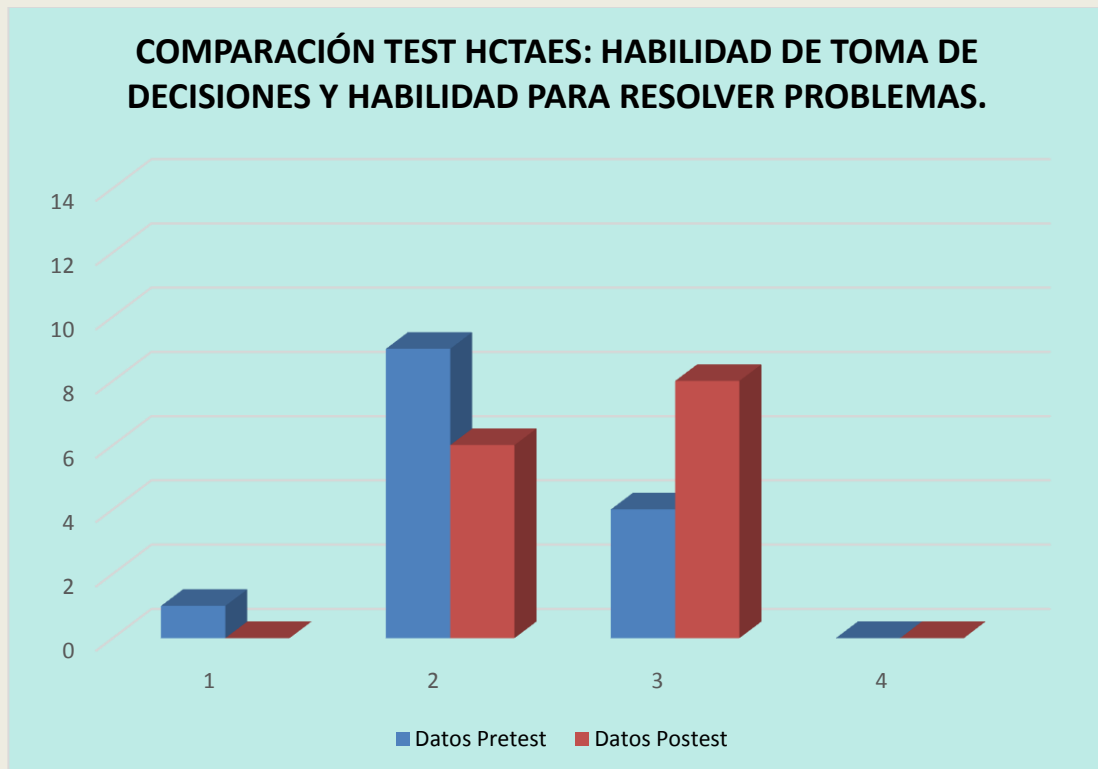
Gráfica 8: Resultados de la Habilidad de Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas.



En general los estudiantes, presentan un nivel superior con respecto a los resultados obtenidos en el Pretest, sin embargo no lograron llegar al nivel superior en esta habilidad, esta se basa principalmente como señala Beltrán & Torres

(2011) “en ejercitar el razonamiento en el reconocimiento y definición de un problema a partir de ciertos datos, en la selección de la información relevante y la contrastación de las diferentes alternativas de solución y de sus resultados”.

Grafica 9: Comparación de los Resultados del Pretest y Postest HCTAES para la Habilidad de Toma de Decisiones y Habilidades para Resolver Problemas.



De acuerdo a la gráfica 9 se puede evidenciar que la secuencia didáctica centrada en una CSC, logro aumentar los niveles de las habilidades que componen el pensamiento crítico, ya que como se puede evidenciar en la gráfica los estudiantes se posicionan en niveles 2 y 3 donde logran identificar problemas y posibles objetivos, generan y seleccionan alternativas y el uso de criterios para juzgar entre alternativas (Halpern, 2010), además, estadísticamente se puede considerar un cambio significativo al poseer una $p = 0.00328$.

Por último se puede afirmar que los resultados positivos en la investigación de Fuentes (2013) y esta investigación se deben a que las actividades van encaminadas al fortalecimiento del pensamiento crítico, ya que como menciona Halpern (1996) “Los estudiantes universitarios y en general de cualquier nivel de educación pueden ser enseñados a pensar críticamente cuando reciben instrucción para tal propósito”.

7.4. Determinación de la Presencia de La DBO_N Antes del Tiempo de Cuantificación En El Río Salitre.

El análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno Carbonácea (DBO_C) y la identificación de la presencia o no de la Demanda Bioquímica de Oxígeno Nitrogenada (DBO_N) antes del tiempo de cuantificación, se realizó dentro de las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Salitre, con muestreos tipo compuesto de aguas residuales domésticas, siendo la muestra a analizar específicamente agua residual recolectada a las 12:00 pm de los días miércoles.

Determinando por el método de luminiscencia (Anexo 2) el oxígeno consumido por la oxidación de la materia orgánica “*por bacterias como Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter y Bacillus*” (Andreo, SF) e identificando de forma simultánea si antes del tiempo de cuantificación (5 días) se realizaba la nitrificación de la materia nitrogenada o la DBO_N .

Para lo anterior, se sembraron dos muestras; una muestra de agua residual del río Salitre sin tratamiento previo, a la cual se le añadió inhibidor (TCPM ó 2 – cloro – 6 (triclorometil) piridina), para evitar la nitrificación, imposibilitando que las bacterias nitrificantes (*Nitrosomonas y Nitrobacter*) degradaran el material nitrogenado antes de la cuantificación; siendo posible determinar la DBO_C por solo degradar sustancias orgánicas. Por otro lado, para la segunda muestra no se inhibe la actividad de bacterias nitrificadoras, con el fin de posibilitar la degradación del nitrógeno en forma de amonio hasta nitratos durante la cuantificación, es decir, para posibilitar la lectura de la DBO_N .

Obteniendo como resultado las concentraciones de oxígeno en ppm de las muestras analizadas.

Para iniciar, se realiza la diferencia de los blancos de los 4 ensayos realizados para la investigación, el cual era agua dilución sin analito y sin inhibidor, el objetivo de realizar este blanco es identificar posibles errores durante los ensayos de laboratorio; como contaminación de los reactivos, contaminación de los recipientes utilizados o errores instrumentales. Teniendo como parámetro de comparación lo determinado por American Public Health, American Water Works Association & Water Environment Federation (2012), ya que establece que la diferencia entre el oxígeno inicial y el oxígeno final no debe sobrepasar 0.2 ppm.

Tabla 24: Blancos para la determinación de la DBO_C

DIA	MES	T (°C)	NUMERO DE RADICACION	ENSAYO	O ₂ INICIAL (ppm)	O ₂ FINAL (ppm)	$\Delta O_{2i} - O_{2f}$	X
2	26	19.2	1280	1	6,61	6,41	0,2	0,22
				2	6,66	6,42	0,24	
3	14	19.5	1773	1	6,8	6,72	0,08	0,16
				2	6,82	6,58	0,24	
3	19	19.4	1895	1	6,75	6,14	0,61	0,6
				2	6,75	6,16	0,59	
3	26	19.2	2180	1	6,71	6,36	0,35	0,455
				2	6,72	6,16	0,56	

Tabla 25: Blancos para la determinación de la DBO_C + DBO_N

DIA	MES	T (°C)	NUMERO DE RADICACION	ENSAYO	O ₂ INICIAL (ppm)	O ₂ FINAL (ppm)	$\Delta O_{2i} - O_{2f}$	X
2	26	19.2	1280	1	6,64	6,46	0,18	0,185
				2	6,65	6,46	0,19	
3	14	19.5	1773	1	6,76	6,63	0,13	0,17
				2	6,81	6,6	0,21	

3	19	19.4	1895	1	6,78	5,93	0,85	0,86
				2	6,79	5,92	0,87	
3	26	19.2	2180	1	6,74	6,36	0,38	0,34
				2	6,78	6,48	0,3	

Con los resultados obtenidos, se puede inferir que si se encuentra algún tipo de error con el blanco, ya que está por encima de lo establecido, planteando como hipótesis la posible presencia de materia orgánica y microorganismos dentro del agua de dilución o dentro de las botellas de Winkler, es decir, podemos catalogar dicho error, como un error por contaminación producto de un posible mal lavado de las botellas de Winkler y de los recipientes donde se realiza el agua de dilución.

Para corregir dicho error y determinar de forma correcta el DBO de las muestras de agua residual y del patrón, se le resta el promedio de las diferencias de oxígeno de cada uno de los blancos, es decir, se hace uso de la Ec. 1.

Ec.1:

$$DBO = \frac{O_2 \text{ INICIAL} - O_2 \text{ FINAL} - X \text{ del BLANCO}}{fd}$$

El primer dato a corregir en cada uno de los ensayos es el patrón de glucosa y ácido glutámico, donde dentro de la literatura American Public Health, American Water Works Association & Water Environment Federation (2012) se menciona que el DBO para este patrón es de 195 ppm teniendo un rango de tolerancia de ± 30 ppm, encontrando como resultado.

Tabla 26: Patrón para la determinación de la DBO_C

NUMERO DE RADICACION	ENSAYO	O ₂ INICIAL (ppm)	%v/v DE DILUCIÓN	fd	O ₂ FINAL (ppm)	DBO _C (ppm)
1280	1	6,65	2	0,02	2,72	185,50
	2	6,65	2	0,02	3,01	171,00

1773	1	6,77	2,0	0,020	3,37	162,0
	2	6,78	2,0	0,020	2,96	183,0
1895	1	6,75	2,0	0,020	2,79	168,0
	2	6,74	2,0	0,020	2,65	174,5
2180	1	6,71	2,0	0,020	2,79	173,25
	2	6,71	2,0	0,020	2,99	163,25

Tabla 27: Patrón para la determinación de la DBO_C + DBO_N

NUMERO DE RADICACION	ENSAYO	O ₂ INICIAL (ppm)	%v/v DE DILUCIÓN	fd	O ₂ FINAL (ppm)	DBO _C + DBO _N (ppm)
1280	1	6,67	2	0,02	2,59	194,75
	2	6,6	2	0,02	5,05	68,25
1773	1	6,78	2,0	0,020	3,87	137,00
	2	6,75	2,0	0,020	3,37	160,50
1895	1	6,78	2,0	0,020	2,77	157,5
	2	6,77	2,0	0,020	2,7	160,5
2180	1	6,74	2,0	0,020	2,93	173,50
	2	6,73	2,0	0,020	2,45	197,00

Los resultados muestran que aun con la corrección realizada con el blanco, el DBO presentado por el consumo de oxígeno al degradar la materia orgánica proporcionada por la glucosa y el ácido glutámico, está por debajo del rango de tolerancia en las muestras seleccionadas de color naranja. Posiblemente, este error se puede presentar por la contaminación del reactivo o por errores del analista en la preparación del mismo.

Para asegurar que dichos errores no estén inmersos en el dato a reportar de DBO ya sea del patrón o del agua residual a analizar se realiza un límite de confianza entre los datos, teniendo en cuenta el grado de libertad o número de datos y el porcentaje de confianza que sea desea tener. Para el caso de esta investigación se realiza con un intervalo de confianza de 80%.

Tabla 28: Factores para el intervalo de Confianza.

Grados de libertad	Factor para el intervalo de confianza				
	80%	90%	95%	99%	99.9%
1	3,08	6,31	12,7	63,7	637
2	1,89	2,92	4,30	9,92	31,6
3	1,64	2,35	3,18	5,84	12,9
4	1,53	2,13	2,78	4,60	8,60
5	1,48	2,02	2,57	4,03	6,86
6	1,44	1,94	2,45	3,71	5,96
7	1,42	1,90	2,36	3,50	5,40
8	1,40	1,86	2,31	3,36	5,04
9	1,38	1,83	2,26	3,25	4,78
10	1,37	1,81	2,23	3,17	4,59
11	1,36	1,80	2,20	3,11	4,44
12	1,36	1,78	2,18	3,06	4,32
13	1,35	1,77	2,16	3,01	4,22
14	1,34	1,76	2,14	2,98	4,14
∞	1,29	1,64	1,96	2,58	3,29

FUENTE; Douglas, A. Skoog, D. West, F. & Holler J (1996), Fundamentos de química analítica. Barcelona. Ed. Reverte. Pág. 472.

Ec.3

$$X \pm \frac{t * s}{n}$$

Donde:

X: Promedio

t: Factor para el intervalo de Confianza

s: Desviación Estándar

n: Numero de datos

En el caso de los patrón por tener 2 grados de libertad se tiene como t: 1.89, es decir, que los límites de confianza para cada ensayo con y sin inhibidor, son de:

Tabla 29: Límites de Confianza para el DBO_C.

LIMITES DE CONFIANZA PARA EL DBO _C				
NUMERO DE RADICACION	X	S	Lim. Max	Lim. Min.
1280	178,25	10,25	191,95	164,55
1773	172,5	14,85	192,34	152,66
1895	171,25	4,42	177,16	165,34
2180	168,25	7,07	177,70	158,80

Tabla 30: Límites de Confianza para el DBO_N + DBO_C.

LIMITES DE CONFIANZA PARA EL DBO _C + DBO _N				
NUMERO DE RADICACION	X	S	Lim. Max	Lim. Min.
1280	131,5	89,45	251,04	11,96
1773	148,75	16,62	170,96	126,54
1895	159	2,12	161,83	156,17
2180	185,25	16,62	207,46	163,04

Al realizar la comparación del DBO de los diferentes ensayos del patrón con los límites de confianza, se observa que ningún dato se descarta, por estar dentro de

los límites máximos y mínimos, más sin embargo, se rechaza el $DBO_C + DBO_N$ del ensayo 1 de la muestra con número de radicación 1280 (Tabla 27) ya que se puede considerar que es aproximadamente la tercera parte de lo establecido por el American Public Health, American Water Works Association & Water Environment Federation (2012) de 195 ppm.

Por último, se analiza los datos *in situ* recolectados de las muestras de agua residual del río Salitre, las cuales fueron tratados a partir de porcentajes de dilución (%v/v) que varían según el día de la muestra, ya que a parte de la DQO y su relación con la DBO, las condiciones físicas como turbidez y sólidos suspendidos pueden dar un indicio de la concentración de materia orgánica presente en el agua residual, por lo anterior, se articuló con lo mencionado por American Public Health, American Water Works Association & Water Environment Federation (2012) al recomendar una dilución %v/v de 1% a 5% para aguas domesticas no tratadas.

En caso de tener con anterioridad la DQO, que es lo aconsejado por el American Public Health, American Water Works Association & Water Environment Federation (2012) para el análisis de la DBO, se realiza la Ec. 2 como relación entre el DQO y la DBO para seleccionar los porcentajes de dilución de la siembra del agua residual de la muestra.

Ec. 2:

$$DBO = \frac{DQO}{2}$$

Tabla 31: Relación de la DQO y la DBO.

EMPLEANDO MEZCLAS PORCENTAJES		POR PIPETEO DIRECTO A BOTELLAS DE 300 mL	
% v/v	Intervalo de valores de la DBO_5	mL	Intervalo de valores de la DBO

0.01	20000-70000	0.02	30000-105000
0.02	10000-35000	0.05	12000-42000
0.05	4000-14000	0.1	6000-21000
0.1	2000-7000	0.2	3000-10500
0.2	1000-3500	0.5	1200-4200
0.5	400-1400	1	600-2100
1	200-700	2	300-1050
2	100-350	5	120-420
5	40-140	10	60-210
10	20-70	20	30-105
20	10-35	50	12-42
50	4-14	100	6-21
100	0-7	300	0-7

Por otro lado, también es importante mencionar que el medio se mantuvo a una temperatura entre $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ como recomienda el American Public Health, American Water Works Association & Water Environment Federation (2012) para evitar la eliminación de las bacterias presentes. Encontrando los siguientes resultados *in situ* para el agua residual del río Salitre.

Tabla 32: Datos *in situ* de la determinación de la DBOc

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE								
ANALISIS DBOc								
MES	DÍA	T (°C)	NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	O ₂ INICIAL (ppm)	% v/v DILUCION	fd	O ₂ FINAL (ppm)
2	26	19,2	1280	CRUDA (ENSAYO 1)	6,65	1	0,01	4,48
					6,61	1,8	0,018	2,28
					6,51	3	0,03	0,17
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,65	1	0,01	4,46
					6,6	1,8	0,018	2,08
					6,52	3	0,03	0,2
3	14	19,5	1773	CRUDA (ENSAYO 1)	6,81	2,5	0,025	4,47
					6,74	3,5	0,035	3,95
					6,74	4,5	0,045	2,28
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,79	2,5	0,025	4,53
					6,73	3,5	0,035	1,25
					7,77	4,5	0,045	2,57
3	19	19,4	1895	CRUDA (ENSAYO 1)	6,71	2,0	0,020	1,95
					6,66	3,5	0,035	1,46
					6,64	4,5	0,045	0,39
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,71	2,0	0,020	0,26
					6,67	3,5	0,035	0,25
					6,69	4,5	0,045	0,21
3	26	19,2	2180	CRUDA (ENSAYO 1)	6,71	1,0	0,010	3,79
					6,66	2,0	0,020	0,32
					6,64	2,8	0,028	0,26
				CRUDA	6,69	1,0	0,010	2,95

				(ENSAYO 2)	6,66	2,0	0,020	0,29
					6,64	2,8	0,028	0,22

Tabla 33: Datos *in situ* de la determinación de la DBO_N + DBO_C.

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE								
ANALISIS DBO _N + DBO _C								
MES	DÍA	T (°C)	NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	O ₂ INICIAL (ppm)	% v/v DILUCION	fd	O ₂ FINAL (ppm)
2	26	19,2	1280	CRUDA (ENSAYO 1)	6,64	1	0,01	4,53
					6,59	1,8	0,018	1,94
					6,52	3	0,03	0,23
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,63	1	0,01	4,47
					6,61	1,8	0,018	1,71
					6,52	3	0,03	0,2
3	14	19,5	1773	CRUDA (ENSAYO 1)	6,76	2,5	0,025	4,3
					6,73	3,5	0,035	2,87
					6,7	4,5	0,045	1,39
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,79	2,5	0,025	4,36
					6,74	3,5	0,035	1,99
					6,73	4,5	0,045	1,73
3	19	19,4	1895	CRUDA (ENSAYO 1)	6,69	2,0	0,020	3,49
					6,67	3,5	0,035	1,92
					6,63	4,5	0,045	1,77
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,67	2,0	0,020	1,54
					6,67	3,5	0,035	0,35
					6,64	4,5	0,045	0,4
				CRUDA	6,69	1,0	0,010	2,95

3	26	19,2	2180	(ENSAYO 1)	6,69	2,0	0,020	0,76
					6,64	2,8	0,028	0,2
				CRUDA (ENSAYO 2)	6,69	1,0	0,010	2,11
					6,67	2,0	0,020	0,21
					6,63	2,8	0,028	0,18

Con estos datos *in situ*, se determina la DBO para cada caso, es decir, para aguas residuales con inhibidor y aguas residuales sin inhibidor, teniendo en cuenta la Ec.1, que realiza la corrección que se debe hacer con el blanco, como se explicó anteriormente.

Tabla 34: Resultados de la DBO para la DBO_c y la DBO_N + DBO_C.

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE				
ANALISIS DBO				
NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	% V/V DILUCION	DBO _c	DBO _N + DBO _C
1280	CRUDA (ENSAYO 1)	1	195,00	192,50
		1,8	228,33	248,06
		3	204,00	203,50
	CRUDA (ENSAYO 2)	1	197,00	197,50
		1,8	238,89	261,94
		3	203,33	204,50
1773	CRUDA (ENSAYO 1)	2,5	87,2	91,60
		3,5	75,1	105,43
		4,5	95,6	114,22
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,5	84,0	90,40
		3,5	152,0	130,86
		4,5	112,0	107,33
1895	CRUDA (ENSAYO 1)	2,0	208,0	117
		3,5	131,4	111,14
		4,5	125,6	88,88
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,0	292,5	213,5
		3,5	166,3	156
		4,5	130,7	119,55

1895	CRUDA (ENSAYO 1)	1,0	246,50	340,00
		2,0	294,25	279,50
		2,8	211,61	217,86
	CRUDA (ENSAYO 2)	1,0	328,50	424,00
		2,0	295,75	306,00
		2,8	213,04	218,21

Al igual que los patrones se realiza los límites de confianza para verificar que los datos que se reportan son datos verídicos y no erróneos.

Tabla 35: Límites de Confianza para la Determinación del DBOc.

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE							
ANÁLISIS DBOc							
NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	% V/V DILUCION	DBOc	X	s	Lim. Max	Lim. Min.
1280	CRUDA (ENSAYO 1)	1	195,00	209,11	17,24	225,43	192,79
		1,8	228,33				
		3	204,00				
	CRUDA (ENSAYO 2)	1	197,00	213,07	22,58	234,45	191,69
		1,8	238,89				
		3	203,33				
1773	CRUDA (ENSAYO 1)	2,5	87,2	85,97	10,3	95,72	76,21
		3,5	75,1				
		4,5	95,6				
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,5	84,0	116,00	34,17	148,35	83,65
		3,5	152,0				
		4,5	112,0				
1895	CRUDA (ENSAYO 1)	2,0	208,0	183,16	45,99	226,71	139,62
		3,5	131,4				
		4,5	125,6				
	CRUDA	2,0	292,5		85,02	179,60	18,60

	(ENSAYO 2)	3,5	166,3	99,10			
		4,5	130,7				
2180	CRUDA (ENSAYO 1)	1,0	246,50	250,79	41,49	290,07	211,50
		2,0	294,25				
		2,8	211,61				
	CRUDA (ENSAYO 2)	1,0	328,50	279,10	59,5	335,43	222,76
		2,0	295,75				
		2,8	213,04				

Tabla 36: Límites de Confianza para la Determinación del DBO_C + DBON.

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE							
ANÁLISIS DBO _N + DBO _C							
NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	% V/V DILUCION	DBO _C	X	s	Lim. Max	Lim. Min.
1280	CRUDA (ENSAYO 1)	1	192,50	214,68	29,42	242,54	186,83
		1,8	248,06				
		3	203,50				
	CRUDA (ENSAYO 2)	1	197,50	221,31	35,35	254,79	187,84
		1,8	261,94				
		3	204,50				
1773	CRUDA (ENSAYO 1)	2,5	91,60	103,75	11,4	114,54	92,96
		3,5	105,43				
		4,5	114,22				
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,5	90,40	109,53	20,31	128,76	90,30
		3,5	130,86				
		4,5	107,33				
1895	CRUDA (ENSAYO 1)	2,0	117	105,68	14,83	119,72	91,64
		3,5	111,14				
		4,5	88,89				
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,0	213,5	163,02	47,36	207,86	118,18
		3,5	156				
		4,5	119,56				

2180	CRUDA (ENSAYO 1)	1,0	340,00	279,12	61,07	336,94	221,29
		2,0	279,50				
		2,8	217,86				
	CRUDA (ENSAYO 2)	1,0	424,00	316,07	103,36	413,94	218,20
		2,0	306,00				
		2,8	218,21				

Descartándose por no estar dentro de los límites de confianza los valores seleccionados en naranja en cada tabla. Es decir, que los DBO corregidos y verificados estadísticamente, para proseguir la investigación son:

Tabla 37: Datos de DBOc a Reportar.

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE						
ANALISIS DBOc						
NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	% V/V DILUCION	DBOc	X	S	DBOc A REPORTAR.
1280	CRUDA (ENSAYO 1)	1	195,00	199.5	6.36	199.84
		3	204,00			
	CRUDA (ENSAYO 2)	1	197,00	200.17	4.48	
		3	203,33			
1773	CRUDA (ENSAYO 1)	2,5	87,2	91,40	5,94	94.7
		4,5	95,6			
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,5	84,0	98,00	19,8	
		4,5	112,0			
1895	CRUDA (ENSAYO 1)	2,0	208,0	208.0		178.25
	CRUDA (ENSAYO 2)	3,5	166,3	148,50	25,17	
		4,5	130,7			
2180	CRUDA (ENSAYO 1)	1,0	246,50	229,06	24,67	210.6
		2,8	211,61			
	CRUDA	1,0	328,50	312,13	23,16	

	(ENSAYO 2)	2,0	295,75			
--	------------	-----	--------	--	--	--

Tabla 38: Datos a Reportar de la $DBO_N + DBO_C$.

SEGUIMIENTO DE AGUA CRUDA DEL RÍO SALITRE						
ANÁLISIS $DBO_N + DBO_C$						
NUMERO DE RADICACION	NOMBRE MUESTRA	% V/V DILUCION	DBO_C	\bar{X}	s	$DBO_N + DBO_C$ A REPORTAR.
1280	CRUDA (ENSAYO 1)	1	192,50	198	7,77	199.5
		3	203,50			
	CRUDA (ENSAYO 2)	1	197,50	201	4,94	
		3	204,50			
1773	CRUDA (ENSAYO 1)	3,5	105,43	109,82	6,21	109.67
		4,5	114,22			
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,5	90,40	109,53	20,31	
		3,5	130,86			
		4,5	107,33			
1895	CRUDA (ENSAYO 1)	2,0	117	114,07	4,14	125.92
		3,5	111,14			
	CRUDA (ENSAYO 2)	3,5	156	137,77	25,77	
		4,5	119,56			
2180	CRUDA (ENSAYO 1)	2,0	279,50	279,5		270.8
	CRUDA (ENSAYO 2)	2,0	306,00	262,1	62,07	
		2,8	218,21			

Se observa que con la respectiva eliminación de datos se mejora la desviación estándar entre los mismos, es decir, se mejora la precisión de los resultados. Teniendo como resumen de los resultados finales el siguiente diagrama.

Grafica 10: Resultado de la DBOC (con inhibidor) y la de DBON + DBOC (sin inhibidor).



Con la gráfica anterior se puede interpretar que la nitrificación de las muestras analizadas no se presenta antes de los cinco días de cuantificación, es decir, no hay degradación de material nitrogenado y por ende no hay consumo de oxígeno por bacterias aerobias nitrificantes, se puede considerar lo mencionado ya que la diferencia de oxígeno consumido por las muestras con adición de inhibidor y sin adición del mismo es mínima, esto en cuanto a las muestras 1,2 y 4 ya que para la muestra 3 los resultados arrojan un menor consumo de oxígeno para la muestra sin inhibidor, hecho que se puede deber a un error de tipo experimental por parte de los analistas de la investigación.

Con lo anterior, se puede interpretar que para la obtención de resultados confiables fue necesario mantener diferentes variables constantes a lo largo de la investigación, con el fin de no interferir en la velocidad de nitrificación en el caso de los ensayos realizados sin inhibidor ya que como lo menciona Carrera (S.F) uno de los parámetros que más afecta a la velocidad de nitrificación es la temperatura, junto con la concentración de oxígeno disuelto en la muestra, además del pH *“ya que el valor óptimo para la nitrificación esta alrededor de 8 mientras que a valores inferiores a 6,5 la velocidad de nitrificación disminuye bruscamente”*, (Shammas (1986) citado por Carrera (S.F)), es por ello que fue necesario fijar estas condiciones durante el estudio realizado, como mantener la temperatura en 20°C.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo de investigación consistió en fortalecer las habilidades que componen el pensamiento crítico, de los profesores en formación inicial del énfasis de aguas II del departamento de química de la universidad pedagógica nacional, teniendo como base principal una secuencia didáctica enfocada a una cuestión sociocientífica como lo son las aguas residuales del río Salitre, de acuerdo a los resultados obtenidos se afirma que al implementar la secuencia didáctica los estudiantes hicieron uso de las diferentes habilidades que componen el pensamiento crítico según Halpern, (2012), y finalmente se concluye que:

- Las intervenciones que se realizaron en el aula haciendo uso de estrategias didácticas, fomentan el fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico, haciendo que los estudiantes mejoren sus destrezas haciendo uso de estas habilidades no solo para lograr los objetivos conceptuales propios de la enseñanza de las ciencias, sino que aparte logren por medio de cuestiones sociocientíficas analizar las diferentes relaciones que tienen estos con su vida cotidiana y el medio ambiente.
- La habilidad de pensamiento crítico que más fortaleció la secuencia didáctica es la de análisis de argumentos y razonamiento verbal, esto se evidencia en los resultados obtenidos en el pretest, donde fundamentalmente los estudiantes presentaban un nivel bajo e intermedio en esta habilidad; y después de la aplicación de la secuencia didáctica logran llegar a niveles superiores y medios.
- La secuencia didáctica enfocada en CSC al poseer una controversia que reúne disyuntivas de índole social, político, económico, ético y de salud potencializó la capacidad de los estudiantes de argumentar, proponer, generar hipótesis, y desarrollar una postura crítica frente a situaciones cotidianas favoreciendo el fortalecimiento de las habilidades propuestas por Halpern para el desarrollo del pensamiento crítico.

Por otro lado, la presencia de la Demanda Bioquímica de Oxígeno Nitrogenada (DBO_N) se identificó de forma cuantitativa, haciendo un paralelo entre la Demanda Bioquímica de Oxígeno Carbonácea (DBO_C), la cual se midió inhibiendo la oxidación de materia nitrogenada y la Demanda Bioquímica de Oxígeno producto

de la oxidación de materia orgánica y de material nitrogenado que pueda estar presente en la muestra de agua residual del río Salitre. Concluyendo con las 4 muestras analizadas, que en 3 de las 4 muestras la DBO_c era mayor a la $DBO_c + DBO_N$, mientras que en 1 de las 4 ocurrió lo contrario, es decir, la $DBO_c + DBO_N$ fue mayor a la DBO_c , por lo que se puede concluir que la DBO_N no se está presentando en el río Salitre antes del tiempo de cuantificación (5 días), por lo tanto no hay degradación de amonio a nitratos, se plantea como hipótesis que la muestra que dio a la prueba positiva pudo ser errores por parte del analista o por contaminación del medio o de reactivos; más sin embargo se necesitan más ensayos para dar una afirmación más confiable sobre la presencia o no de la DBO_N durante el tiempo de cuantificación.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones finales se plantea que los procesos de enseñanza/aprendizaje, hacen pertinente las investigaciones educativas que logre cumplir los objetivos actuales de la educación, de acuerdo a esto es indispensable que los currículos, planes de estudios y metodologías implementadas en los procesos educativos sean renovados para que contribuyan al desarrollo y fortalecimiento del pensamiento crítico, además el fortalecimiento del pensamiento crítico debe estar relacionado con situaciones de la vida cotidiana donde los estudiantes se acerquen el conocimiento científico y su realidad; una de las nuevas estrategias es el uso de cuestiones sociocientíficas que involucran diferentes ejes tanto sociales, como políticos, culturales, éticos y científicos con el fin que los estudiantes sean partícipes de las decisiones tomadas en la sociedad, siempre teniendo argumentos sólidos generados principalmente por el pensamiento crítico.

Una de las recomendaciones para fortalecer el pensamiento crítico es que no solo se fomente en una clase o área aislada sino que por el contrario todas los docentes se involucren con el objetivo de fortalecer siendo conscientes de lo importante que es que los estudiantes fortalezcan su pensamiento crítico para el futuro de la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá. (SF). PTAR Salitre. Recuperado de http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY7LDolwEEW_hS-YofQBS1QEEqBqo1I2pDEEMTxcGBP-XogbN8jM8tx7ZqCAaXvzbmrzaobetJBDwUvXVqkSEUEpyA5jPwhc7tANPdGJa15uQz-ilkGU5IJIMqaOeFYOxs5K-zrf-0mEbO9hLJmXyDS0EdmX__PPHBfGR8iioavgvGLRHuQcNBRi8Vthg26r2txGeHY5Nof7Y6wt6wOnZo0y/dl3/d3/L0IJSkIna2shL0ICakFBQ3IBQkVSQ0IBISEvWUZOQzFOS18yN3chLzdfODFTTVM3SDIwTzcyRDBJQUVFODYzNEI0NzE!/?WCM_POR TLET=PC_7_81SMS7H20O72D0IAEE8634B471_WCM&WCM_GLOBAL_CONTE XT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aambiental/aambsecsecundaria/nambi entalinformesdeactividadesptarsalitre.

Ángulo, F. (1998). La Formación del Profesor de Ciencias: Fundamentos Teóricos en una Perspectiva de Autorregulación Meta cognitiva. Grupo de Enseñanza de las Ciencias Experimentales (GECE), Facultad de Educación. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/6744/6182>

Angulo, Y. (2008). *Ética y Valores 1*. Mexico. Ed. Santillana

Arnaiz, P. & Ballester, F. (1999). La Formación del Profesorado de Educación Secundaria y la Atención a la Diversidad. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. *Revista de Curriculum y formación del profesorado*. Volumen 3 pág. 6-23.

Ballesteros, P. (2007). Evaluación de tasas retributivas por vertimientos hídricos en la cuenca media del río Bogotá. Escuela superior de administración pública. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/evaluaci%C3%B3n%20de%20tasas%20retributivas%20por%20vertimientos.pdf>

Betancourt, S. (2011). Evaluación del pensamiento crítico en estudiantes de Secundaria de la ciudad de San Juan de Pasto. Recuperado de http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/METAS2021/R0846b_Betancourt.pdf

Calle, G. (2013). La evaluación de las habilidades del pensamiento crítico asociadas a la escritura digital. Revista Virtual. Volumen 40. Pág. 68 – 83.

Carrera J (s.f) eliminación biológica de nitrógeno en un afluente con alta carga (estudio de los parámetros de procesos y diseño de una depuradora industrial). Tesis para optar por el título de doctor. Recuperado de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5299/jcm1de1.pdf?sequence=1>

Catalán, E. & Pacheco, N. (2000). Tratado del agua. Control de la contaminación y depuración. Demanda bioquímica de oxígeno. Mérida-Venezuela. 1ra ed. Ed. Santa maría, CA. Servicios editoriales.

Creus, A. (2011). Instrumentación industrial. España Ed. Marcombo ediciones técnicas.

Douglas, A. Skoog, D. West, F. & Holler J (1996) fundamentos de química analítica. Barcelona. Ed. Reverte. Pag 472

Domenech, X. (2006). Química ambiental de los sistemas terrestres. Procesos y técnicas de remediación. España. Ed. Reverte, S.A.

Dr. Calderón Labs. (1997). Determinación de la demanda Bioquímica de oxígeno DBO5, Métodos de análisis, análisis de aguas. Recuperado http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DBO5.htm

Enríquez (s.f). Formación inicial de los docentes-investigadores en metodología de la investigación. Recuperado de http://lae.unsl.edu.ar/Ediciones/Libros_Electronicos/CAP-4.pdf

Enríquez, P. & Lorenzo, L. (2009) pensamiento único y pensamiento crítico en la formación de docentes. Recuperado de https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=QHZvU4ypF-nd8gfWnlCQAQ#q=enriquez+y+lorenzo+desarrollar+la+capacidad+de+pensamiento+aut%C3%B3nomo+y+critico+es+un+compromiso+mayor+de+la+formaci%C3%B3n+universitaria%2C+y+una+expectativa+social+sobre+los+profesionales+que+egresan+de+la+misma

Flórez, C. (2008). Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Salitre en el Perímetro Urbano del Distrito Capital. Colombia. Recuperado de

<http://pomcasalitre.files.wordpress.com/2010/02/modulo4-3diagnostico-tecnico-de-la-cuenca-del-rio-salitre.doc>.

Fuentes, S. (2013). Implementación de un programa de intervención para El desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. (Tesis de maestría, universidad de sucre) recuperado de https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=IGpuU9jDF-Pd8gen

IGwAg#q=Implementaci%C3%B3n+de+un+programa+de+intervenci%C3%B3n+para+El+desarrollo+de+habilidades+de+pensamiento+cr%C3%ADtico.+

Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. Revista iberoamericana. Volumen 42. Pag 127-pag 152.

Guzmán, S. & Sánchez, P. (2006). Efectos de un programa de capacitación de profesores en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes universitarios en el Sureste de México. Redie. Revista electrónica de investigación educativa. Volumen 8 N.2 pág. 2-9.

Halpern, D. (2010). Manual de HCTA (Halpern Critical Thinking Assessment). Versión 21. Schuhfried. QualitatdurchKompetenz.

Jaramillo, G. & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. (Trabajo de Especialización en gestión ambiental universidad de Antioquia). Colombia. Recuperado de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

Juárez, M. Franco, M. & Ascencio, V. (2009). Manual de prácticas de laboratorio que química ambiental I. Instituto politécnico nacional. Recuperado de <http://www.biblioteca.upibi.ipn.mx/Archivos/Material%20Didactico/MANUAL%20DE%20QUIMICA%20AMBIENTAL%20I.pdf>

López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. Docencia e investigación. Volumen 22, pag. 41-60.

López, P (s.f) Malos docentes forman malos estudiantes. Revista poder 360 volumen 5. Pag 1-2.

Lozano, W. (2012). Origen y Características de las aguas residuales. Recuperado de

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_1_origen_y_caracteristicas_de_las_aguas_residuales.html

Manahan, S. (2007). Introducción a la química ambiental. España Ed. Reverté S.A.

Marciales, G. (2003). Pensamiento crítico: diferencias en estudiantes universitarios en el tipo de creencias, estrategias e inferencias en la lectura crítica de textos. (Tesis de doctorado, universidad complutense de Madrid) recuperado de <http://pendientedemigracion.ucm.es/BUCM/tesis/edu/ucm-t26704.pdf>

Marín, R. (2003). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamientos y control de calidad de aguas. Madrid. Ed. Díaz De Santos, S.A.

Martínez, J. & Parga, D. (2013). La Emergencia De Las Cuestiones Sociocientíficas En El Enfoque CTSA. Góndola. Volumen 8 N. 1. Pág. 23- 35.

Martínez, I. Parga, D. & Gómez, D. (2012). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores. Memorias del Tercer congreso Educyt. Volumen extraordinario. Pág. 139-151.

Melgar, S. & Botte, E. (2010). La inclusión de la alfabetización en la formación docente. La formación docente en alfabetización inicial. Ed. Educación fundación – OEI.

Mendoza, J. Montañés, M. & Palomares, A. (1998). Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Valencia. Ed. Servicios de publicaciones.

Miranda, J. (2003) el pensamiento crítico en docentes de educación general básica en Chile. Un estudio de impacto. Estudios. pedagógicos., Volumen .29, pág.39-54.

Montero, J. (2007). Recursos para promover en el aula el desarrollo del pensamiento crítico. Recuperado de <http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoCriticoAula.pdf>.

Moreno, N. & Jiménez, M. (2011). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Volumen 9. N.1. Pág.54-70.

Nieto, A & Saiz, C (2002) relación entre las habilidades y las disposiciones del pensamiento crítico. Recuperado de <http://www.pensamiento-critico.com/archivos/disposicionesyct.pdf>.

Nieto, A. Saiz, C. & Begoña, O. (2009). Análisis de las propiedades psicométricas de la versión española del HCTAES – Test de Halpern para la evaluación del pensamiento crítico mediante situaciones cotidianas. Revista electrónica de metodología aplicada, Volumen 14. N. 1. Pág. 1 – 15.

Obando, F (2003.) el transporte del oxígeno en el suelo. Relaciones agro físicas básicas. Colombia. Ed. Comité.

Obaya, A. & Ponce, R. (2007). Diseño, desarrollo y construcción de una secuencia didáctica. La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas. Recuperado de <http://promepca.sep.gob.mx/archivospdf/produccion/Producto1400491.PDF>

Olaya, A. (2010). Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Salitre en el Perímetro Urbano del Distrito Capital. Colombia, 1- 1040 Recuperado de <http://riosalitre.files.wordpress.com/2010/07/diagnostico-parte-1.pdf>.

Parra, E. & Lago, D. (2003) Didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes Universitarios. Educación Media Superior. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412003000200009

Ramalho, R. (2003). Tratamiento de aguas residuales. Barcelona. Ed. Reverte, S.A. Barcelona.

Ramirez, C. Castaño, A. Bernal, D., Muñoz, N. Peña, E. & Lozano, Y. (2007). Estimación experimental de las constantes cinéticas de la calidad del agua del río Cauca. Recuperado de <http://www.cvc.gov.co/cvc/Mosaic/dpdf3/volumen9/0-presentacionv9f3.pdf>

Ramos, R. Sepúlveda, R. & Villalobos, F. (2003). El agua en el medio ambiente. Muestreo y análisis. México Ed. Plaza y Valdés, S.A de C.V.

Ratcliffe, M. & Grace, M (2003) Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues Maidenhead Reino Unido. Ed. Open University Press.

Ratcliffe, M. (2009). The place of socio-scientific issues in citizenship education. University of York (UK). Recuperado de https://metranet.londonmet.ac.uk/fms/MRSite/Research/cice/pubs/2009/2009_012.pdf

Rice, E. Baird, R. Eaton, A. & Clesceri, L (2012). APHA AWWA WPCF standard Methods for the examination of water and wastewater, 16 Ed. Washingyon, E.U.A.

Rigola, M. (1990). Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales. Barcelona. Ed. Marcombo, S.A.

Romero, J. (1996). acuquimica. colombia Ed. presencial.

Saiz, C. & Rivas, S. (2008). Intervenir para transferir en pensamiento crítico. Conferencia internacional: Lógica, Argumentación y Pensamiento Crítico. Recuperado de <http://www.pensamiento-critico.com/archivos/intervensaizrivas.pdf>

Sánchez, M. (1994). Contribución al estudio de la DBO. (Tesis de maestría, universidad autónoma de nuevo león). Recuperado de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020091184.PDF>. Mexico.

Solbes, J. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales. Volumen 26. Pág. 249.

Solbes, J. (2013). El pensamiento crítico y su enseñanza. Contribución de las cuestiones socio científicas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Volumen 10 N.1. Pág. 1-10.

Soto, F. Gutiérrez, M. & Rojas, R. (s,f) efectos de la nitrificación en la determinación de la dbo5, en aguas residuales municipales. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico13/116.pdf>

Tashakkory, A. & Teddlie, C (1998). Combining cualitative and cuantitative approaches. Applied social reseachr methods. California. Ed. C. Deborah laughton.

Torres, N. (2010). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revistas científicas. Revista Luna Azul. Lumina espargo. Colombia.* Pag. 1-4.

Vallejo, G. Rojas, M. Espitia, L. & Lozano, J. (2010). *Proceso y Proyección de la Mesa Interlocal. Colombia.* Recuperado de es.wordpress.com/2010/06/proceso-y-proyeccion-de-la-mesa.pdf

Vargas, A. (2012). *Representaciones del Agua en la Cuenca del Río Salitre Derechos Ambientales y Demandas Sociales.* Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7048/1/700484.2012.pdf>.

Vásquez, D. (2003). *Estudio de factibilidad para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la UDLA-P. Licenciatura en ingeniería civil. México.*

Vera, L. (s.f). *La pertenencia de las destrezas de Pensamiento Crítico en el currículo universitario.* Recuperado de <http://ponce.inter.edu/cai/surisla/vol1/ped/pertenencia.htm>

Zabala, A. (1995). *La práctica educativa. Como enseñar.* España: ed. Grao.

ANEXOS

Anexo 1: Formato de Validación de la Secuencia Didáctica

DATOS BASICOS DEL EVALUADOR

NOMBRE: _____

PROFESION: _____

NIVEL EDUCATIVO: (Postgrados, Maestrías, Diplomados, doctorado, otros):

FECHA VALORACION: _____

A continuación se presenta una matriz en la que se pretende conocer su concepto a cerca de los siguientes aspectos relacionados con el documento anexo:

ASPECTOS	OBSERVACIONES
Presentación, ortografía y redacción del texto	
Parte conceptual	
Relación con las CSC	
Las actividades Fortalece las Habilidades del pensamiento Crítico planteadas por Halpern	
El nivel de dificultad es apropiado para la población que se propone	
El material alcanza los objetivos propuestos	

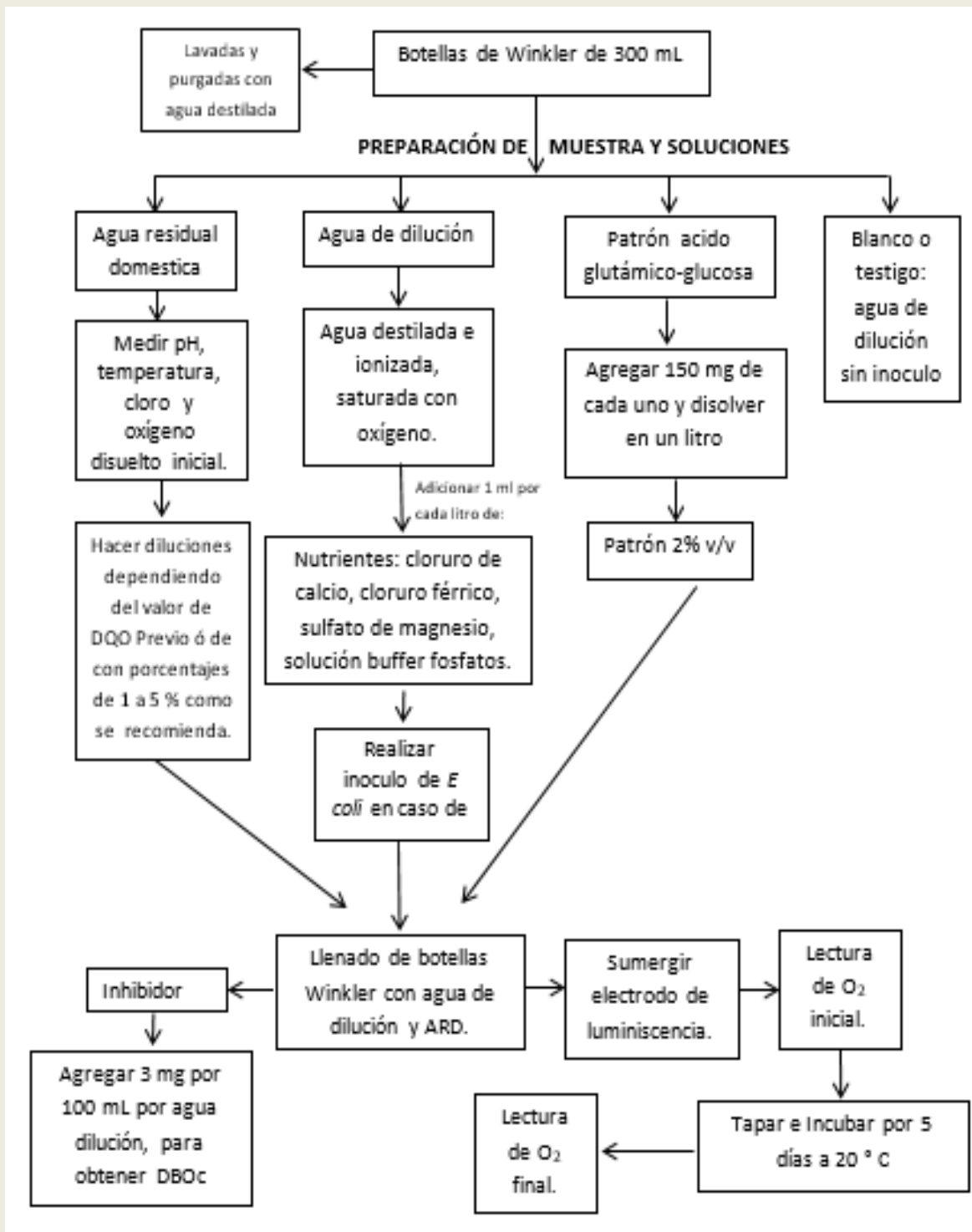
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Aprobado con recomendaciones ____

No aprobado ____

FIRMA EVALUADOR

Anexo 2: Metodología por Luminiscencia



Anexo 3: Test de Halpern

TEST DE HALPERN – HTCAES

NOMBRE: _____ EDAD: _____

(1) Parte 1

Un informe reciente aparecido en una revista para padres y profesores muestra que los adolescentes que fuman suelen obtener peores calificaciones en clase. A medida que aumenta el número de cigarrillos por día, disminuye la media de las calificaciones. Una sugerencia que hace el informe es que podríamos mejorar el rendimiento escolar evitando el consumo de tabaco entre los adolescentes.

Basándonos en esta información, ¿apoyarías esta idea como un medio para mejorar el rendimiento escolar de los adolescentes que fuman?

Sí
No

Por favor, explica por qué sí o por qué no.

(1) Parte 2

Un informe reciente aparecido en una revista para padres y profesores muestra que los adolescentes que fuman suelen obtener peores calificaciones en clase. A medida que aumenta el número de cigarrillos por día, disminuye la media de las calificaciones. Una sugerencia que hace el informe es que podríamos mejorar el rendimiento escolar evitando el consumo de tabaco entre los adolescentes. Basándonos en esta información, ¿cuál sería la mejor respuesta? (Escoge una).

a) Las calificaciones probablemente mejoren si evitamos que los adolescentes fumen, porque la investigación encontraba que cuando se incrementa la conducta de fumar las calificaciones bajan.

b) Es posible que las calificaciones mejoren si evitamos que los adolescentes fumen, pero no podemos estar seguros porque solo conocemos que estas disminuyen cuando incrementa la conducta de fumar, pero no sabemos qué pasa cuando el fumar disminuye.

c) No hay forma de saber si las calificaciones mejorarán si evitamos que los adolescentes fumen, porque solo conocemos que fumar y calificaciones están relacionados, pero no si fumar causa que las calificaciones cambien.

d) Probablemente, el evitar que los adolescentes fumen no influya en las calificaciones, porque la revista está escrita por padres y profesores, de manera que es probable que estén en contra de que los adolescentes fumen.

(2) Parte 1

Estás tratando de decidir cuál de dos programas para adelgazar ayudará mejor a un amigo tuyo con sobrepeso a perderlo de manera definitiva. Tienes los folletos de dos programas serios. Uno de ellos anuncia que consigue una pérdida media de peso de trece quilos. El otro dice que consigue una pérdida media de quince quilos. Los dos programas cuestan (valen) lo mismo.

¿Qué dos preguntas harías sobre los programas que fueran representativas para decidir cuál de ellos recomendarías a tu amigo?

(2) Parte 2

Estás tratando de decidir cuál de dos programas para adelgazar ayudará mejor a un amigo tuyo con sobrepeso a perderlo de manera definitiva. Tienes los folletos de dos programas serios. Uno de ellos anuncia que consigue una pérdida media de peso de trece quilos. El otro dice que consigue una pérdida media de quince quilos. Los dos programas cuestan lo mismo.

Valora cada una de las siguientes afirmaciones en la medida en la que esa información sería útil para tu decisión.

Utiliza la escala siguiente:

- 1 = nada importante
- 2 = de muy poca importancia
- 3 = algo importante
- 4 = moderadamente importante
- 5 = importante
- 6 = muy importante
- 7 = extremadamente importante

(Elige una)

Afirmación	1	2	3	4	5	6	7
1) ¿Cuántas personas tiene el programa?							
2) ¿Se anuncia el programa en la zona?							
3) ¿Está avalado el programa por una estrella del cine o una modelo?							
4) ¿Cuál es peso medio de los que siguen el programa antes y después de concluirlo?							
5) ¿Qué clase de formación ha recibido el personal del programa?							
6) ¿Cuántos de los que siguen el programa lo dejan antes de terminarlo?							

(3) Parte 1

Un grupo de padres está haciendo circular una petición para cambiar las normas de la escuela del barrio de modo que cualquier niño que mantenga comportamientos agresivos en ella sea expulsado inmediatamente.

¿Firmarías esta petición? Por favor, explica tu respuesta.

Sí
No

3) Parte 2

Un grupo de padres está haciendo circular una petición para cambiar las normas de la escuela del barrio de modo que cualquier niño que mantenga comportamientos agresivos en ella sea expulsado inmediatamente.

Si los padres tienen éxito con su petición de cambio de las reglas de la escuela, ¿cuál será probablemente el mayor problema con el que se encuentren? (Elige una).

a) Nadie cuidará de la seguridad de los niños.

- b) Algunos padres son negligentes y no enseñan a sus hijos a ser educados con los demás.
- c) El término “comportamientos agresivos” es demasiado impreciso para poder aplicarse bien.
- d) A algunos directores y profesores no les gusta la nueva norma.
- e) La nueva norma debería aplicarse a niños de otros barrios o de escuelas privadas

(4) Parte 1

Se pidió a un candidato a la presidencia que explicara su posición acerca de una propuesta de ley para proporcionar agujas limpias a los drogadictos como medio para prevenir la propagación de epidemias como el sida. Contestó que se oponía al programa “agujas limpias” porque era un error.

En una frase, describe el proceso de pensamiento que revela el candidato en esta respuesta.

(4) Parte 2

Se pidió a un candidato a presidente de gobierno que explicara su posición acerca de una propuesta de ley para proporcionar agujas limpias a los drogadictos como medio para prevenir la propagación de epidemias como el sida. Contestó que se oponía al programa “agujas limpias” porque era un error.

¿Cuál de las siguientes críticas al candidato son razonables? (Elige tantas como sean aplicables).

- a) El candidato no deja claro si estaba a favor o en contra del programa “agujas limpias”.
- b) El candidato no aporta una buena razón para su decisión.
- c) El candidato no da ninguna razón sobre su decisión.
- d) El candidato va a incrementar la propagación de la enfermedad al haber drogadictos que utilicen agujas usadas.
- e) El candidato usa una etiqueta en lugar de una razón.
- f) El candidato no se preocupa por los drogodependientes.

(5) Parte 1

El alcalde ha propuesto que todos los edificios del centro de la ciudad se pulvericen con un barniz que permita limpiar fácilmente las pintadas.

En una frase, expresa tu opinión acerca de este proyecto.

En una o dos frases, presenta una razón y una conclusión relacionadas con esta propuesta que sean consistentes con tu opinión.

(5) Parte 2

El alcalde ha propuesto que todos los edificios del centro de la ciudad se pulvericen con un barniz que permita limpiar fácilmente las pintadas.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, **indica si se trata de una opinión (O), un hecho (H), o un argumento razonado (AR).** (Elige una respuesta para cada una).

AFIRMACIONES	RESPUESTAS		
	O	H	AR
1) Esto no funciona			
2) En otras ciudades en que se empleó este barniz, las pintadas se redujeron en un 50%.			
3) Este sistema no funciona porque la gente que hace pintadas encontrará el modo de hacer que se mantengan.			
4) Es una buena idea porque enviará el mensaje de que no toleraremos pintadas en nuestra ciudad.			
5) Costará demasiado dinero			
6) El coste será superior a un millón de euros.			
7) Esto solo hará que el problema empeore porque los artistas de pintadas son delincuentes y esto los animará a delinquir.			

(6) Parte 1

Andrés encontró hace poco un artículo en el periódico que muestra un aumento en el tamaño de la población mundial y en la producción total de alimentos. Según este artículo, si el tamaño sigue aumentando, los alimentos se agotarán dentro de 80 años aproximadamente

¿Cuáles son dos errores probables en esta predicción?

(6) Parte 2

Andrés encontró hace poco un artículo en el periódico que muestra un aumento en el tamaño de la población mundial y en la producción total de alimentos. Según este artículo, si el tamaño sigue aumentando, los alimentos se agotarán dentro de 80 años aproximadamente.

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indica si probablemente provocará un error en la predicción (Elige tantas como sean aplicables).

- a) Las estimaciones sobre el tamaño de la población probablemente son demasiado altas.
- b) Las estimaciones sobre el tamaño de la población probablemente son demasiado bajas.
- c) Esta predicción da por supuesto que no habrá cambios en nuestra capacidad de producción de alimentos en los próximos 80 años.
- d) Esta predicción asume que la población mundial crecerá en la misma proporción a que lo ha estado haciendo hasta ahora.
- e) Esta predicción no considera posibilidades futuras como vivir en otros planetas.
- f) El artículo probablemente ha sido escrito por alguien políticamente progresista.

(7) Parte 1

Cuatro pacientes están esperando para ver a un médico especializado en dolores de cabeza. Tres de ellos son mujeres, lo que lleva al paciente varón a concluir que las mujeres que buscan ayuda médica para los dolores de cabeza son más numerosas que los hombres.

¿Es una conclusión razonable a partir de las personas que están esperando para ver al médico?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Por favor, explica tu respuesta.

(7) Parte 2

Cuatro pacientes están esperando para ver a un médico especializado en dolores de cabeza. Tres de ellos son mujeres, lo que lleva al paciente varón a concluir que las mujeres que buscan ayuda médica para los dolores de cabeza son más numerosas que los hombres.

Cuál sería la mejor respuesta a la cuestión: ¿Es una conclusión razonable basarse en los pacientes de la sala de espera del médico? (Elige Una).

- a) Sí, el 75% es significativamente mayor que el 50%, que sería lo esperado por azar.
- b) Sí, los pacientes que esperan ver a este médico representan al total de la población que va al médico para pedir ayuda para sus dolores de cabeza.
- c) No, cuatro es una muestra demasiado pequeña para efectuar inferencias sobre la población.
- d) No, hay probablemente muchos más hombres que tienen dolores de cabeza, solo que tienden a buscar atención médica en el hospital.
- e) No, los hombres tienen tantos dolores de cabeza como las mujeres.

(8) Parte 1

Tu médico de familia te ha dicho que tienes una enfermedad grave y que deberías empezar a tomar un medicamento que se está experimentando y que puede ser eficaz.

Como se encuentra en fase experimental, no se conocen todos los riesgos, pero con seguridad te dará sueño y como consecuencia, no podrás conducir. Esto te crea un gran problema, pues donde tú vives no llega el transporte público.

Al pensar en este problema, ¿qué dos factores tendrías en cuenta a la hora de decidir si tomas o no el medicamento?

(9) Parte 2

Tu médico de familia te ha dicho que tienes una enfermedad grave y que deberías empezar a tomar un medicamento que se está experimentando y que puede ser eficaz.

Como se encuentra en fase experimental, no se conocen todos los riesgos, pero con seguridad te dará sueño y como consecuencia, no podrás conducir. Esto te crea un gran problema, pues donde tú vives no llega el transporte público.

Más adelante encontrarás enumeradas algunas acciones que puedes plantearte para ayudarte a tomar una buena decisión. Valora cada una de ellas en función de la influencia que tendrían en tu decisión.

Utiliza una escala de 7 puntos como la siguiente:

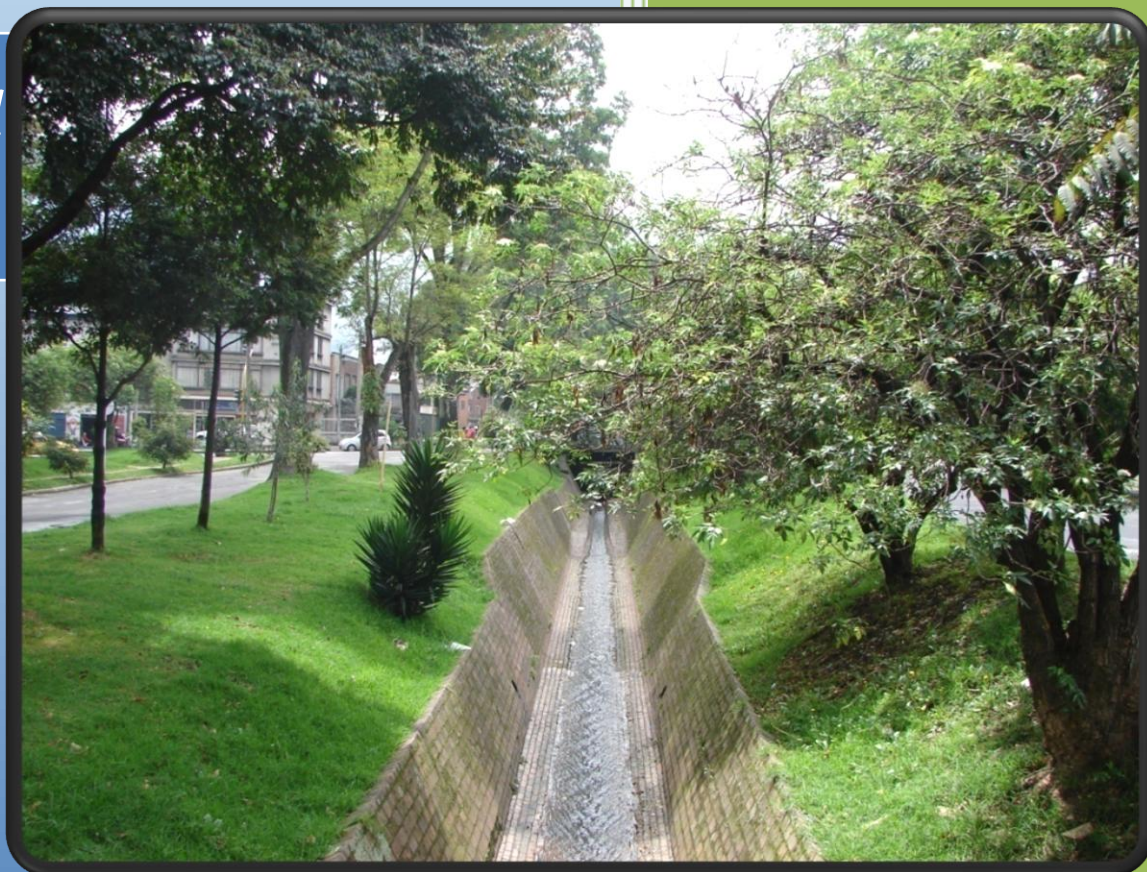
- 1 = nada importante
 - 2 = de muy poca importancia
 - 3 = algo importante
 - 4 = moderadamente importante
 - 5 = importante
 - 6 = muy importante
 - 7 = extremadamente importante
- (Elige una)

Afirmación	1	2	3	4	5	6	7
1) Busca la opinión de un amigo que esté siguiendo otro tratamiento para el mismo problema.							
2) Verifica el diagnóstico con una segunda opinión independiente.							
3) Infórmate de qué sucedería si no tomas el medicamento experimental							
4) Recaba información sobre los riesgos a largo plazo asociados al medicamento.							
5) Infórmate sobre tratamientos alternativos							
6) Averigua si el seguro de tu coche cubre los gastos de un accidente, en el caso de que te quedas dormido mientras conduces							
7) Indaga qué sucede si tu problema de salud no recibe tratamiento.							

Anexo 4: Secuencia Didáctica

2014

Río sa



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Educadora de educadores

AUTORES:
DIAZMENDIVELSO ERICKA JOHANNA
RUIZFLOREZ MAURICIO
SUAREZ SILVA JENNIFER ALEJANDRA

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
1. PRESENTACIÓN.....	3
2. ORIENTACIÓN DEL USO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA.....	4
2.1. ORIENTACIÓN PARA EL DOCENTE.....	4
2.2. ORIENTACIÓN PARA EL ESTUDIANTE.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
3.2. OBJETIVO CONCEPTUAL.....	6
3.3. OBJETIVO PROCEDIMENTAL.....	6
3.4. OBJETIVOS ACTITUDINALES.....	6
4. ETAPA DE INICIACIÓN.....	7
4.1. LEE, ANALIZA Y PROPONE.....	7
4.2. ACTIVIDAD N.1.....	10
5. ETAPA DE DESARROLLO	12
5.1. CONOCE, INVESTIGA Y APRENDE.....	12
5.2. DETERMINA, ANALIZA Y ARGUMENTA.....	15
5.3. ACTIVIDAD N.2.....	16
5.4. ACTIVIDAD N.3.....	23
6. ETAPA DE FINALIZACIÓN	31
6.1. ACTIVIDAD N.4.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32

PRESENTACIÓN

La formación inicial de docentes de ciencias naturales no solo implica generar conocimientos disciplinares, pedagógicos, didácticos, epistemológicos y habilidades experimentales. Esta formación debe promover el desarrollo de habilidades que fortalezcan el pensamiento crítico, con el objetivo de formar docentes que sean capaces de resolver problemas, de cuestionarse, de argumentar, de ser críticos frente a la sociedad, además, de que participen de forma activa en el mejoramiento de los procesos educativos.

Por esta razón, el diseño de esta secuencia didáctica, tiene como objetivo que los docentes de ciencias en formación inicial, de décimo semestre en licenciatura en química perteneciente a la Universidad Pedagógica Nacional, fortalezcan de forma participante el pensamiento crítico, no solo para que cuestione, analice, reflexione y critique de forma argumentativa y constructiva los procesos de enseñanza - aprendizaje, su propia práctica educativa y problemas de diferentes índole que se dan dentro de la sociedad. Sino además, para que fortalezcan el pensamiento crítico como una herramienta para fomentarlo en sus estudiantes dentro del que hacer docente a partir de estrategias didácticas.

La estructura y diseño de la secuencia didáctica se centra en actividades basadas en una cuestión sociocientífica de índole local, como lo son las aguas residuales del río Salitre; ya que es una problemática o disyuntiva que tiene incidencias en lo económico, político, ético - moral, ambiental, social y en la salud.

ORIENTACIÓN DEL USO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

ORIENTACIÓN PARA EL DOCENTE

Esta secuencia didáctica, se ha diseñado como una herramienta educativa para el docente en el proceso de enseñanza / aprendizaje, haciendo posible la articulación de ejes temáticos curriculares y problemas sociocientíficos, como lo es el análisis de la disyuntiva de aguas residuales del río salitre a partir de sus causas y consecuencias en lo político, económico, ético - moral, ambiental, social y de salud. Fomentando el fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico como la argumentación, el razonamiento verbal, la comprobación de hipótesis, la toma de decisiones y habilidades para resolver problemas.

El direccionamiento de cada actividad está a cargo del docente, para lo cual es necesario conocer de forma previa la secuencia didáctica, para poder hacer las profundizaciones, e intervenciones necesarias, además de poder concluir acerca de las temáticas, hacer procesos de evaluación y de reflexión.

La secuencia didáctica está enfocada en tres fases la fase de iniciación, desarrollo y finalización donde se da a conocer el tema por medio de noticias, juego de roles, analogías, artículos científicos realizados por los estudiantes, entre otras actividades, teniendo como controversias claves:

- 1. Fuentes hídricas para agua potable o para agua residual.*
- 2. Pagar por contaminar, pagar para descontaminar y sin mitigar el impacto ambiental.*

Para el uso adecuado y para que sea eficiente la secuencia didáctica, es necesario que el docente que la aplique tenga presente la organización secuencial, los objetivos de la enseñanza y los objetivos planteados dentro de lo conceptual, procedimental y actitudinales.

ORIENTACIÓN PARA EL ESTUDIANTE

Esta secuencia didáctica se ha diseñado considerando al docente en formación el protagonista y el estructurador de su propio pensamiento crítico, adquiriendo habilidades que aporten a su desarrollo, como lo son la argumentación, el razonamiento verbal, la comprobación de hipótesis, la toma de decisiones y habilidades para resolver problemas. Desarrollando de forma activa y consiente las actividades plantea y enfocadas hacia la cuestión sociocientífica local de las aguas residuales del río Salitre.

Para cumplir con lo anterior, la secuencia está dirigida por un objetivo general, complementado por objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales, con el fin de fortalecer las bases del pensamiento crítico que ha desarrollado el estudiante antes y durante su formación, por medio de discusiones, análisis de noticias, investigaciones experimentales y otras estrategias didácticas que ayuden a cumplir el objetivo.

En este sentido, se debe tener en cuenta que la secuencia es una herramienta que orienta de forma organizada el proceso enseñanza - aprendizaje, pero que puede estar sujeta a cambios según los intereses o nuevas inquietudes que vayan surgiendo durante su aplicación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Fortalecer las habilidades que conforman el pensamiento crítico en docentes de ciencias en formación inicial, a través de la discusión de la problemática sociocientífica de las aguas residuales del río Salitre.

OBJETIVO CONCEPTUAL

- ✓ Reconoce las políticas, la procedencia y las implicaciones ambientales y sociales que aborda las aguas residuales.
- ✓ Identifica la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y la demanda química de oxígeno (DQO) como parámetros del control de las aguas residuales.

OBJETIVO PROCEDIMENTAL

- ✓ Cuantifica de forma empírica en el laboratorio la DBO_5 y la DQO.
- ✓ Describe la problemática medio ambiental que presenta el río Salitre.
- ✓ Participa activamente en las actividades propuestas para fortalecer el pensamiento crítico.

OBJETIVO ACTITUDINAL

Reflexiona, analiza y toma posición como actor ciudadano activo y crítico, a problemáticas sociocientíficas, abordando lo ambiental, social, político, económico, ético, científico, tecnológico y de salud

ETAPA DE INICIACIÓN

LEE, ANALIZA Y PROPONE.

El Acueducto señaló que tiene programado hacer la limpieza y mantenimiento de otros canales.

*Autor: Vanesa Castro
Tomado del TIEMPO.COM*

La limpieza de los canales era una petición unánime de los vecinos de estas rondas ya que el olor putrefacto, las toneladas de basura y sedimento, roedores e insectos era el panorama que tenían al pasar por allí o abrir sus ventanas.

El Canal Salitre, por donde pasa el río Salitre, también conocido como Juan Amarillo (desde la av. 68 hasta la calle 94 con cra. 91), era uno de ellos. Según el Acueducto, este canal es el principal sistema de drenaje de aguas lluvias del centro y noroccidente de la ciudad por ello, desde febrero de este año y hasta marzo del 2013, será objeto de un mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar su capacidad hidráulica y evitar inundaciones con la temporada de invierno que se avecina.

A la fecha se ha realizado la limpieza de 9 mil metros del Salitre y 4 mil del Juan Amarillo en las que se han extraído 16 mil metros cúbicos de lodo y cerca de 2 mil metros cúbicos de basura.

El río Salitre, con una longitud de 21. 56 kilómetros, nace en la quebrada Arzobispo al oriente de la Av. Circunvalar, en el Parque Nacional, allí sus aguas son cristalinas. Sin embargo, se va contaminando con los desechos al pasar por las localidades como Teusaquillo, Barrios Unidos, Engativá y Suba hasta finalmente desembocar en el río Bogotá.

Cley Forero, líder del barrio Pontevedra, aseguró que el cambio ha sido total "valoramos mucho el trabajo que han hecho porque estaba en muy mal estado, pero pedimos que el control sea permanente", comentó. Ella junto a un grupo de vecinos decidieron unirse, desde hace tres años, para velar por su mantenimiento, "antes de unirnos la situación era crítica", precisó Cley.

Marcela Romero, coordinadora social del Acueducto, señaló que hay nueve comités de veeduría y que esperan poder hacerle mantenimiento cada dos meses.

Por su parte Hugo Guanumen, gerente de la zona dos del Acueducto, aseguró que "la idea es hacer una limpieza continua, además haremos mantenimiento en otros canales como el Molinos y el de la 127", y precisó que la demora en la limpieza obedeció "al cambio de gobierno que afectó los procesos de contratación y que actualmente están pendientes de la adjudicación para garantizar la limpieza de los canales en el 2013".



¿Cuáles son las intervenciones que se han hecho?

El Acueducto está realizando actividades de dragado, retiro de buchón y de basuras, poda de césped, deshierbe de bermas, mantenimiento de losas y taludes y adecuación de los sitios de acceso al canal.

La limpieza del Canal Salitre se realiza en 4 tramos

1. Localidad de Teusaquillo: Desde la carrera 30 con calle 48 hasta la calle 63 con carrera 30.

2. Localidad de Barrios Unidos: Desde la carrera 30 con calle 63 hasta la calle 72 con carrera 50 y desde la carrera 53 con calle 80 hasta la carrera 68 con calle 83.

3. Localidad de Engativá y Suba: Desde la avenida 68 hasta la carrera 91 con calle 94. Y los tramos del río Juan Amarillo desde la salida del canal Bolivia hasta la desembocadura en el río Bogotá.

4. Limpieza manual en el tramo comprendido entre la calle 72 con carrera 50 hasta la calle 80 con carrera 53.

El pasado 28 de agosto el Acueducto inició la limpieza del canal Molinos en el tramo comprendido entre la Autopista Norte y la desembocadura del Humedal Córdoba.

Según la entidad, a la fecha los trabajos de mantenimiento presentan un avance del 70 por ciento en los cuales se han retirado 4 mil toneladas de desechos y lodos en este canal.

El Acueducto señaló que tiene programado hacer la limpieza y mantenimiento de otros canales como el de la calle 127, para lo cual adelanta la contratación de estos trabajos. Sin embargo, no precisó la fecha de intervención.

ACTIVIDAD N.1

A partir de la lectura anterior y con el fin de socializar dentro de la clase responda:

PROBLEMÁTICA PRINCIPAL PLANTEADA EN EL ARTÍCULO



ASPECTOS AMBIENTALES:

ASPECTOS SOCIALES:

ASPECTOS DE SALUD:

ASPECTOS POLITICOS:

ASPECTOS ECONÓMICOS:

Qué otras posibles intervenciones frente al río Salitre, Arzobispo o Juan Amarillo propone:

JUEGO DE ROLES

Con la actividad N.1 terminada, se conforman 5 grupos, a los cuales se les dividirá cada uno de los aspectos mencionados (ambiental, social, salud, político y económico). Estos deben defender a partir de una discusión el aspecto seleccionado al solucionar las siguientes controversias, teniendo en cuenta la problemática del río Salitre planteado en el artículo.

Controversia N.1

Fuentes hídricas para agua potable o para agua residual.

Controversia N.2

Pagar por contaminar o pagar para descontaminar y sin mitigar el impacto ambiental.

ETAPA DE DESARROLLO

CONOCE Y APRENDE.

VIDEO DE INTRODUCCIÓN



<http://www.youtube.com/watch?v=AaYxh3oLxko>

¿QUÉ ES UN AGUA RESIDUAL Y CUAL ES SU TRATAMIENTO?

Observar el siguiente video:



<http://www.youtube.com/watch?v=m4IKVyzjmzs>

¿CÓMO SE MIDE LA DBO₅?

GRUPO	METODOLOGÍA	INTERVENCIÓN DEL DOCENTE
1	Winkler	https://www.youtube.com/watch?v=2z91AROMQYA .
2	Respirometría	Explicación Oral
3	Membrana	Explicación Oral
4	Luminiscencia	https://www.youtube.com/watch?v=Cb7d0S1DoPU

Conociendo los métodos analíticos de la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno, ¿Qué otra alternativa propone para indicar la presencia o no de oxígeno disuelto en un agua residual de tipo doméstico? Justifique su respuesta.

DETERMINE, ANALICE Y ARGUMENTE

ACTIVIDAD N.2.

EL PROBLEMA DEL RÍO SALITRE

Adaptado de: Alfonso Pérez Preciado

Tomado de: Fundación al verde vivo

Desde su nacimiento hasta su desembocadura, los aportes de aguas residuales hacen que el río salitre presente niveles creciente de contaminación biológica, química y física, en la medida en que recibe descargas de sus distintos tributario, lo que lo convierte en una de las mayores alcantarilla abierta de Colombia. Por dicha razón, se realizan estudios de calidad físico-químicos y microbiológicos de manera esporádica, por parte de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá y la secretaría distrital del ambiente, poniendo en evidencia la calidad del río y el deterioro que sufren desde que entran a la ciudad de Bogotá.

El río salitre ofrece cuatro tramos bien definidos desde el punto de vista de la contaminación orgánica. Ellos son: Desde su nacimiento en los cerros orientales hasta el parque nacional en la carrera séptima: tramo 2 (desde la carrera séptima hasta la avenida NQS); el tramo 3 (desde la avenida NQS hasta la carrera 68); tramo 4 (comprendiendo entre la carrera 68 hasta la PtAR el salitre y posterior desembocadura en el río Bogotá).

En el primer tramo (nacimiento Parque nacional): la DBO no se registra y el oxígeno disuelto superior a 8.3 mg/L. es un río de montaña, cuya carga de coliformes totales es de apenas de $1 \cdot 10^2$ UFC.

En el tramo 2 el río salitre o el río Juan Amarillo se caracteriza por tener una DBO_5 después de la Cra 7a por lo general, Inferior a 24 mg/L, el oxígeno disuelto de 7.6 mg/L y los coliformes

totales $2.0 \cdot 10^5$ UFC; antes de la Cra 30, la DBO_5 promedia un aumento, hasta cerca de 205 mg/L, descendiendo el oxígeno disuelto hasta cerca de 2,7 y los coliformes fecales $45.7 \cdot 10^5$ UFC. El tercer tramo, que se extiende después de la Cra 30 y antes de la AV. 68 la DBO_5 media de muestreo es casi siempre 235 mg/L y el oxígeno disuelto 2.1 mg/L, los coliformes totales son de 47.1 UFC y antes de la AV.68 la DBO_5 alcanza unos valores de 154 mg/L y el oxígeno disuelto no se detecta, los coliformes totales son de $22.2 \cdot 10^6$ UFC.

En el tramo 4 después de la AV.68 la DBO_5 registra un valor de 175 mg/L y no se detecta nada de oxígeno disuelto, los coliformes totales registran $16.4 \cdot 10^6$ UFC, posteriormente en la desembocadura al río Bogotá, la DBO_5 disminuye a 49 mg/L, sin embargo no se detecta oxígeno disuelto y los coliformes totales son $90.6 \cdot 10^5$ UFC.

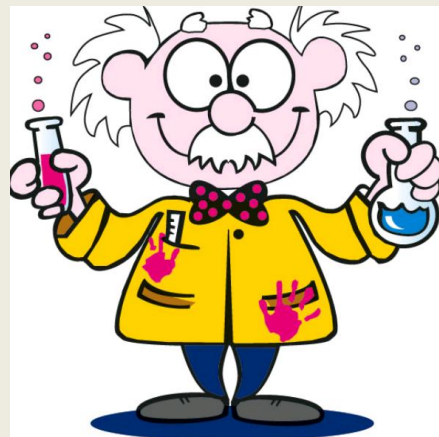
CUENCA SALITRE	PUNTOS DE MONITOREO	CAUDAL (L/s)	Ph (Unds)	OXÍGENO DISUELTO mg O ₂ /L	DBO ₅ mg O ₂ /L	DQO mg O ₂ /L	SÓLIDOS SUSPEND. TOTALES mg/L
Tramo No. 1	Parte Alta	10.5	6.6	8.3	N.D.	43	1
	Antes Carrera 7ª.	20.9	7.72	7.7	24	54	60
Tramo No. 2	Después Carrera 7ª.	24.2	7.94	7.6	24	64	63
	Antes Carrera 30	92	8.21	2.7	205	393	106
Tramo No. 3	Después Carrera 30	131.4	8.21	2.1	235	449	118
	Antes Avenida 68	*	8.02	N.D.	154	349	82
Tramo No. 4	Después Avenida 68	1031	8.00	N.D.	175	379	116
	Desembocadura del Río Bogotá	819.3	8.00	N.D.	49	108	55

Fuente: Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB)-Secretaría distrital de Ambiente (SDA).

Teniendo en cuenta lo mencionado en la lectura anterior, argumente cual tramo de la fuente hídrica presenta mejor calidad y mencione las posibles causas del deterioro de las otras, destacando la importancia de la medición de parámetros como DBO_5 Y DQO.

PRACTICA EXPERIMENTAL

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS



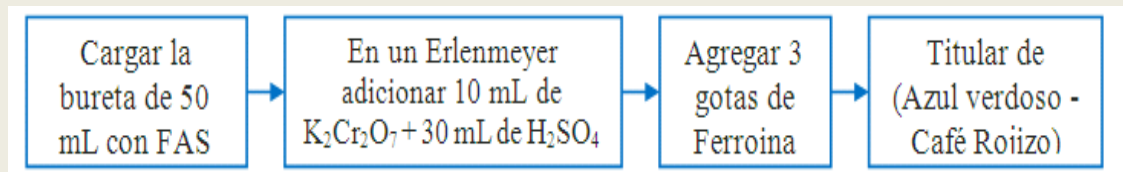
REACTIVOS	MATERIALES
Dicromato de Potasio [0.25 N]	3 balones de boca esmerilada de 250 ml.
Biftalato de Potasio [500 ppm]	3 tubos de reflujo abierto.
Ácido Sulfúrico concentrado.	3 Erlenmeyer de 500 ml.
Ferroína.	1 Bureta de 50 ml.
Solución Buffer Fosfato (para pH=7)	1 Probeta de 100 ml.
Sulfato Ferroso Amoniacal (FAS) [0.25 N]	1 Pipeta Aforada de 25 ml.
Glucosa.	1 Pipeta Aforada de 10 ml.
Ácido Glutámico.	1 Pipeta Graduada de 5 ml.
Cloruro Ferrico.	6 Botellas Winkler
Cloruro de Calcio.	Vidrio de Reloj.
Sulfato de Magnesio.	Estufa.
Tiosulfato de Sodio [0.25 N].	Incubadora.
Yoduro de Potasio.	Balanza Analítica.
Almidón 5% m/v.	Espátula.
Sulfato de Mercurio	Perlas de Ebullición.
	Agitador.
	Gotero.
	Frasco Lavador.
	Balón Aforado de 100 ml.
	Balón Aforado de 1 L.
	Balón Aforado de 500 ml.
	Balón Aforado de 25 ml.
	Balón Aforado de 50 ml.

DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO

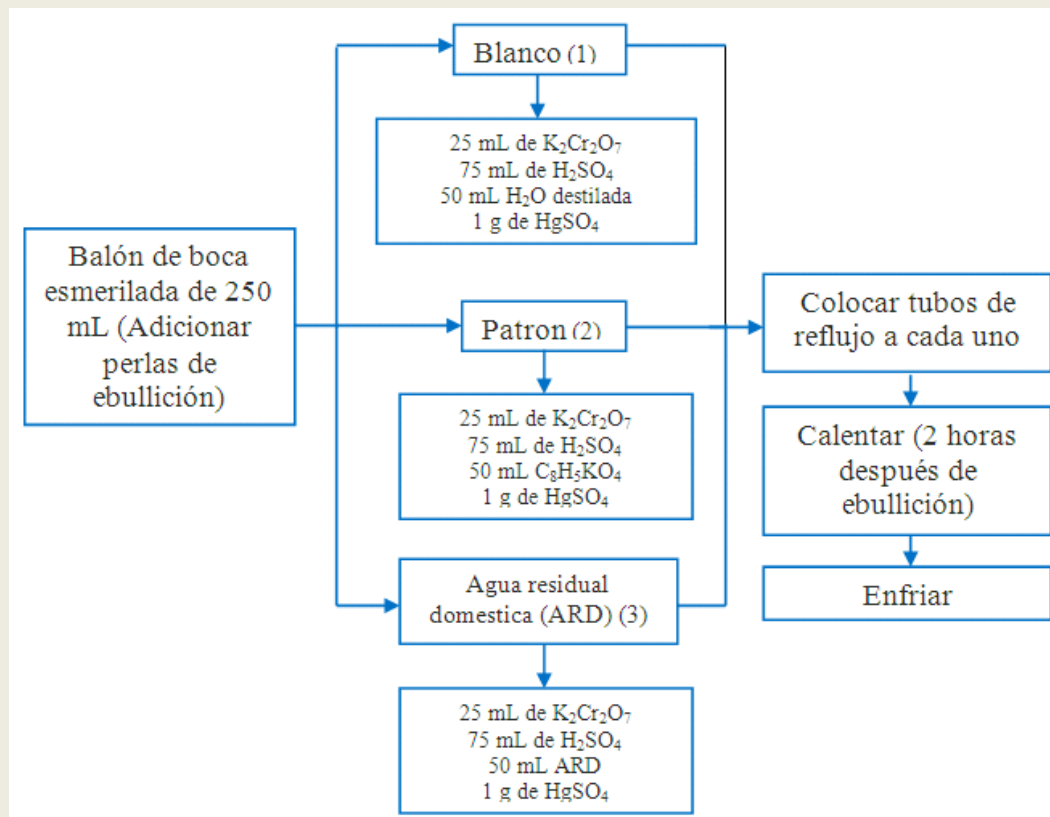
Preparación de Reactivos:

- *Dicromato de Potasio:* Llevar una masa de 1.2320 g a un volumen de 100 ml para una concentración final de 0.25 N.
- *Patrón Biftalato de Potasio:* Llevar una masa de 0.125 g a un volumen de 100 ml para una concentración final de 500 ppm.
- *Sulfato Ferroso Amoniacal:* Llevar una masa de 24.503 g a un volumen de 250 ml para una concentración final de 0.25 N.

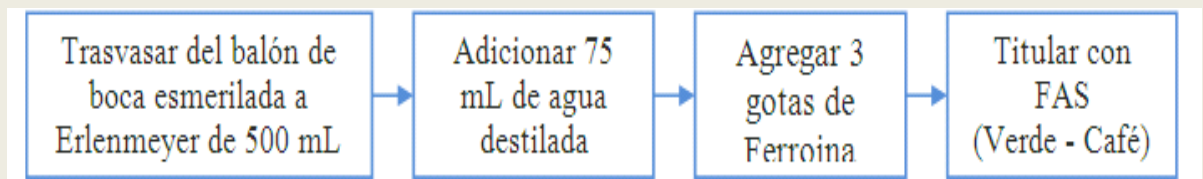
Estandarización del Sulfato Ferroso Amoniacal con Dicromato de Potasio



Sistema de Reflujo Abierto



Titulación

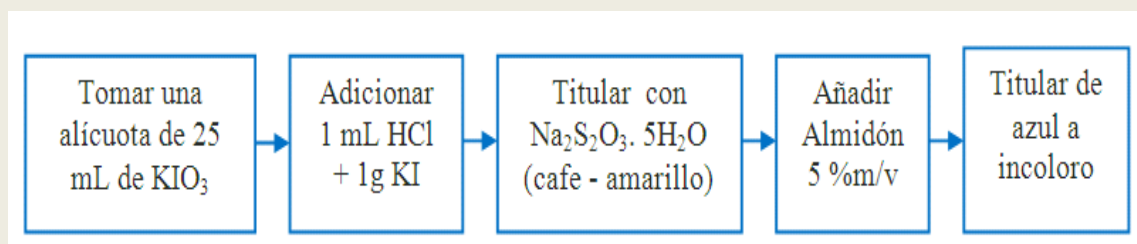


DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO

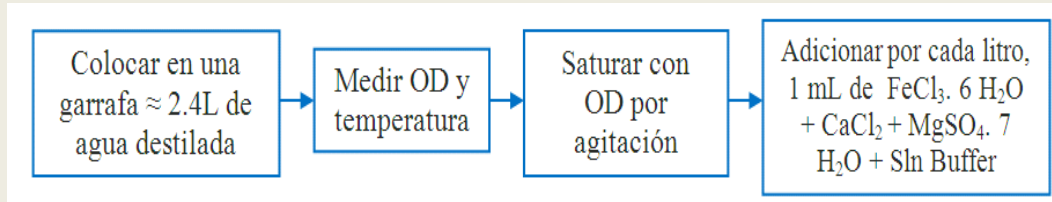
Preparación de Reactivos:

- Patrón: Glucosa - Ácido Glutámico: Añadir 75 mg de glucosa y 75 mg de ácido glutámico a agua destilada y dilúyase hasta 500 ml
- Cloruro Férrico: Dilúyanse 0.125 g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y dilúyase hasta 500 ml
- Cloruro de Calcio: Dilúyanse 0.6875 g de CaCl_2 en agua destilada y dilúyase hasta 25 ml
- Sulfato de Magnesio: Dilúyanse 0.5625 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada y dilúyase hasta 25 ml
- Solución Buffer Fosfato: Se prepara la solución mezclando 2.116 g de NaH_2PO_4 y 1.395 g de Na_2HPO_4 , en un volumen de 25 ml (Medir el pH con un potenciómetro calibrado, este debe estar entre 7 y 7.2)
- Tiosulfato de Sodio: Llevar una masa de 1.0328 g a un volumen de 100 ml para una concentración final de 0.25 N.
- Yodato de Potasio: Llevar una masa de 1.344 g a un volumen de 50 ml para una concentración final de 0.25 N.

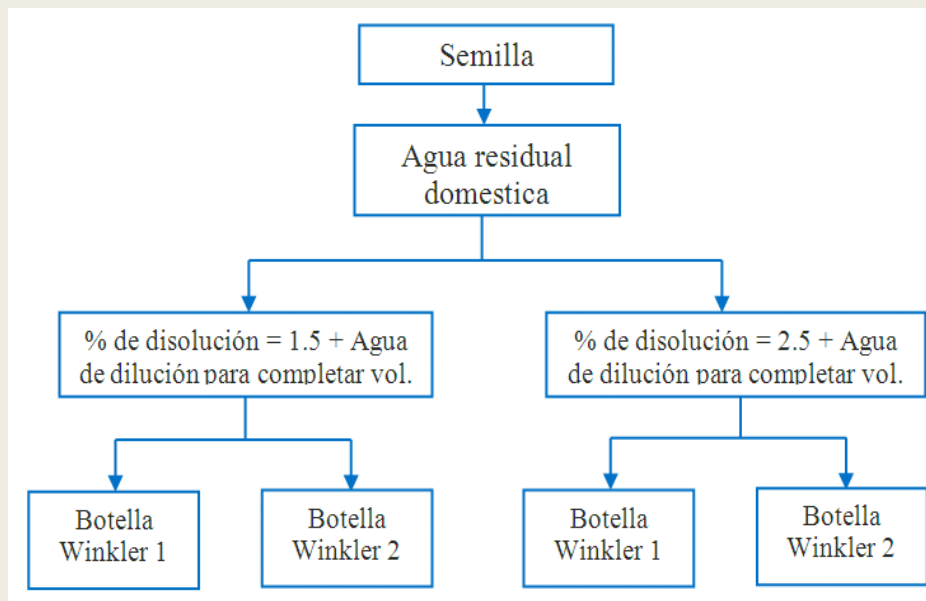
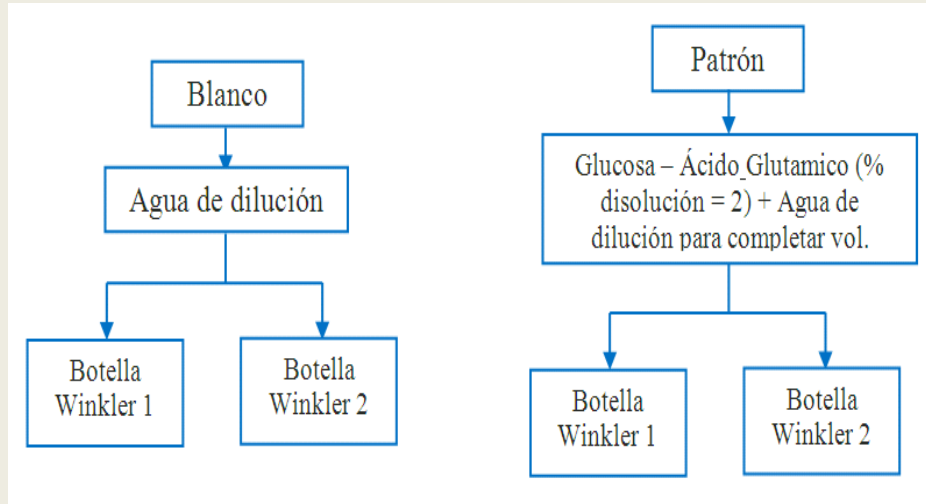
Estandarización del Tiosulfato de Sodio con Yodato de Potasio



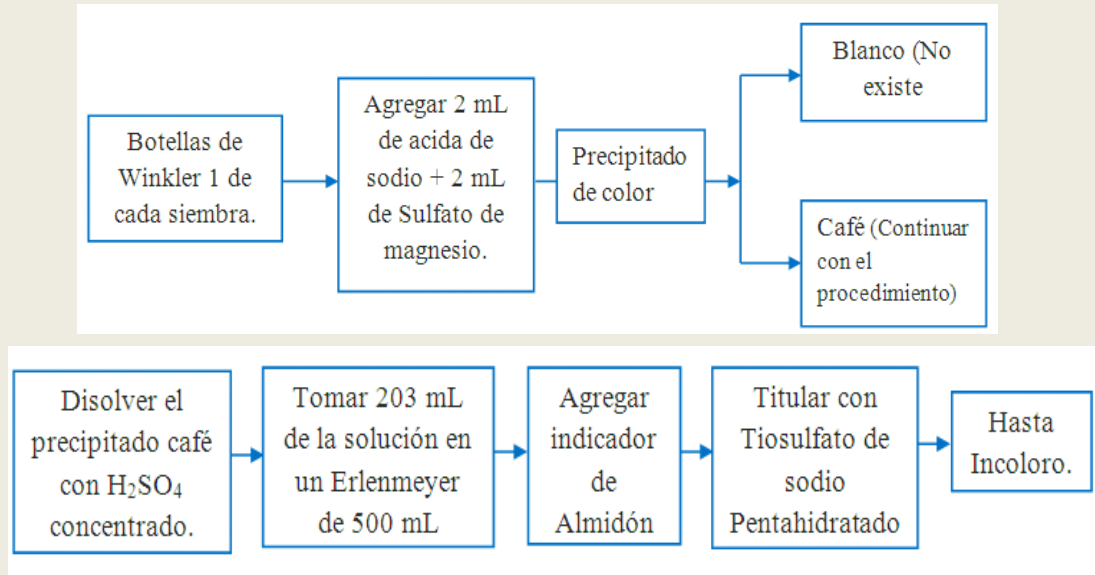
Pretratamiento de la Muestra y Preparación del Agua de Dilución



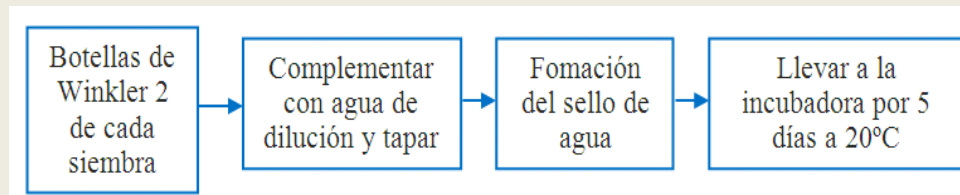
Siembra de la muestra



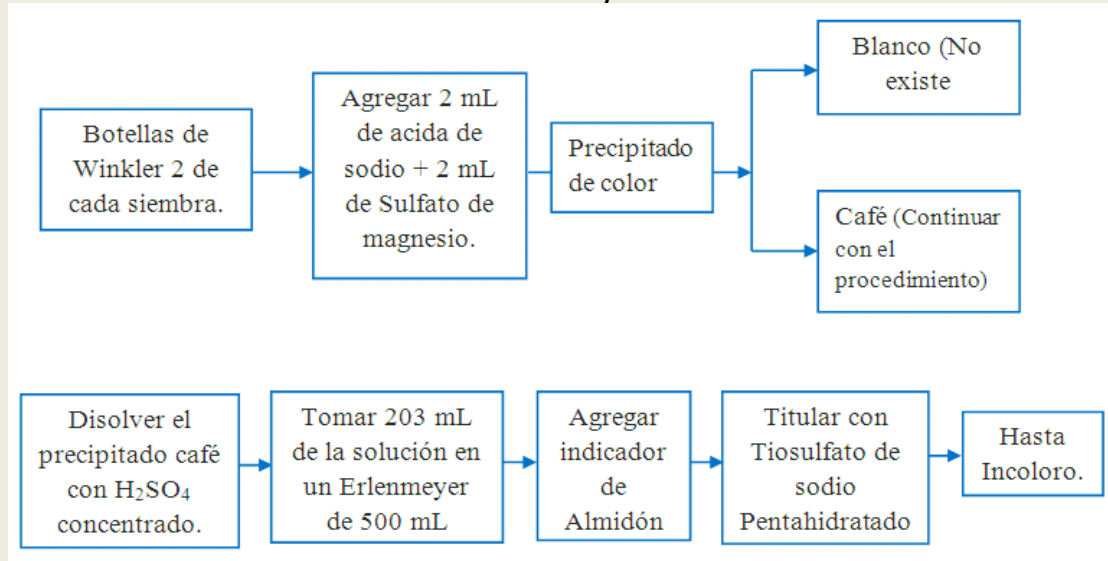
Determinación de OD inicial por Winkler.



Sellado e incubación



Determinación de OD final después de los 5 días de siembra.





NOTICIA FICTICIA

Realice una noticia ficticia, identificando el tramo de la muestra de agua analizada, a partir de la relación de la lectura EL PROBLEMA DEL RÍO SALITRE de: Alfonso Pérez Preciado y los resultados obtenidos en la práctica experimental, donde ponga en evidencia el impacto ambiental que tiene el tramo analizado.

ACTIVIDAD N. 3

¿MEDIO LLENO O MEDIO VACIO?

Escrito: Por Juliana Moreno Angulo

No se trata de optimismo ni de psicología. El problema del vaso medio lleno o medio vacío recuerda, más allá de su curioso juego de palabras, que el problema también está en la calidad del recurso que llena una cantidad cualquiera de ese vaso y, de cómo, si seguimos contaminando, terminará por evocar un mundo en el que aún podíamos llenarlo o desocuparlo. El agua, sí, de eso hablamos.

Considerando que el riesgo ambiental en el que se encuentra el agua va más allá de una ecuación con fórmulas matemáticas, y de que es una parte de muchos problemas y un problema con muchas partes, es importante reconocer que es una cuestión que nos compete a todos. En Bogotá, la condición y calidad del agua es uno de los temas que más preocupa. El sistema hídrico, un conjunto de cuerpos de aguas naturales y artificiales que hacen parte del drenaje y que en Bogotá está conformado por el canal Torca y los ríos Salitre, Tunjuelo, Fucha y Bogotá y las diferentes quebradas que confluyen en estos ríos, presenta inconvenientes que ponen en la mesa un gran interrogante, ¿qué calidad tienen nuestra agua y el sistema que la transporta?

Un grupo de investigadores de la Pontificia Universidad Javeriana, liderado por el ingeniero Nelson Obregón y acompañado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la Secretaría Distrital de Ambiente, buscaron la respuesta a esta pregunta con una investigación de monitoreo de los caudales y redes que ven correr el agua de la ciudad.

El investigador principal, Nelson Obregón, explica que aun con un sistema hídrico en buen estado y con las plantas de tratamiento que se tienen, no tenemos la certeza de que podamos recuperar por completo los ríos ya contaminados, y lo que inquieta en ese caso es que si no cumplimos con el compromiso ambiental que nos exige mantener y circular las aguas residuales en buen estado, terminaremos por convertir el agua en una amenaza.

Así pues, la problemática crece a la misma velocidad en la que el agua recorre la ciudad y, sin lugar a dudas, es una consecuencia de las dinámicas metropolitanas y del comportamiento ciudadano frente al uso y cuidado del recurso. Estos temas, al ser contemplados por este grupo de investigadores, presentan un estimativo importante que sobrepasa el tecnicismo, para establecer puntos de partida que permitan entender la problemática y ofrecer posibles métodos de reparación y prevención.

Río que suena...

Las palabras que siguen a esos puntos suspensivos parecen obvias, pero no lo son. Después de muchos esfuerzos, el grupo de investigadores de la Universidad Javeriana y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, descubrieron que los ríos de nuestra ciudad no sólo llevan piedras; los niveles de contaminación que han alcanzado ahora han hecho sonar al río por las razones contrarias y con certeza, son resultados que vale la pena tener presentes.

Por ejemplo, el río Salitre, que nace en los cerros orientales con el nombre de río Arzobispo y que corre paralelo a las avenidas 39, 40 y 22 hasta la carrera 30 muestra un exceso de materia fecal tal que el agua se ha convertido en un agente portador de bacterias y enfermedades; la fuente de esta contaminación empieza, sin duda, en los vertimientos de aguas residuales domésticas, problema que es importante solucionar, por diferentes razones, pues demuestra que el problema también

empieza en la forma como se drenan las aguas residuales y las aguas lluvias; en muchos puntos de la ciudad estas aguas comparten drenajes.

Los problemas son varios, el Salitre también presenta un aumento en la Demanda Química de Oxígeno, que mide la cantidad de materia orgánica, susceptible de ser oxidada por medios químicos, pasa de un promedio de 16 y 32 miligramos por litro en sectores de la ciudad como el Parque Nacional, y llega a 316 cuando desemboca en el río Bogotá. Esta variación de materia orgánica total y el aumento del grado de contaminación bacteriológica es un índice claro en la forma como los ciudadanos intervenimos en el problema.

Entonces, algunas recomendaciones de los investigadores son no mezclar el agua con grasas o con elementos líquidos contaminantes como varsol o ACPM, tratar de reutilizar el agua con la que se lavan los platos para limpiar otras cosas y hacer uso de las aguas lluvias para las cisternas. Esta propuesta se hace porque en cierto punto del proceso y recorrido del drenaje de esta agua se encontrarán con el agua que se descarga en los ríos.

“Es importante entender que esta investigación también es un llamado de atención sobre el cuidado y el uso del agua en la ciudad, los problemas no solo son de calidad sino también de cantidad. El uso del recurso en un restaurante, por ejemplo, preocupa por la cantidad de agua que es contaminada y que se acumula en el alcantarillado y esto, progresivamente se adhiere a otro tipo de problemas como el cambio climático, y esto con certeza hará de este problema una ola imposible de parar”, asegura Obregón.

La realidad del estado del agua se acerca también a un signo de identidad en el que el creer ser civilizados nos ha llevado a ser más incivilizados. Sí. Debemos entender que el tiempo traerá resultados y consecuencias tanto de la calidad del agua, como

de la calidad de nuestras vidas. La tierra no podrá resguardarnos más y dejará de importar un dilema tan simple como mantener, o no, el vaso lleno más no vacío. Esta consciencia se puede tomar a partir de los resultados de este estudio o no.

Tomado de:

<http://www.javeriana.edu.co/revistas/Ofi/pesquisa/wordpress/?p=411>

TOMANDO DECISIONES.....

El siguiente ejercicio de toma de decisiones adopta la forma de una investigación ambiental. Se centra en el argumento de algunos habitantes de la zona industrial de Bogotá, quienes piensan que, como es una ciudad industrial, la contaminación del agua es un costo inevitable que debe aceptarse si la gente desea mantener un nivel de vida elevado. Otros sostienen que la contaminación del agua es tan seria que amenaza la salud y la calidad de vida de la gente que vive en la ciudad.

- ✓ *Identifique los distintos valores que tiene la gente que expresa estas visiones opuestas sobre el mismo problema.*
- ✓ *De acuerdo con el texto, se puede comprender lo que significa 'contaminación del agua', sus efectos y sus posibles soluciones.*

Conteste las siguientes preguntas:

- *¿Qué es la contaminación del agua?*
- *¿Cuáles son las principales fuentes de contaminantes ambientales?*
- *¿Cómo afecta la contaminación del agua a la vida humana?*
- *¿Cómo afecta la contaminación del agua al clima?*
- *¿Qué soluciones se han recomendado para la contaminación del agua?*
- *¿Estas soluciones son viables? Comente sus ventajas y desventajas.*

IDENTIFICANDO SOLUCIONES

Imagine que se ha organizado una reunión para permitir que la gente directamente afectada comparta su opinión sobre lo que debería hacerse en torno al problema de la contaminación del río salitre en Bogotá. Lea el punto de vista de algunos invitados a la reunión:

Si usted fuera el líder encargado de sintetizar los aspectos más importantes de la reunión, después de ubicarse con cada uno de los personajes, reúna la información necesaria para tomar parte activa y efectiva en la actividad, sintetizando en un texto lo que cree sería más importante para elaborar un documento formal dirigido hacia la alcaldía con el fin de tomar las medidas correspondientes frente a la problemática ambiental. (Argumente su respuesta)

Un funcionario del Departamento de Protección del Medioambiente

Su preocupación es la protección del medio ambiente. Cuenta con regulaciones y medidas estrictas para controlar la contaminación del agua, por ejemplo:

Se ha construido la PTAR el salitre como mecanismo de tratamiento de aguas residuales. Se han hecho intervenciones locales para la limpieza de los canales de la cuenca río el salitre. Se han extraído 16 mil metros cúbicos de lodo y cerca de 2 mil metros cúbicos de basura. El acueducto está realizando actividades de dragado, retiro de buchón y de basuras, poda de césped, deshierbe de bermas, mantenimiento de losas y taludes y adecuación de los sitios de acceso al canal.

Un representante de la industria

Su preocupación es la capacidad de obtener ganancias y mantener los precios tanto como sea posible. Sin embargo, también quiere una buena imagen pública.

Siente que no hay clara evidencia alguna de que la industria sea el único sector responsable de la emisión de contaminantes ambientales.

Si se imponen regulaciones demasiadas estrictas, se reducirá el poder competitivo de los productos de Bogotá ya que aumentaran los costos de producción. Esto afectara a la economía de Bogotá.

Una madre preocupada

Su principal preocupación es la calidad de su vida diaria.

Carece de conocimiento técnico sobre contaminación del agua, pero observa la forma en que se acumulan basuras en frente de la quebrada donde reside, como en la esquina de su casa donde hay una fábrica de pinturas desechan directamente residuos tóxicos el efluente hídrico, así como la alta frecuencia de enfermedades digestivas. Le agrada lo conveniente que es la vida moderna en Bogotá, y le preocupa cualquier cosa que haga la vida más cara.

Un médico

Durante los últimos años, con frecuencia la gente padece enfermedades digestivas y respiratorias con viviendas aledañas a ríos en Bogotá.

En las áreas donde la contaminación del agua es elevada, la gente corre más riesgo de sufrir enfermedades digestivas y respiratorias. Debe adoptarse cualquier medida que reduzca la contaminación del agua.

Un habitante de calle

El río Ha sido una fuente de abastecimiento para necesidades diarias, como baño, ingesta etc.

No es consiente del grado de contaminación del mismo ya que para él es normal arrojar basuras al mismo.

Un representante de 'Amigos del planeta'

La industria es uno de los mayores contaminantes de los recursos hídricos, anualmente vierte entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, disolventes, lodos tóxicos y otros residuos.

En los países en vías de desarrollo, el 70% de los residuos industriales se vierten a las aguas sin tratamiento alguno. Su preocupación es ayudar a la gente a ser más consciente del medio ambiente y obligar al gobierno a imponer medidas de regulación más estrictas, por ejemplo:

- Obligar a las grandes industrias a que cuenten con sus propias plantas de tratamientos de aguas residuales antes de verterlas en los ríos aledaños.*
- Imponer regulaciones más estrictas en cuanto al vertimiento de residuos tóxicos de las industrias con el fin de mantenerlos dentro de los límites aceptados.*

Cree que el método más eficiente para mejorar la calidad ambiental del agua, es:

- Educar al público y a los industriales, sobre el cuidado de este recurso hídrico y las implicaciones de su mal uso.*

ETAPA DE FINALIZACIÓN

ACTIVIDAD N.4

AGUAS RESIDUALES DEL RÍO SALITRE: UNA PROBLEMÁTICA QUE HAY QUE EVIDENCIAR.

Realiza registro fotográfico y apuntes del recorrido realizado por la Secretaría Distrital de Ambiente y el Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogotá.

Conceptos previos a la Salida: Leer la guía propuesta por el Acueducto, Agua y Alcantarillado de Bogotá.



http://www.acueducto.com.co/wps/v61/wps/html/resources/PTAR/conc_antesisita.pdf.

Durante el recorrido identificar las controversias que puede presentar el río Salitre, escoger una de ellas para sustentar a los compañeros, resaltando el porqué es una controversia y que posible solución se puede plantear.

**POR QUE NO HAY NADA MEJOR QUE
EL TABLERO VIVO, CONOCE Y
APRENDE FUERA DEL AULA DE CLASE.**



Recorrido a realizar:

ITINERARIO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR
ESTACIÓN	En cada una de las estaciones, se realizarán recorridos guiados, reconocimiento y caracterización.
<i>Parque Nacional</i>	
<i>Quebrada la Vieja.</i>	
<i>Museo Chico.</i>	
<i>Parque Nacional Enrique Olaya Herrera.</i>	
<i>Quebrada las Delicias.</i>	
<i>Park Way.</i>	
<i>Universidad Nacional de Colombia.</i>	
<i>Parque de los Novios o el Lago.</i>	
<i>Parque el Salitre.</i>	
<i>Humedal el Salitre.</i>	
<i>Parque Simón Bolívar.</i>	
<i>Biblioteca Virgilio Barco.</i>	
<i>Parque Lineal el Cortijo</i>	
<i>Parque lineal Bolivia.</i>	
<i>Humedal la Conejera.</i>	
<i>Humedal Tibabuyes</i>	
<i>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR Salitre -</i>	

BIBLIOGRAFÍA

Castro, V. (2012). *El Acueducto señaló que tiene programado hacer la limpieza y mantenimiento de otros canales. Recuperado del Tiempo.com.*

Moreno, J. (2010). *¿Medio lleno o Medio Vacío? Recuperado de <http://www.javeriana.edu.co/revistas/Ofi/pesquisa/wordpress/?p=411>.*

Pérez, A. (SF). *El Problema del Río Bogotá. Recuperado de <http://alverde vivo.org/SitioAntiguo/Documentos/EL%20PROBLEMA%20DEL%20RIO%20BOGOTA.pdf>.*

PTAR el Salitre. (SF). *Guía conceptual de la PTAR el Salitre. Recuperado de http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/guia_concPTARSalitre.pdf*

Anexo 5: Ejemplo de la Noticia Ficticia

Periódico DNA

Río Salitre. Responsabilidad social

Para realizar un análisis de qué tanto está contaminando nuestro río Bogotá, se realizaron varias pruebas de calidad de agua en diferentes tramos del mismo, por lo cual un grupo de investigadores procedentes de la prestigiosa Universidad Pedagógica Nacional, recorrieron el río el Salitre y tomaron seis (6) muestras a lo largo del río. Para la toma de las muestras se utilizaron equipos de alta calidad como fueron, el pH-metro, conductímetro, termómetro y recogieron las muestras en recipientes de 1000 mL.



Fotografía: Pepito Pérez.

De acuerdo con los análisis realizados en la prestigiosa universidad, en los primeros tres (3) tramos del río a pesar que presentaron niveles variables de pH,

conductividad y de apariencia (color) no fueron tan relevantes como los otros tres tramos, en los que tuvieron registro de datos muy impactantes.

En la siguiente tabla, se muestran los datos del quinto tramo del río Salitre, en donde se centra esta noticia, puesto que se indica como los desechos de la localidad de chapinero que junto con las localidades de Teusaquillo, Barrios Unidos, Suba, Engativá y Puente Aranda, cambian drásticamente el aspecto fisicoquímico del río.

Parámetro	Valor
pH	8.2
Oxígeno Disuelto (ppm)	1.5*
DBO₅ (ppm)	235
DQO (ppm)	115
Grasas (ppm)	9068
Sólidos suspendidos totales (ppm)	2420

Tramo 5 del río Salitre

El grado de contaminación de la muestra es elevadamente alto, por lo cual es necesario realizar una dilución con agua destilada fría para poder registrar y comparar niveles de oxígeno disuelto.

De acuerdo a la anterior tabla, el vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales, ha provocado el aumento de contaminación a la fuente hídrica, hecho que ha traído consecuencias negativas para las especies que en algún momento pudieron habitar el río, además que puede ser un medio de propagación de enfermedades que afectan a la población, como el ocurrido el pasado fin de semana cuando una niña es atacada por un roedor, cuando sacaba la “basura” al lado del río Salitre, ya que por los diferentes desechos (materia orgánica procedente de carbohidratos, lípidos y almidón) hacen que animales como roedores, aves de rapiña estén más cerca al río y ataquen a la comunidad.

Anexo 6: Evidencias



