

**LA INVESTIGACIÓN DIRIGIDA ENFOCADA AL ESTUDIO DE LA  
CONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL AGUA COMO ESTRATEGIA PARA EL  
DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

**AURORA BECERRA GALINDO  
ESPERANZA VÁSQUEZ ARENAS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C. 2013**

**LA INVESTIGACIÓN DIRIGIDA ENFOCADA AL ESTUDIO DE LA  
CONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL AGUA COMO ESTRATEGIA PARA EL  
DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**


**AURORA BECERRA GALINDO  
ESPERANZA VÁSQUEZ ARENAS**

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de Magíster en Docencia de la  
Química**

**DIRECTOR DE TESIS  
SANDRA XIMENA IBAÑEZ CORDOBA  
Magister en Educación**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C. 2013**

**“PARA TODOS LOS EFECTOS, LAS AUTORAS DECLARAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO ES ORIGINAL Y DE NUESTRA TOTAL AUTORIA; EN AQUELLOS CASOS EN LOS CUALES HEMOS REQUERIDO DEL TRABAJO DE OTROS AUTORES O INVESTIGADORES HEMOS DADO LOS RESPECTIVOS CRÉDITOS”**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formadora de Educadores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 4 de 170</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	La investigación dirigida enfocada al estudio de la contaminación química del agua como estrategia para el desarrollo de competencias científicas.
<b>Autor(es)</b>	Becerra Galindo, Aurora; Vásquez Arenas Esperanza
<b>Director</b>	Ibáñez Córdoba, Sandra Ximena
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2013. 170p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	COMPETENCIAS CIENTÍFICAS; INVESTIGACIÓN DIRIGIDA; CONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL AGUA; PISA.

<b>2. Descripción</b>
<p>Se presentan los resultados de una investigación de aula realizada en la Institución Educativa Distrital Nuevo San Andrés de los Altos de la localidad de Usme de Bogotá con estudiantes de grado once, la cual tuvo por objeto desarrollar las competencias científicas propuestas por el marco conceptual y de alfabetización científica de PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) como proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), a través de la implementación de una estrategia didáctica orientada por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida y enfocada al estudio de la contaminación química del agua. Se presenta el diseño de la estrategia la cual está mediada por el enfoque metodológico de investigación-acción, los resultados y análisis de las pruebas diagnósticas que tenían por objeto determinar los niveles de desempeño que poseían los estudiantes al iniciar el proceso, la descripción y seguimiento de las actividades que constituyeron las diferentes etapas de intervención en el aula, que estaban encaminadas a desarrollar los procesos inherentes a las competencias <i>identificación de cuestiones científicas</i>, <i>explicación científica de fenómenos</i> y <i>uso de evidencias científicas</i>; además de los resultados de las pruebas de evaluación las cuales determinaron los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes a lo largo de la investigación.</p>

### 3. Fuentes

Para esta investigación se consultaron 57 fuentes bibliográficas entre las que se destacan:

Cañal, P. (1999). Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. Investigación en la escuela (38), 15-36.

Carr, W., & Kemmis, S. (1988). Teoría Crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca.

García, J., & García, F. (2000). Aprender Investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación. Sevilla: Diada.

Gil, D. (1993). Psicología Educativa. Los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro. Journal for the Study of Education and Development (62-63), 171-186.

OCDE, PISA (2006). El programa PISA de la OCDE qué es y para qué sirve. Santillana.

OCDE, PISA. (2009). Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. OCDE, Paris.

Porlán, R. (1990). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. Investigación en la escuela (1), 63-70.

Pozo, J. (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata

Salcedo, L. y García, J. (1995). Un modelo pedagógico de aprendizaje por investigación. Actualidad Educativa (6), 57-64.

### 4. Contenidos

*Introducción:* Se hace referencia a la importancia de desarrollar estrategias de aula que permitan promover un enfoque científico en la enseñanza de las ciencias, favoreciendo el aprendizaje no solo de conceptos sino de procedimientos en los estudiantes, que los lleven ser competentes en este ámbito a través del abordaje de situaciones problemáticas relevantes dentro de su contexto.

*Caracterización del problema de investigación:* La formulación del problema de investigación se orientó a partir de la siguiente pregunta ¿Qué niveles de desempeño de las competencias científicas propuestos por el programa PISA (2009) pueden alcanzar

los estudiantes de grado once de la Institución Educativa Distrital Nuevo San Andrés de los Altos, a través de la implementación de una estrategia didáctica enfocada al estudio de la contaminación química del agua y orientada por el modelo de investigación dirigida?. De acuerdo con lo anterior se consideró como hipótesis de la investigación que “Una estrategia didáctica orientada por el modelo de investigación dirigida y enfocada al estudio de la contaminación química del agua contribuye al desarrollo de competencias científicas como las propuestas por el programa PISA (OCDE, 2009) las cuales son evidenciables a través de niveles de desempeño”.

*Justificación:* Se describe el contexto de la enseñanza y aprendizaje de la química con los estudiantes de grado once de la institución educativa con la cual se desarrolló la investigación. También se hace referencia a los bajos resultados que obtienen los estudiantes en nuestro país en pruebas estandarizadas como las realizadas por PISA y las necesidades de implementar estrategias de aula que permitan el desarrollo de competencias.

*Objetivos:* Los objetivos de la investigación están orientados a diseñar, implementar y evaluar una estrategia didáctica orientada por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida y enfocada en el estudio de la contaminación química del agua, con el fin de identificar los niveles de desempeño de las competencias científicas que evidencian los estudiantes antes y después de la intervención, además de hacer un seguimiento sistemático a la implementación de actividades para el desarrollo de dichas competencias.

*Antecedentes:* Se presenta una revisión bibliográfica acerca de las investigaciones y estudios realizados en relación con las pruebas PISA en la enseñanza de las ciencias, las competencias científicas en la educación media y la implementación del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación dirigida.

*Referentes Teóricos:* Se expone el marco conceptual de la investigación en relación con las competencias, el modelo de investigación dirigida y la contaminación química del agua.

*Metodología:* A través del enfoque metodológico de investigación-acción se describen las cuatro etapas de intervención con la estrategia didáctica mediadas por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida

*Resultados y Análisis:* Se presenta una descripción cualitativa de los resultados obtenidos en las cuatro etapas propuestas en la metodología que correspondieron a determinar los niveles de desempeño que reportaron los estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia didáctica y el seguimiento a los procesos relacionados con el desarrollo de cada competencia.

## 5. Metodología

A lo largo de la investigación se llevaron cabo cuatro etapas para el diseño y ejecución de las actividades que constituyeron la estrategia didáctica, que son: transición, desarrollo y evaluación, con una etapa diagnóstica previa. A través de éstas se abordó el estudio de la contaminación química del agua, implementando el modelo de aprendizaje por investigación dirigida, con el fin de hacer un seguimiento a los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con las competencias propuestas por el programa PISA.

La estrategia consta de tres momentos específicos que corresponden a la identificación de los niveles de desempeño iniciales que poseen los estudiantes en relación con las competencias objeto de estudio (etapa diagnóstica); la planeación, ejecución y seguimiento de actividades con el fin de desarrollar las competencias objeto de estudio e incrementar los niveles de desempeño iniciales (etapas de transición y desarrollo); y la evaluación final de los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes durante la intervención mediada por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida (etapa de evaluación).

## 6. Conclusiones

El diseño de estrategias didácticas basadas en el modelo de aprendizaje por investigación dirigida permite replantear las prácticas educativas de enseñanza y aprendizaje de la Química, dejando de lado el modelo tradicional de transmisión repetición de conceptos, haciendo que los estudiantes abandonen el papel pasivo de receptores y se conviertan en actores principales de su proceso de aprendizaje a través de la formulación de proyectos, los cuales permiten el desarrollo de algunos desempeños propios de la actividad científica en el contexto de la escuela.

El desarrollo de competencias científicas de tipo escolar es un proceso que resulta efectivo bajo la orientación del profesor, quién es el encargado de fomentar el aprendizaje por investigación propiciando la construcción de conceptos, también familiarizando a los estudiantes con el quehacer científico, permitiéndoles desarrollar habilidades y fomentando mejores actitudes hacia la ciencia a través del abordaje de problemas o situaciones contextuales que cobran sentido para ellos.

<b>Elaborado por:</b>	Becerra Galindo, Aurora; Vásquez Arenas, Esperanza
<b>Revisado por:</b>	Ibáñez Córdoba, Sandra Ximena

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	15	07	2013
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1 CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2 JUSTIFICACIÓN	21
3 OBJETIVOS	23
4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
4.1 ESTUDIOS SOBRE LAS PRUEBAS PISA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	24
4.2 ESTUDIOS SOBRE EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN EDUCACIÓN MEDIA	25
4.3 ESTUDIOS ACERCA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN DIRIGIDA EN LA QUÍMICA	27
5 REFERENTES TEÓRICOS	29
5.1 COMPETENCIAS	29
5.1.1 LA COMPETENCIA CIENTÍFICA DESDE PISA.	30
5.2 MODELO DE INVESTIGACIÓN DIRIGIDA	33
5.2.1 REFERENTE EPISTEMOLÓGICO.	34
5.2.2 REFERENTE PSICOLÓGICO.	35
5.2.3 REFERENTE PEDAGÓGICO.	35
5.2.4 REFERENTE DIDÁCTICO.	36
5.3 FUNDAMENTO DISCIPLINAR DEL AGUA	38
5.3.1 ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL AGUA.	38
5.3.2 CALIDAD DEL AGUA	39
5.3.3 CONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL AGUA.	40
5.3.3.1 CONTAMINANTES COMUNES DEL AGUA	40
5.3.3.2 CONTAMINANTES ESPECIALES	41
5.3.3.3 CONTAMINANTES METALES PESADOS.	41
5.3.4 AGUAS RESIDUALES.	
6 METODOLOGÍA	44

6.1	DESCRIPCIÓN DEL ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	44
6.2	POBLACIÓN DE ESTUDIO	46
6.3	DELIMITACIÓN DE CATEGORÍAS DE ESTUDIO	46
6.4	ESTRATEGIA DIDÁCTICA	48
6.4.1	ETAPA DIAGNÓSTICA	48
6.4.2	ETAPA DE TRANSICIÓN	53
6.4.3	ETAPA DE DESARROLLO	56
6.4.4	ETAPA DE EVALUACIÓN	57
7	RESULTADOS Y ANÁLISIS	59
7.1	ETAPA DIAGNÓSTICA	59
7.2	ETAPA DE TRANSICIÓN	66
7.3	ETAPA DE DESARROLLO	74
7.4	ETAPA DE EVALUACIÓN	100
8	CONCLUSIONES	116
9	RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	119
10	REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS	121
	ANEXOS	125

## LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 COMPETENCIAS CIENTÍFICAS Y NIVELES DE DESEMPEÑO PISA (2006) .....	32
TABLA 2 DESEMPEÑOS Y NIVELES DE DESEMPEÑO DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.....	47
TABLA 3 PRUEBAS DISEÑADAS PARA LA ETAPA DIAGNÓSTICA.....	49
TABLA 4 ASIGNACIÓN DE PUNTAJES POR PREGUNTA .....	50
TABLA 5 CORRELACIÓN DE PUNTAJES Y NIVELES DE DESEMPEÑO .....	50
TABLA 6 PROCESOS ESPECÍFICOS DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS PISA (2009).....	51
TABLA 7 ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA ETAPA DE TRANSICIÓN .....	52
TABLA 8 ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA LA ETAPA DE DESARROLLO .....	55
TABLA 9 INSTRUMENTOS DISEÑADOS PARA LA ETAPA DE EVALUACIÓN .....	58
TABLA 10 PUNTAJES Y NIVELES DE DESEMPEÑO OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DIAGNÓSTICAS.	60
TABLA 11 DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA N° 1.....	61
TABLA 12 DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA N° 2.....	63
TABLA 13 DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA N° 3.....	65
TABLA 14 SÍNTESIS DE LOS DATOS OBTENIDOS POR LOS ESTUDIANTES CON EL ANEXO E .....	68
TABLA 15 DATOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA SOBRE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA .....	69
TABLA 16 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN CONFORMADOS POR EJES TEMÁTICOS.....	72
TABLA 17 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS INHERENTES A CADA COMPETENCIA OBJETO DE TRABAJO INVESTIGATIVO.....	73
TABLA 18 CONTEXTOS DE LAS PROBLEMÁTICAS CONSTRUIDAS POR LOS ESTUDIANTES.....	76
TABLA 19 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS AL AGUA DE LA QUEBRADA CHIGUAZA .	80
TABLA 20 SÍNTESIS DE LOS NÚCLEOS TEMÁTICOS PRESENTADOS POR LOS ESTUDIANTES EN LOS MARCOS TEÓRICOS .....	83
TABLA 21 RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES QUE SE APROXIMARON A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA DE IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICA. ....	84
TABLA 22 RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES QUE SE APROXIMARON A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA DE USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS.....	86
TABLA 23 RESULTADOS DE LOS ESTUDIANTES QUE SE APROXIMARON A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA DE EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS.....	88

TABLA 24 SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS POR ESTUDIANTE .....	89
TABLA 25 APROXIMACIONES DE LOS ESTUDIANTES POR GRUPOS A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS .....	91
TABLA 26 APROXIMACIONES DE LOS ESTUDIANTES POR GRUPOS A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA USO DE VIDENCIAS CIENTÍFICAS .....	93
TABLA 27 APROXIMACIONES DE LOS ESTUDIANTES POR GRUPOS A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS.....	96
TABLA 28 PUNTAJES Y NIVELES DE DESEMPEÑO OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN .....	101
TABLA 29 DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN N° 1 PARA LA COMPETENCIA IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS .....	102
TABLA 30 COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN CON LA ESTRATEGIA PARA LA COMPETENCIA IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICA.....	104
TABLA 31 DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN N° 2 PARA LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS .....	105
TABLA 32 COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN CON LA ESTRATEGIA PARA LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS .....	107
TABLA 33 DATOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE EVALUACIÓN N° 3 PARA LA COMPETENCIA USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS .....	108
TABLA 34 COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE DESEMPEÑO DE LOS ESTUDIANTES ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN CON LA ESTRATEGIA PARA LA COMPETENCIA USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS.....	110
TABLA 36 SEGUIMIENTO POR ESTUDIANTE DURANTE TODO EL PROCESO .....	114
TABLA 36 DATOS OBTENIDOS DEL TEST DE ACTITUDES HACIA LA CIENCIA.....	114

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 MARCO DE LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA PISA 2009 .....	30
ILUSTRACIÓN 2 LA INVESTIGACIÓN COMO PRINCIPIO DIDÁCTICO VERTEBRADOR DE LA ACCIÓN EDUCATIVA.).....	37
ILUSTRACIÓN 3 SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN. ....	38
ILUSTRACIÓN 4 ASPECTOS RELACIONADOS CON EL ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA DEL AGUA.....	43
ILUSTRACIÓN 5 ESPIRAL DE CICLOS DE KEMMIS.....	45
ILUSTRACIÓN 6 FORMATO DE DIARIO DE CAMPO.....	53

## LISTADO DE IMÁGENES

IMAGEN 1 QUEBRADA CHIGUAZA LOCALIDAD DE USME .....	78
IMAGEN 2 TRABAJO DESARROLLADO POR LOS ESTUDIANTES EN LA QUEBRADA CHIGUAZA .....	79

## LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A PRUEBA DE ENTRADA N° 1 .....	125
ANEXO B PRUEBA DE ENTRADA N° 2 .....	129
ANEXO C PRUEBA DE ENTRADA N° 3.....	132
ANEXO D CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	135
ANEXO E CONTEXTUALIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA .....	137
ANEXO F INTRODUCCIÓN AL TRABAJO INVESTIGATIVO .....	138
ANEXO G GUÍA DE ANÁLISIS DE AGUAS DE LA QUEBRADA CHIGUAZA .....	142
ANEXO H SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA DE IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS .....	146
ANEXO I SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA DE USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS .....	147
ANEXO J SEGUIMIENTO A LA COMPETENCIA DE EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS .	148
ANEXO K INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN N° 1.....	149
ANEXO L INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN N° 2.....	153
ANEXO M INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN N° 3.....	156
ANEXO N TEST DE ACTITUDES.....	159
ANEXO O CÓDIGOS Y NOMBRES DE LOS ESTUDIANTES .....	160
ANEXO P EJEMPLO PRUEBA DE ENTRADA N° 1 .....	161
ANEXO Q EJEMPLO PRUEBA DE EVALUACIÓN N°1 .....	163
ANEXO R EJEMPLO PRUEBA DE ENTRADA N° 2 .....	165
ANEXO S EJEMPLO PRUEBA DE EVALUACIÓN N° 2 .....	166
ANEXO T EJEMPLO TEST DE ACTITUDES.....	167
ANEXO U EJEMPLO MATRICES DE LOS PROCESOS DE LAS COMPETENCIAS .....	168
ANEXO V EJEMPLO DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS AL AGUA DE LA QUEBRADA.....	169
ANEXO W EJEMPLO DIARIO DE CAMPO .....	170

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las investigaciones que se realizan en la actualidad en educación, existe una gran preocupación por encontrar estrategias metodológicas que optimicen los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias. A través de dichos estudios se pone de manifiesto la tarea que corresponde a las ciencias experimentales como la Química, la cual además de ocuparse de la formación del componente conceptual, debe procurar el desarrollo de procesos que le permita a los estudiantes aproximarse a lo que se denomina el pensamiento científico, el cual implica además de una actitud hacia las ciencias, una metodología de trabajo particular.

En este escenario la tarea básica del docente debe enfocarse a utilizar metodologías y estrategias efectivas que acompañen los procesos educativos, e incentiven a los estudiantes para que se involucren en la enseñanza y el aprendizaje como sujetos activos y así ayudarlos a ir más allá de los conocimientos adquiridos, pasar de la simple memorización de contenidos y aplicación mecánica de algoritmos, a la asignación de significados y construcción del conocimiento estableciendo estrategias para que reflexionen sobre sus formas de aprender (Cañal, 1999).

De acuerdo con lo anterior es importante reconocer la relevancia que tiene para la enseñanza de las ciencias plantear temas cotidianos, los cuales pueden abordarse por medio estrategias didácticas encaminadas al diseño e implementación de actividades que enfocadas desde los modelos de aprendizaje por investigación y orientados por el docente, permitan fomentar procesos que favorezcan el aprendizaje activo en donde se incluyan las competencias, con el fin promover un enfoque científico de la enseñanza ya que su planteamiento y ejecución requiere una reflexión teórica y metodológica en cada uno de sus pasos, haciendo un reconocimiento de problemáticas significativas, buscando la fundamentación e inmersión teórica de diferentes fenómenos y organizando las tareas a desarrollar a partir de los objetivos propuestos y los recursos disponibles.

Desde esta perspectiva la presente investigación buscó fortalecer las competencias científicas de tipo escolar en estudiantes de grado undécimo de educación media, tomando como referente el enfoque de competencias del *Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes –PISA-* como proyecto de la *OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)*;

con el fin de identificar y fortalecer los niveles de desempeño que ponen de manifiesto, para analizar y resolver situaciones problemáticas que implican el uso del conocimiento científico, las actitudes y las capacidades para identificar cuestiones científicas, explicar científicamente fenómenos y usar evidencias científicas, a través del estudio de temas cotidianos y de importancia actual que interesen a los estudiantes y los involucren en la búsqueda de soluciones, como es el caso de la contaminación química del agua, ya que es relevante estudiar el fenómeno desde un enfoque que permita incentivar la investigación en la escuela.

De acuerdo a las necesidades expuestas, se propone el diseño e implementación de una estrategia metodológica fundamentada en el modelo de investigación dirigida, ya que éste según García y García (2000), retoma los principios del proceso investigativo, y proporciona las pautas y orientaciones para intervenir en el aula a partir de la formulación y tratamiento de problemas que posibilitan la construcción y reconstrucción de nuevos saberes en los estudiantes, desde la interacción de sus conocimientos cotidianos con el conocimiento científico en el contexto de la escuela. Responder a esta demanda requiere por parte del estudiante la “aplicación” del conocimiento a contextos diversos, posibilitando la comunicación y la adecuada expresión de soluciones, contribuyendo así a dejar atrás la memorización de conceptos y reproducción de los mismos y por el contrario, haciendo que puedan tener aprendizajes relevantes, (Yus et al., 2010).

## 1 CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La educación en nuestro país se rige por las políticas del Ministerio de Educación Nacional las cuales se orientan hacia una educación de calidad que para el caso de la ciencia tiene como meta principal la formación científica desde la escuela, por lo tanto es allí donde se deben fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje que aseguren en los educandos el desarrollo de capacidades que le permitan desenvolverse asertivamente en la sociedad actual. (MEN, 2006). Para lograr los objetivos propuestos en esta política educativa, las prácticas tradicionales de enseñanza de la ciencia de transmisión, repetición y acumulación se convierten en un obstáculo para la consecución de estos fines, haciendo que los estudiantes no accedan de manera comprensiva a los conocimientos y presenten dificultades para encontrarle sentido a aquello que se les enseña.

La Química en particular es considerada por los estudiantes como una ciencia complicada por el uso de un lenguaje técnico y de algoritmos, que no posibilita una participación activa de estos en la construcción de conocimientos y por el contrario favorece la memorización y repetición mecánica de la información recibida; en términos de (Gil Pérez, Carrascosa, Furió, Martínez-Torregrosa, 1991) *“la transmisión de contenidos, sin tener en cuenta el conocimiento cotidiano que posee el estudiante en su interacción con todas las variables del entorno, lo limita a copiar y repetir, en actitud pasiva”*. Como consecuencia de lo anterior los estudiantes manifiestan desinterés y apatía hacia las ciencias lo cual se ve reflejado en bajos resultados académicos, poca participación y bajos niveles de desempeño en actividades de carácter científico en la escuela. (Blanco, España y Rodríguez, 2012). Esta problemática ha sido objeto de varios trabajos, por ejemplo las investigaciones de García, G. (2009) y Fonseca, (2010) que buscaron realizar cambios y proponer diferentes estrategias metodológicas para abordar el trabajo en el aula, dentro de las cuales se encontró que el aprendizaje y enseñanza por investigación y la investigación dirigida son alternativas de trabajo que favorecen el desarrollo de competencias en la escuela, ya que permite al estudiante realizar actividades propias del trabajo científico escolar, y ser participante activo en la construcción de su conocimiento.

Retomando las falencias y necesidades propias de la enseñanza y el aprendizaje de la Química en los estudiantes de bachillerato, es evidente que en Colombia es necesario empezar a

involucrar el estudio de situaciones que sean de su cotidianidad, de manera que se fomente el interés, se generen procesos de apropiación del conocimiento, vean la Química como un elemento cercano y aplicativo en sus vidas, favorezcan el acercamiento a esta ciencia y mejoren el nivel de sus conocimientos y saberes. Es por ello que el estudio de la contaminación química del agua se convierte en esta investigación en eje central propicio para trabajar a partir del modelo de investigación dirigida con los estudiantes, con el fin de que se interesen en él, mejoren sus competencias en Química y produzcan un aprendizaje significativo, es decir “un nuevo conocimiento, un nuevo contenido, un nuevo concepto, que estén en función de los intereses, motivaciones, experimentación y uso del pensamiento reflexivo del estudiante” (Rivera, 2004; p.48).

Teniendo en cuenta que Colombia se vinculó en la participación de las pruebas PISA desde el año 2006 con el fin de comparar el rendimiento de los estudiantes y a partir de ello promover estrategias tendientes a mejorar el sistema educativo, y con los resultados obtenidos en el año 2009 según el informe presentado por el ICFES (2010, p. 26) en relación con los niveles de las competencias científicas, el cual reveló que “...*La tercera parte de los estudiantes colombianos (33,7%) se ubicó en el nivel 1. Ellos son capaces de usar conocimiento científico básico en situaciones familiares y explícitas, así como de plantear conclusiones elementales. Un 30,2% de los alumnos se clasificó en el nivel 2, lo que quiere decir que pueden hacer interpretaciones literales y razonamientos directos con base en investigaciones simples, así como dar posibles explicaciones en contextos conocidos. El 13,1% de los estudiantes colombianos alcanzó el nivel 3. Estos alumnos pueden poner en práctica habilidades investigativas para explicar fenómenos y problemas que están claramente descritos, además de producir reportes cortos con base en su conocimiento científico. Sólo un 2,6% se clasificó o superó el nivel 4, lo que evidencia que muy pocos jóvenes de 15 años tienen un razonamiento científico avanzado. De hecho, menos del 0,1% de los estudiantes de nuestro país llegó al nivel 6. De otra parte, el 20,4% de los estudiantes colombianos se encuentra por debajo del nivel 1. Esto significa que no sólo se les dificulta participar en situaciones relacionadas con los dominios científicos y tecnológicos, sino que también evidencian limitaciones para usar el conocimiento científico con el fin de beneficiarse de oportunidades de aprendizaje futuras*”.

Con base en los anteriores resultados se considera importante retomar los elementos y las intencionalidades que ofrece PISA desde su marco de alfabetización científica desde el punto de vista de cómo entender y trabajar en el contexto científico en la escuela, para promover desde el aula diferentes estrategias tendientes a mejorar desempeños de los estudiantes en esta área del saber, con el fin de fortalecer realmente sus capacidades y convertir el estudio de las ciencias en un modelo de aprendizaje más significativo evidenciable a través del desarrollo de competencias como: identificar cuestiones científicas, describir y explicar fenómenos, y utilizar pruebas científicas a través de una serie de actividades diseñadas y orientadas por el docente por medio de estrategias que les permitan desarrollar y fortalecer sus competencias en el área de ciencias.

La propuesta de alfabetización científica de PISA cobra gran sentido en esta investigación ya que se ajusta a los requerimientos del modelo de investigación en el aula vinculando el contexto, las actitudes y el conocimiento como elementos indispensables para el desarrollo de competencias las cuales se asemejan a las propuestas por el ICFES en las pruebas SABER pero vinculan además la utilización de pruebas o evidencias científicas lo cual es un valor agregado que se integra pertinentemente con el modelo de investigación dirigida que se quiere implementar.

## **1.1 Formulación del Problema**

Desde las vivencias cotidianas en el ejercicio docente, se ha identificado que en la Institución Educativa Distrital Nuevo San Andrés de los Altos de Bogotá, los estudiantes presentan bajo rendimiento en el área de ciencias, evidenciables en los resultados académicos y las pruebas Saber; asimismo manifiestan poco interés por su aprendizaje, con actitud pasiva y poco participativa en el desarrollo de las clases de Química. Los estudiantes se caracterizan por ser receptores pasivos acostumbrados a las dinámicas de la enseñanza tradicional, y los docentes del área de ciencias no abandonan la enseñanza poco significativa y convencional.

Dado que en la Institución Educativa el proceso de enseñanza y aprendizaje en las asignaturas de ciencias no ha tenido actividades de intervención en el aula que busquen superar las dificultades presentadas, se hace necesario generar una propuesta para el fomento y desarrollo de

las competencias científicas desde la investigación escolar como alternativa didáctica, que permita a partir del trabajo con situaciones problémicas presentadas desde el contexto de la contaminación química del agua, aportar de manera significativa al proceso de formación científica en los estudiantes de grado once de educación media.

Teniendo en cuenta lo anterior, la pregunta que orienta la presente investigación es la siguiente:

*¿Qué niveles de desempeño de las competencias científicas propuestos por el programa PISA (2009) pueden alcanzar los estudiantes de grado once de la Institución Educativa Distrital Nuevo San Andrés de los Altos, a través de la implementación de una estrategia didáctica enfocada al estudio de la contaminación química del agua y orientada por el modelo de investigación dirigida?*

## **1.2 Hipótesis de la Investigación**

La presente propuesta de investigación pretende poner de manifiesto que para la adquisición de competencias científicas según PISA (OCDE, 2006) es necesario guiar procesos de aprendizaje a través de la investigación en la escuela, por medio de temas contextuales como es el caso de la contaminación química del agua, que incluyan la exploración y el aprendizaje de diferentes conceptos de forma tal que los estudiantes desarrollen capacidades como la identificación de cuestiones científicas, la descripción y explicación de fenómenos y la utilización de pruebas científicas evidenciables a través de desempeños específicos, los cuales pueden ser categorizados por niveles, mostrando así el proceso de aprendizaje, adquisición, desarrollo y fortalecimiento de dichas competencias. Es por eso que la hipótesis que orienta este proyecto de investigación afirma que:

*Una estrategia didáctica orientada por el modelo de investigación dirigida y enfocada al estudio de la contaminación química del agua contribuye al desarrollo de las competencias científicas como las propuestas por el programa PISA (OCDE, 2009) las cuales son evidenciables a través de niveles de desempeño.*

## 2 JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de las ciencias en el escenario escolar depende en buena medida de las concepciones desde donde se reflexione el objeto de estudio, las herramientas pedagógicas que posibilitan su aprendizaje y la concepción que se tiene sobre la relación entre estudiante y objeto de conocimiento. Al respecto Nieda y Macedo (1997) como también el propio Ministerio de Educación Nacional (2006), no dudan en afirmar que la educación científica paulatinamente ha entrado en un camino en donde se percibe como necesaria, y que los contenidos curriculares no ocupen el principal énfasis sino la manera en que estos conocimientos son puestos en conflicto con los saberes previos y los intereses de los estudiantes. De igual manera, desde una visión contemporánea de las ciencias y de su formación, existe la férrea convicción de que es necesario desarrollar las competencias en los estudiantes a partir de la conjugación de: conceptos científicos, metodologías y maneras de proceder científicamente con compromiso social y personal (MEN, 2006)

Teniendo en cuenta los planteamientos de PISA (2009), en relación con las competencias que buscan identificar la existencia de ciertas capacidades, habilidades y aptitudes que, en conjunto, permiten a la persona resolver problemas y situaciones de la vida, como marco referencial de la presente investigación se considera que las competencias científicas resultan cruciales en la preparación para la vida de los jóvenes en la sociedad contemporánea; mediante ellas pueden participar plenamente en una sociedad en la que las ciencias desempeñan un papel fundamental, éstas competencias facultan a las personas a entender el mundo que les rodea para poder intervenir con criterio sobre el mismo. Es por ello que se hace relevante poner en práctica estrategias en el aula que permitan desarrollar en los estudiantes dichas competencias, con el fin de lograr que ellos generen una mayor comprensión de su entorno, a través de la identificación de cuestiones investigables desde la ciencia; la explicación científica de fenómenos y el uso de evidencias para tomar decisiones relevantes en relación con el medio del cual hacen parte.

De acuerdo con lo anterior y con el fin de fomentar las competencias científicas en la escuela, tomando como referente la propuesta de la “OCDE” desde “PISA” 2009, esta investigación pretendió guiar los procesos de desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de grado once de educación media, a través del estudio de la Contaminación Química

del Agua con el propósito diseñar e implementar una serie de actividades orientadas por el modelo didáctico de investigación dirigida, el cual proporciona las pautas para intervenir en el aula a partir de la formulación y tratamiento de problemas que posibilitan la construcción y reconstrucción de nuevos saberes en los estudiantes desde la interacción de sus conocimientos cotidianos, con el conocimiento científico en el contexto de la escuela, (García & García, 2000).

Este modelo busca siempre que el docente oriente a los estudiantes a generar grandes ideas a través del permanente cuestionamiento, análisis, razonamiento y reflexión en torno del objeto de estudio; facilita la participación activa del estudiante en la construcción del nuevo conocimiento, les ayuda a resolver problemas, a desarrollar un pensamiento crítico y habilidad para manejar los procesos de producción del conocimiento escolar, y de esta manera construir una práctica pedagógica efectiva, (Gil, 1993).

En este sentido, la presente investigación aporta una alternativa para orientar la enseñanza de las ciencias a partir de la ejecución de actividades para resolución de problemas, propiciando que los estudiantes pongan en práctica su saber y saber hacer, consecuentemente con el conocimiento científico escolar. En un sentido más amplio, lo que se pretende es lograr que los estudiantes sean capaces de aplicar en diferentes contextos o situaciones lo que están aprendiendo, es decir, que puedan poner de manifiesto diferentes estrategias para comprender y resolver una situación problema, apoyados en el conocimiento que han construido a través del desarrollo de sus propias competencias.

### **3 OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Diseñar, implementar y evaluar una estrategia didáctica orientada por el modelo de investigación dirigida enfocada al estudio de la contaminación química del agua, con el fin de promover en los estudiantes de grado once de la IED Nuevo San Andrés de los Altos de Bogotá el desarrollo de las competencias científicas propuestas por el marco conceptual de alfabetización científica de PISA 2009.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar los niveles de desempeño iniciales que evidencian los estudiantes de grado once, en relación con las competencias científicas objeto de estudio.
- Propiciar el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes a través de la implementación y el seguimiento de actividades enfocadas al estudio de la contaminación química del agua.
- Evaluar la estrategia didáctica implementada a partir de los niveles de desempeño de las competencias científicas alcanzadas por los estudiantes a propósito del estudio de la contaminación química del agua.

## 4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1 Estudios sobre las pruebas PISA en la enseñanza de las Ciencias

En la enseñanza de las ciencias en los últimos años se ha tomado muy en cuenta el enfoque PISA de la OCDE en diferentes países del mundo, con el fin de comparar sus sistemas educativos a partir de los resultados obtenidos por sus estudiantes en la aplicación de dichas pruebas. Esto ha llevado a generar diferentes estrategias con el fin de prepararse mejor y renovar sus políticas para fortalecer los niveles educativos y de formación de los estudiantes en cada país. Es así como en la Universidad de Valencia, Gil y Vilches (2006), generan una propuesta acerca de ¿cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias y de otras áreas del conocimiento?, en la que argumentan desde diferentes puntos de vista como el proyecto PISA constituye un instrumento potencialmente valioso para la mejora del aprendizaje, la enseñanza y los currículos, además de las aportaciones a la investigación educativa. De la misma forma sugieren algunas estrategias por medio de las cuales este instrumento puede mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos y habilidades en los estudiantes, a partir de las preguntas propuestas por el programa internacional para la evaluación de los estudiantes “PISA” las cuales consideran propicias para desarrollar proyectos en torno a diferentes problemas de estudio.

Por otra parte en la Universidad Pedagógica Nacional Molina, Carriazo y Farias (2009) a través de su grupo de investigación en enseñanza de la Química, diseñaron un taller sobre el uso de los tipos de trabajo práctico como herramienta fundamental para la enseñanza de las ciencias, el cual toma como referente el bajo rendimiento obtenido por Colombia en las pruebas PISA 2006, con el fin de generar una propuesta conformada por cuatro tipos de trabajo práctico (experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones) con ejemplos prácticos para desarrollar en el aula o laboratorio a través de los cuales los docentes pueden poner en práctica una serie de estrategias exitosas por medio de las cuales guíen los procesos de enseñanza involucrando activamente a sus estudiantes, permitiéndoles así resolver situaciones problema y desarrollar competencias científicas de tipo escolar.

También en el campo de las competencias científicas en la Universidad del Valle (Ortiz y Betancourth, 2010) realizaron una investigación titulada “Estado del arte sobre la argumentación en la enseñanza de las Ciencias” en el cuál se proporcionan algunas herramientas al profesorado interesado en introducir y mejorar la competencia argumentativa en las clases de Ciencias, teniendo en cuenta que con la vinculación de Colombia a las pruebas PISA en el año 2006 esta habilidad debe tomar gran relevancia debido a los bajos resultados obtenidos. En dicha investigación se proporcionan algunos referentes acerca de cómo trabajar la argumentación en las clases empleando como instrumento los RAE analizados a partir de cuatro preguntas con el objeto de potenciar en los estudiantes la explicación científica de fenómenos.

#### **4.2 Estudios sobre el desarrollo de competencias científicas en educación media**

En la actualidad son varios los autores que han centrado su atención en el trabajo relacionado con el desarrollo de competencias científicas en la escuela, para esta investigación se toman como referentes los trabajos de posgrado realizados en los últimos años, respecto del tema. En la Universidad Pedagógica Nacional”, el trabajo de investigación de García G (2009) realizado con estudiantes de undécimo grado a partir de proyectos de investigación escolar “Pies”, fue orientado por el modelo de enseñanza-aprendizaje por investigación y fundamentado en las competencias científicas desde la tesis doctoral de Ladino, (2004), abordando el problema sobre la manera en que dichos proyectos privilegian y/o potencian el desarrollo de competencias científicas tomando como ejes temáticos el tratamiento de residuos sólidos, la síntesis orgánica y los biocombustibles. El adelanto de este proyecto, permitió evidenciar el fortalecimiento y apropiación por parte de los estudiantes de los elementos básicos de los procesos de la ciencia y generó cambios de actitud hacia el conocimiento científico al sentirse parte activa del proceso de construcción de su conocimiento, debido a que se estimuló el desarrollo de sus competencias científicas.

En otro trabajo de investigación en tesis de posgrado, Rueda, Hernández y Castrillón, (2009), en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, abordaron el tema del desarrollo de competencias científicas a través del diseño de un programa guía de actividades para la enseñanza del concepto de mezcla y reacción química, dirigido a estudiantes de educación

media, fundamentado en la resolución de problemas y uso de TICs aplicando el modelo didáctico de investigación dirigida. En el desarrollo de este trabajo se tuvo en cuenta el contexto de los estudiantes para el diseño del PGA (Programa Guía de Actividades), en la metodología, utilizando herramientas didácticas como mapas conceptuales, V Heurística y prácticas experimentales, las cuales aportaron para la evaluación. La implementación de este trabajo permitió evidenciar que con el PGA diseñado y la implementación del modelo de investigación dirigida se fortalecieron las competencias básicas de tipo científico escolar, como lo son: argumentar, proponer e interpretar.

En este campo de la didáctica de las ciencias, a nivel internacional, en la revista *Alambique* se encontraron artículos referentes al contexto y la enseñanza de las competencias científicas (Blanco, España y Rodríguez, 2012), desde donde se analiza que a la hora de plantear propuestas de enseñanza para el desarrollo de la competencia científica es importante la utilización de contextos de la vida diaria como uno de los factores que pueden contribuir al aprendizaje de las ciencias. En otro artículo se plantea la competencia como aplicación de conocimientos científicos en laboratorio, (Crujeiras y Jiménez, 2012). Teniendo como punto de partida la competencia como capacidad de poner en práctica los conocimientos construidos en el aprendizaje, se analiza dicha aplicación en la resolución de un problema auténtico de laboratorio llamado “el oscurecimiento de las manzanas cortadas”. Los resultados demostraron la dificultad que experimentan los estudiantes para integrar sus conocimientos y habilidades en una situación en contexto. Se sugiere generar actividades que no sólo impliquen aspectos procedimentales en el laboratorio sino que además requiera aplicación de conocimientos intelectuales.

Finalmente, en un artículo de Cañas y Martín, (2010) se analizaron las causas que pueden dificultar el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes y como a partir de una situación cotidiana como las botellas plásticas se puede orientar adecuadamente una actividad potencial de aprendizaje para el desarrollo de competencias científicas y permitir acercar la ciencia a los intereses de los estudiantes.

### **4.3 Estudios acerca de la implementación del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación dirigida en la Química**

En las investigaciones realizadas en los últimos años a propósito del modelo didáctico, en la Universidad Pedagógica Nacional se resalta el trabajo de (Esalas, 2009) titulado “Aprendizaje por investigación del concepto de equilibrio químico”, en el cual se diseñó una estrategia didáctica basada en situaciones problemáticas, que permitió abordar las principales dificultades de los estudiantes al interpretar los conceptos básicos asociados al equilibrio químico. Se buscó a partir de la investigación, alternativas metodológicas dentro del modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje por investigación que favorecieran el mejoramiento de la enseñanza de los conceptos químicos. Se implementó un programa guía de actividades a partir de situaciones problema planteado por el docente y que debían solucionar los estudiantes, con supervisión del mismo. Entre las conclusiones del trabajo presentado se destacó que la estrategia implementada sí posibilitó un cambio conceptual, metodológico y actitudinal en los estudiantes, los familiarizó con la metodología científica a través de las situaciones problémicas que ellos mismos resolvieron y permitió generar actitudes positivas hacia la química en general.

Por otra parte el trabajo de Peña y Jiménez, (2010) buscó promover el aprendizaje significativo de conceptos estequiométricos por medio del modelo de resolución de problemas como investigación, mediante la aplicación de una estrategia didáctica a través de un programa guía de actividades. Al final del trabajo se encontró, que la aplicación de la propuesta obtuvo resultados favorables en la medida que logró en los estudiantes mayor integración y participación activa en las diferentes actividades propuestas, especialmente en las prácticas de laboratorio, lo que favoreció el aprendizaje significativo y la interrelación de conceptos a nivel más complejo, evidenciable a través de los mapas conceptuales y la V heurística, utilizadas como instrumentos de evaluación, entre otros.

De otra parte el trabajo de investigación de Burgos (2005) permitió la aplicación de la estrategia metodológica basada en la enseñanza y aprendizaje por investigación centrada en la resolución de problemas, en los cambios químicos y apoyados en módulos didácticos diseñados para tal fin. Con el desarrollo de la estrategia los estudiantes mejoraron sus actitudes hacia la

clase de Química, generando cambios metodológicos en la resolución de problemas ya que los estudiantes lograron desarrollar habilidades y capacidades propias de las ciencias.

Al respecto del tema, en revistas especializadas a nivel nacional como la Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional TED, se encontró la publicación de algunos artículos, por ejemplo el trabajo de Carriazo, Pérez y Muñoz, (2005) que hace referencia a la implementación del modelo de aprendizaje por investigación, como estrategia integradora de conocimientos, que a través de la resolución de problemas prácticos y mediante el desarrollo de pequeños proyectos de investigación que simulan la metodología científica, constituyen una verdadera alternativa pedagógica de las ciencias naturales y de la química en particular.

Los diferentes trabajos aquí reportados demuestran la necesidad que existe dentro de la comunidad educativa de generar alternativas didácticas que promuevan el desarrollo de la competencia científica a través de modelos de investigación, cuya práctica en la escuela permita la participación activa y construcción del conocimiento por parte del estudiante, dejando de lado las prácticas tradicionales de transmisión y acumulación de conocimientos.

## 5 REFERENTES TEÓRICOS

### 5.1 Competencias

Para definir las competencias se deben tener en cuenta múltiples y relevantes conceptos, pues las definiciones son tan variadas y coincidentes entre sí que es útil retomar las más significativas para su abordaje desde la complejidad en la que se ha venido construyendo.

Una de las primeras definiciones del concepto de competencias fue elaborada por Chomsky, (1971) quién las definió como las capacidades y disposiciones para la interpretación, la actuación y el dominio de los principios que gobiernan el lenguaje.

Desde la perspectiva de Chavez (1998), la competencia se caracteriza por los conocimientos declarativos, procedimentales y los conceptos y la define como el resultado de un proceso de integración de habilidades y de conocimientos; saber, saber-hacer, saber-ser, saber-emprender.

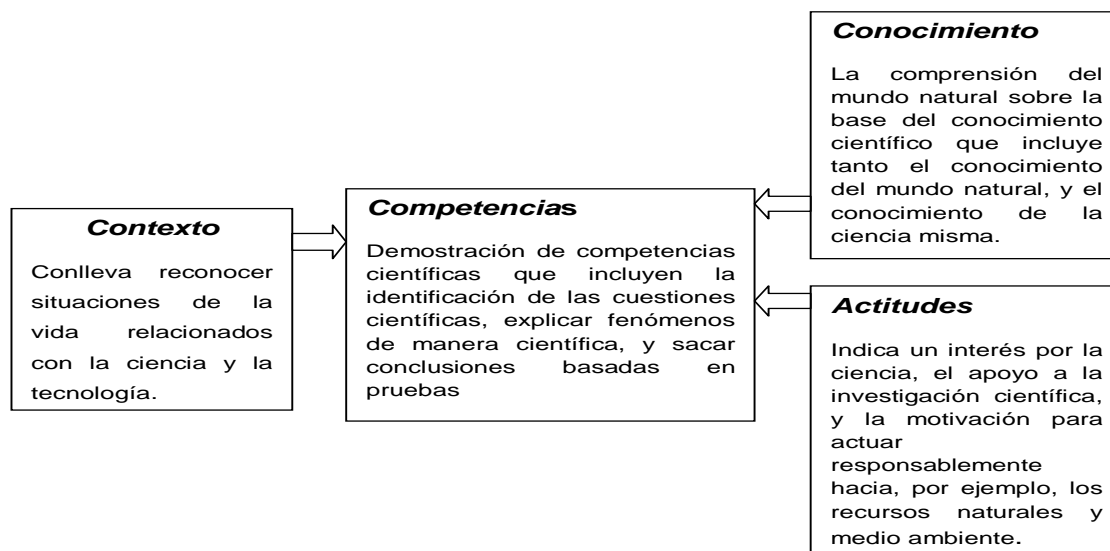
La competencia también puede ser entendida como una “actuación idónea que emerge de una tarea concreta, en un contexto con sentido” (Bogoya y Torrado, 2000), por lo tanto exige del individuo la suficiente apropiación de un conocimiento para la resolución de problemas con diversas soluciones y de manera pertinente, por ello la competencia se desarrolla en una situación o contexto determinado.

Para el MEN (2005), es entendida como saber hacer en situaciones concretas que requieren la aplicación creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes; de la misma forma el ICFES (1999) en su documento “Nuevo Examen de Estado”, la define como “el saber hacer en contexto” y se refiere al desempeño del estudiante frente a una situación determinada utilizando correctamente sus conocimientos; en otras palabras, las competencias se traducen en las acciones que realiza el individuo en cumplimiento de las exigencias de su propia realidad, tales acciones corresponden a la interpretación de lectura de su contexto.

Para PISA (2009) desde el contexto de evaluación que maneja este programa, las competencias hacen referencia a la capacidad de los individuos de analizar, razonar y comunicarse efectivamente conforme se presentan resuelven e interpretan problemas en una

variedad de áreas, como lo son las matemáticas, el lenguaje y las ciencias. Teniendo en cuenta esta conceptualización se procede a establecer el dominio de la competencia científica en el marco de esta investigación.

**5.1.1 La Competencia Científica desde PISA.** La competencia científica según el programa PISA (OCDE, 2009) supone una disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia, es decir, el interés por los temas científicos y la práctica científica y las actitudes en relación con la ciencia, la tecnología, los recursos y el medio ambiente, reflexionando ante los grandes problemas de la humanidad y la necesaria toma de decisiones desde una perspectiva personal y social. Esta disposición es reconocida por el programa como cultura o alfabetización científica y es caracterizada como un conjunto de cuatro aspectos interrelacionados, como se muestra a continuación.



**Ilustración 1 Marco de la Alfabetización Científica PISA 2009**

Ser competente en el área de las ciencias implica, poseer y manejar la información, comprendiendo la naturaleza del conocimiento científico, asumiendo aptitudes para involucrarse como ciudadano en los asuntos relacionados con la ciencia, el desarrollo científico, la tecnología, el medio ambiente y los recursos naturales. Es así como el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes “PISA” y los especialistas convocados por la OCDE (2006, 2009) la definen como “*el conocimiento científico de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar*

*cuestiones, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en evidencias sobre asuntos relacionados con las ciencias”.*

Para PISA las tres competencias fundamentales que contribuyen al proceso de alfabetización científica son las siguientes:

1. **Identificación de asuntos o temas científicos:** Implica la capacidad de reconocer temas o preguntas que pueden ser investigadas científicamente e identificar palabras clave en busca de información reconociendo los rasgos fundamentales de la investigación científica.
2. **Explicación científica de fenómenos:** Requiere de aplicar el conocimiento de la ciencia a determinadas situaciones; describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios; identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.
3. **Utilización de pruebas o evidencias científicas:** Implica interpretar evidencias, sacar conclusiones y comunicarlas; identificar hipótesis, la evidencia y los razonamientos que subyacen a las conclusiones y reconocer las implicaciones sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos

Las tres competencias implicadas en la definición anterior, PISA las explica a través de unos niveles de desempeño que se describen a continuación en la tabla N°1.

<b>NIVELES DE DESEMPEÑO</b>	<b>COMPETENCIAS</b>
<b>NIVEL 6</b>	Los estudiantes identifican, explican y aplican, de manera consistente, el conocimiento científico y el <i>conocimiento sobre la ciencia</i> en una variedad de circunstancias complejas de la vida. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y explicaciones, y utilizar la evidencia de estas fuentes para justificar la toma de decisiones. Demuestran clara y consistentemente un pensamiento y razonamiento científicos avanzados, y demuestran la voluntad de utilizar su entendimiento científico a favor de soluciones a problemas científicos y tecnológicos poco comunes para ellos. Los estudiantes en este nivel utilizan el conocimiento científico y desarrollan argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para resolver situaciones personales, sociales o globales.
<b>NIVEL 5</b>	Los estudiantes identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplican tanto los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia a dichas situaciones, y pueden comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. Los estudiantes en este nivel pueden utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar percepciones críticas. Construyen explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en su análisis crítico. Pueden dar explicaciones basados en evidencias y argumentos que surgen del análisis crítico.
<b>NIVEL 4</b>	Los estudiantes trabajan con eficacia en situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia o tecnología. Seleccionan e integran explicaciones de diferentes disciplinas de ciencia o tecnología y vinculan estas explicaciones directamente con los aspectos de la vida cotidiana. Los estudiantes en este nivel reflexionan sobre sus acciones y comunican sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica.
<b>NIVEL 3</b>	Los estudiantes identifican claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. Los estudiantes en este nivel interpretan y utilizan conceptos de distintas disciplinas y los aplican directamente. Desarrollan breves comunicados refiriendo hechos y toman decisiones basadas en el conocimiento científico.
<b>NIVEL 2</b>	Los estudiantes tienen un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conocen o sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas. Son capaces de razonar directamente e interpretar literalmente los resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico.
<b>NIVEL 1</b>	Los estudiantes tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo se puede aplicar a pocas situaciones que conocen. Dan explicaciones científicas obvias y parten de evidencia explícita.

**Tabla 1 Competencias científicas y niveles de desempeño Pisa (2006)**

## **5.2 Modelo de Investigación Dirigida**

El modelo didáctico de investigación dirigida según Gil (1991), tiene como propósito que el estudiante construya sus propios conocimientos, a partir del tratamiento de problemas que surgen del contexto cotidiano y le posibilita, además, el desarrollo de capacidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, enmarcados dentro de la investigación en el aula de clase.

Para Jiménez, (1992) es una actividad experimental que requiere la participación del estudiante y que orienta la búsqueda de una evidencia que permita resolver un problema práctico o contestar un cuestionamiento teórico.

En consecuencia, la investigación dirigida como un fundamento didáctico en la enseñanza de las ciencias, conlleva una serie de supuestos, de los cuales se destaca: plantear problemas y discutir su relevancia, tomar decisiones que permitan avanzar, formular ideas de manera tentativa, ponerlas a prueba dentro de una estructura lógica general, obtener evidencias para apoyar las conclusiones, utilizar los criterios de coherencia y universalidad, y todo lo antepuesto, en un ambiente de trabajo colectivo e implicación personal en la tarea denominada “Investigar” (Díaz y Jiménez, 1999). La investigación dirigida en este planteamiento se concibe como un proceso de construcción del conocimiento escolar, que requiere de la participación activa del estudiante, quien a partir de sus ideas alternativas, problemas relevantes, razonamientos críticos y explicación de fenómenos desarrolla un proceso de evolución conceptual orientado por el docente.

La construcción del conocimiento escolar se favorece desde la investigación a través del tratamiento de situaciones reales, en un proceso dinámico. El conocimiento escolar, entendido como las construcciones que realizan los estudiantes, mediante la interacción dinámica de su conocimiento cotidiano con el saber científico (García y García, 2000) posibilita el desarrollo de habilidades científicas como la problematización, conceptualización, manejo de variables y explicación de sucesos, entre otras; a la vez promueve el trabajo colaborativo, en el tratamiento de problemas y la toma de decisiones, característica de la ciencia, como producto de un colectivo humano.

Este modelo de investigación dirigida, se fundamenta desde cuatro referentes conceptuales: epistemológico, psicológico, pedagógico y didáctico, cuyos principios básicos se explican a continuación.

**5.2.1 Referente Epistemológico.** El modelo didáctico de investigación dirigida se fundamenta desde una postura constructivista en la construcción del conocimiento, soportada en la estrategia de resolución de problemas (García y García, 2000). Propone abordar los contenidos curriculares mediante actividades y situaciones problémicas de interés para los estudiantes que conlleven a reconstruir su propio saber mediante el desarrollo de proyectos de aula (Carriazo y Saavedra, 2004) Dentro de este enfoque, más que la solución del problema (productos) interesa el proceso mismo, más la dinamización de las ideas referidas a la temática propuesta que el llegar a una determinada solución.

Según, García y García (2000), la propuesta didáctica pretende fomentar la investigación del estudiante, que partiendo del conocimiento cotidiano y del trabajo con problemas prácticos, propicie la interacción de sus concepciones al saber científico y posibilitar, así, el conocimiento escolar. Desde la visión constructivista el conocimiento se concibe como una construcción que realiza el individuo desde su interior cognitivo, afectivo y biológico, como producto de reflexiones a partir de sus esquemas de conocimiento previos, que le permiten asignar significados propios, dentro de un contexto dado, a los significantes o información que recibe del medio exterior, requiere de constantes cambios, modificaciones, equilibrios y desequilibrios, en el que los nuevos conocimientos deben ser elaborados por el sujeto y luego integrados a su esquema cognitivo, para ser reajustados con los conocimientos previos, de modo que genere nuevas construcciones que le permitan actuar de una manera competente en un contexto determinado, es decir que posibilite un verdadero aprendizaje significativo y no una simple memorización o tan solo comprensión de los contenidos trabajados.

Los mecanismos que posibilitan las transformaciones de dicho conocimiento son explicados desde la concepción de Toulmin, (1977) quien propone una evolución constante del conocimiento, con pequeños cambios graduales, que posibilitan modificar los conocimientos previos del individuo. El conocimiento es de naturaleza sistémica y compleja y por ello es necesario que integre todos sus elementos dentro de un contexto socio-cultural (Salcedo y García, 1995).

**5.2.2 Referente Psicológico.** Las bases del aprendizaje significativo, aportan al modelo de investigación dirigida, los fundamentos sobre la reorganización de la información y modificación de las estructuras conceptuales en los sujetos, ofreciendo el marco de referencia para el diseño de las herramientas metodológicas que permitan conocer la forma en que están organizadas las ideas alternativas de los estudiantes, como lo señalan (Ausubel, Novak y Hannesian,1983), lo que permitirá orientar de la manera más adecuada la labor educativa, partiendo de un sustrato cognitivo y no de mentes en blanco, como cotidianamente se piensa, olvidando que ellos poseen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio

**5.2.3 Referente Pedagógico.** El modelo de Investigación dirigida desde la posición constructivista de Vigotzky, (1988) concibe el aprendizaje como un proceso de construcción personal y social, en el que los estudiantes construyen nuevos conocimientos mediante la interacción de sus estructuras previas con la nueva información que les brinda su entorno físico y social de forma que estos le asignan significado y puedan articularlos a su estructura cognitiva preexistente (Marín, 2011). Así, el sujeto construye su conocimiento a través de una reestructuración activa y continua en su interacción con el mundo, a partir de las situaciones problemáticas en que se presentan los contenidos. Por lo tanto cuando el estudiante se enfrenta ante una situación problemática, intenta solucionarla desde sus concepciones previas, si éstas no le sirven para interpretar la situación ni actuar en ella, se darán las condiciones propicias para iniciar un proceso de reestructuración, en la que posiblemente se logren generar estructuras de conocimiento más complejas y mejor elaboradas que le permitan actuar adecuadamente ante la situación presentada, (Driver, 1986).

Desde el punto de vista del constructivismo se ofrece una visión del estudiante como constructor de significados (Marín, 2011), participante activo, directo y responsable de sus procesos de aprendizaje, el docente debe proporcionarle las actividades adecuadas para interactuar con el medio y generar su propio conocimiento práctico y útil, que le permitirá ser realmente competente.

**5.2.4 Referente Didáctico.** El modelo de Investigación Dirigida, según García y García, (2000) está pensado como un proceso intelectual de construcción del conocimiento orientado desde la percepción y comprensión de problemas con una óptica de aportar posibles soluciones, que reconoce el papel activo y cooperativo tanto del profesor como de los estudiantes en dicha construcción, de manera permanente. Dicho método busca siempre que el docente oriente a los estudiantes a generar grandes ideas a través del permanente cuestionamiento, análisis, razonamiento y reflexión en torno del objeto de estudio; facilita la participación activa del estudiante en la construcción del nuevo conocimiento, les ayuda a resolver problemas, a desarrollar un pensamiento crítico y habilidad para manejar los procesos de producción del conocimiento científico, y construir una práctica pedagógica efectiva, (Cañal & Porlán, 1988)

El modelo didáctico propuesto de investigación dirigida se fundamenta en el aprendizaje por investigación el cuál se constituye en un proceso de construcción de conocimientos y actitudes que posibilita “el cuestionamiento y la búsqueda de explicaciones por parte del individuo” (Cañal y Porlan, 1988).

La Ilustración N° 2 resume la visión compleja de la realidad educativa y explica los principales planteamientos de la investigación en el aula, como principio didáctico.

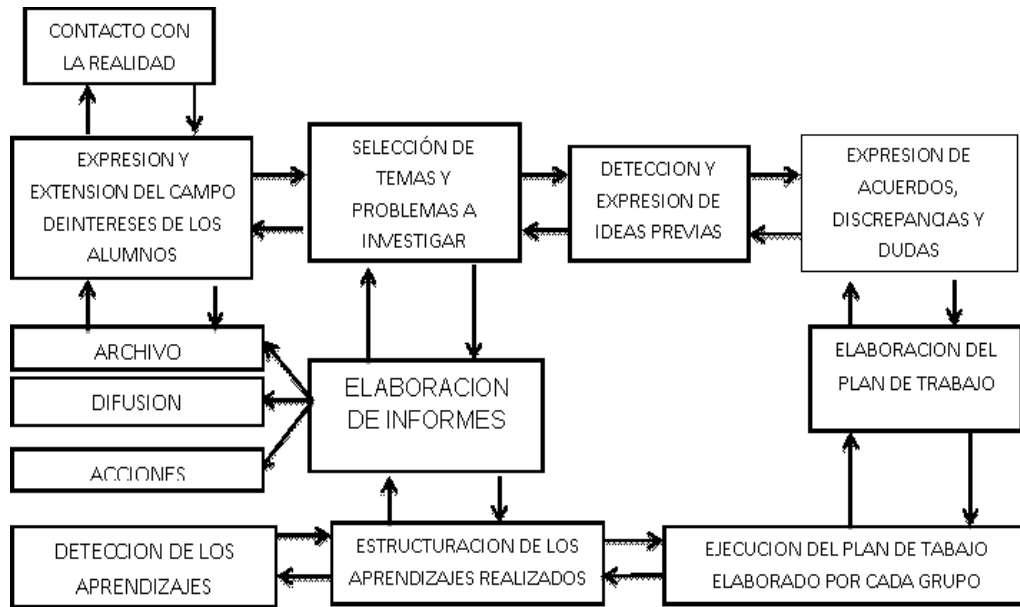


**Ilustración 2 La investigación como principio didáctico vertebrador de la acción educativa. (Tomado de García y García, 2000. p. 18)**

La metodología investigativa propuesta para el proceso de aprendizaje de los alumnos se concreta en la selección de unos tipos de actividades como lo señalan Cañal y Porlán, (1988).

- a) Actividades de detección y desarrollo del campo de los intereses de los alumnos (desarrollo de la motivación intrínseca).
- b) Actividades de detección de problemas concretos a investigar.
- c) Actividades de expresión de esquemas conceptuales y demás aprendizajes previos concernientes al problema investigado, incluyendo las posibles hipótesis explicativas.
- d) Actividades de planificación para la resolución del problema.
- e) Actividades de ejecución de lo planificado
- f) Actividades de expresión de resultados.
- g) Actividades de aplicación, estructuración y generalización de los resultados.
- h) Actividades de estimación de los aprendizajes alcanzados.

Una secuencia tipo de estas actividades puede verse en la Ilustración N° 3.



**Ilustración 3** Secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje por investigación. (Tomado de Cañal y Porlan, 1988. P.59)

### 5.3 Fundamento Disciplinar del Agua

**5.3.1 Estructura y propiedades del agua.** Según Brown et. al. (2004) el Agua es el líquido más común sobre la superficie de la tierra; cubre aproximadamente el 72% de la superficie del planeta y es indispensable para la vida. Es un compuesto químico que consiste en un 11% de hidrógeno y 89% de oxígeno en masa. Dicha composición macroscópica corresponde a su composición molecular, que consta de dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno, por medio de enlaces covalentes.

El modelo molecular del agua tiene una geometría tetraédrica, con dos pares no enlazantes (pares solitarios) de electrones, responsables de que la molécula presente un ángulo de enlace de  $104.5^\circ$  y un momento dipolar global ( $\mu = 1.85 \text{ D}$ ).

El Agua es una molécula polar y por ello se dan interacciones dipolo-dipolo entre las propias moléculas de Agua, formándose enlaces por puentes de hidrógeno. Aunque son uniones débiles, el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras cuatro moléculas unidas por puentes de hidrógeno permite que se forme en el agua (líquida o sólida) una estructura de

tipo reticular, responsable en gran parte de su comportamiento anómalo y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas.

Dentro de las propiedades del agua se resaltan las siguientes:

- Acción disolvente: A su carácter altamente polar se debe su excepcional capacidad para disolver una amplia variedad de sustancias iónicas y covalentes polares.
- Puntos de fusión y de ebullición anormalmente altos y una gran capacidad calorífica: Debido a la extensa formación de puentes de hidrógeno.
- Actúa como ácido o base de Bronsted, según las circunstancias.
- Posee elevada fuerza de cohesión.
- Gran calor específico.
- Elevado calor de vaporización.

**5.3.2 Calidad del agua** Los criterios de calidad del Agua, varían de acuerdo con el uso propuesto este compuesto y se determinan a partir de ciertos parámetros:

- Físicos: Definen las características del agua que responden a los sentidos, como: sólidos suspendidos, la turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.
- Químicos: Estos parámetros están relacionados con la capacidad de solvente del agua, como: sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, fluoruros, metales, compuestos orgánicos y nutrientes.
- Biológicos: Hace referencia a los diferentes organismos de la comunidad biológica, porque su presencia o ausencia puede indicar en términos generales las características de un cuerpo de agua determinado (Rojas, 1991)

**5.3.3 Contaminación Química del Agua.** Los contaminantes químicos en las fuentes hídricas según Dickson (1997), incluye a todos los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos; también desechos ácidos alcalinos y gases tóxicos disueltos en él como los óxidos de azufre, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Los contaminantes orgánicos también son compuestos disueltos o dispersos en el agua del mismo origen de los inorgánicos y se definen como desechos de humanos y animales, de procesamiento de alimentos, productos químicos industriales de origen natural como aceites,

grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan a la vida acuática.

Las concentraciones anormales de compuestos de nitrógeno en el agua, tales como el amoníaco o los cloruros se utilizan como índice de la presencia de dichas impurezas contaminantes en el agua. Los contaminantes químicos pueden clasificarse en contaminantes comunes, contaminantes especiales y metales pesados.

### **5.3.3.1 Contaminantes Comunes del Agua**

- Oxígeno Disuelto (OD): La presencia de oxígeno disuelto es fundamental para mantener la vida acuática y la calidad de las aguas. La carencia de oxígeno se presenta como consecuencia de la contaminación. La concentración de OD indica, entre otros, el estado de septización, potencialidad para producir malos olores, calidad de las aguas, y estimación de la actividad fotosintética.
- Demanda Biológica De Oxígeno (DBO): Es el parámetro de contaminación orgánica más utilizado y suele determinarse a los 5 días (DBO5). Es el resultado de la degradación de tres tipos de materiales: Materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios heterótrofos) o Nitrógeno oxidable o Compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD)
- Demanda Química De Oxígeno (DQO): Es una medida de la cantidad de materia orgánica biodegradable y no biodegradable. En algunos casos se puede relacionar con la DBO por lo que se gana tiempo en la determinación.
- Nutrientes: Estos elementos son esenciales para el crecimiento de las plantas, pero en cantidades excesivas provocan la Eutrofización, crecimiento desmesurado de las algas verdes cianofíceas y se impide la oxigenación del agua: Nitrógeno total y amoniacal: En aguas contaminadas pueden existir nitratos y nitritos procedentes de la oxidación del amoníaco y de fertilizantes. Fósforo: no está presente de forma natural en las aguas, en las aguas residuales procede de los excrementos y de los detergentes, (Lopez, 2009)

### 5.3.3.2 Contaminantes Especiales

- Aceites y Grasas: Están presentes en aguas domésticas e industriales, pueden ser orgánicos o derivados del petróleo. Generalmente se extienden sobre la superficie de las aguas, creando películas que afectan a la vida biológica de las aguas.
- Detergentes: Generalmente contienen agentes tensoactivos (formadores de espuma); agentes coadyuvantes que ablandan el agua y cargas, sustancias que ajustan la sustancia activa a las dosis utilizadas.
- Sulfuros: Se encuentran en las aguas negras, aguas de industria química y papelera y refinerías de petróleo. La concentración de sulfuros da una idea del grado de septización.
- Cianuros: Contaminación de origen industrial, enormemente tóxicos
- Fluoruros: Se encuentra en vertidos de la industria del aluminio y de abonos fosfatados.
- Fenoles: Se encuentran en los efluentes industriales de las refinerías, industria siderúrgica, farmacéutica, etc. Los derivados clorados de los fenoles confieren al agua características organolépticas no deseables.
- Pesticidas: los pesticidas más utilizados son poco biodegradables y, además de su elevada toxicidad, presentan problemas de bioacumulación.
- Hidrocarburos: Son compuestos químicos orgánicos, presentes en grandes cantidades en el petróleo y gas natural. La contaminación que puede originar un crudo de petróleo cuando se derrama en el mar depende de sus características que pueden variar mucho en función del tipo de petróleo, (Lopez, 2009).

**5.3.3.3 Contaminantes Metales pesados.** La presencia de metales en aguas es motivo de preocupación, principalmente por sus efectos tóxicos y su bioacumulación en la cadena trófica. Algunos metales son esenciales para la vida (Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Mo, Ni, Co, Cu y Zn). El hierro forma parte de la hemoglobina de la sangre y el cobalto de la vitamina B-12, siendo también un activador de enzimas, como el manganeso. El cobre y el cinc participan en la síntesis de enzimas. El molibdeno participa en los procesos de transferencia de electrones. El resto de los metales pesados: mercurio, cadmio, níquel, cromo, plomo, etc. son metales no esenciales y tienen efectos tóxicos sobre el organismo. Incluso los metales esenciales, cuando sobrepasan las concentraciones requeridas por el organismo, pueden tener efectos tóxicos. (Lopez, 2009).

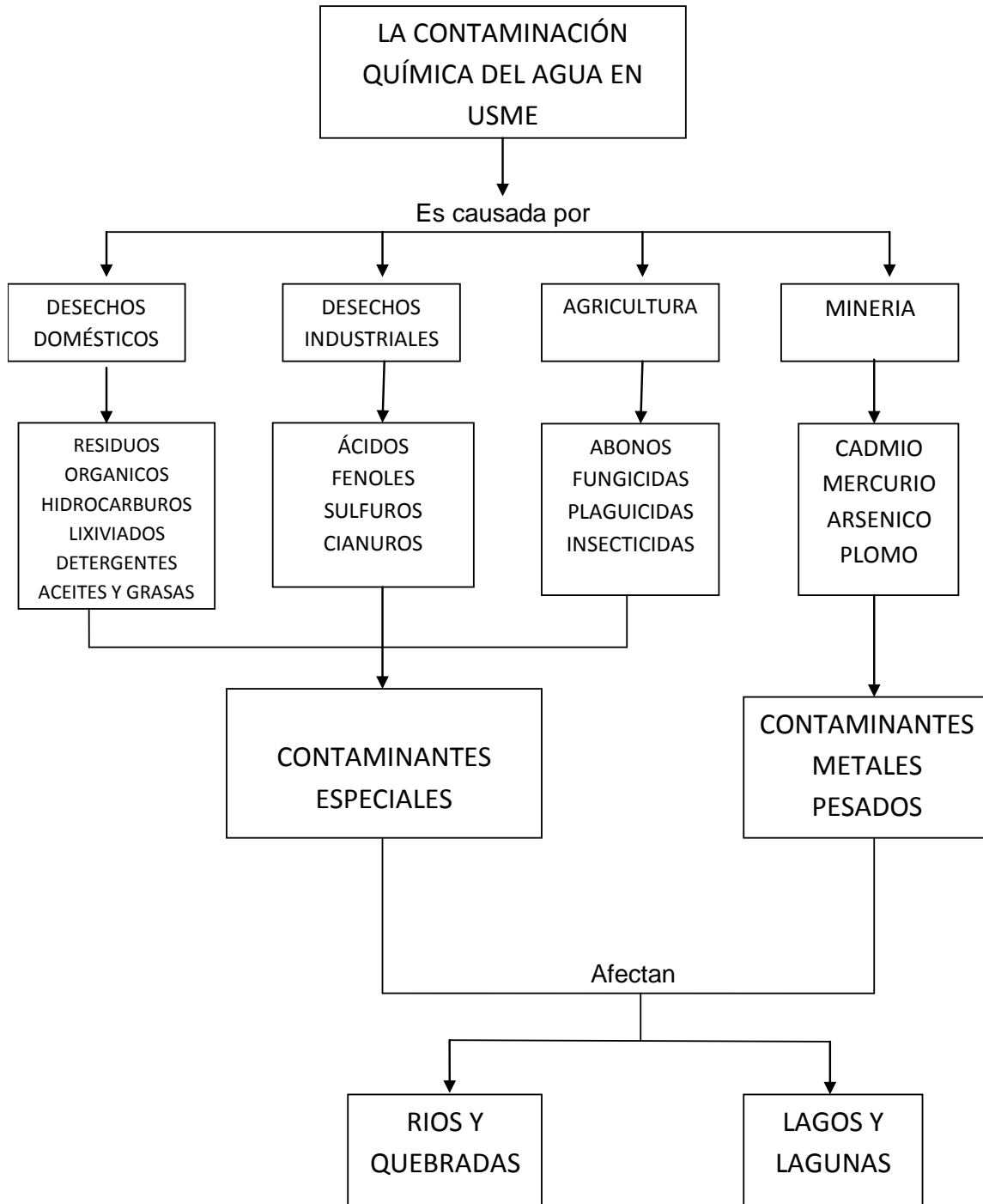
**5.3.3.4 Aguas residuales.** Las aguas residuales pueden definirse como el conjunto de aguas que lleva elementos extraños, bien por causas naturales, bien provocadas de forma directa o indirecta por la actividad humana, estando compuestas por una combinación de: Líquidos de desagüe de viviendas, comercios, edificios de oficinas e instituciones. Líquidos efluentes de establecimientos industriales. Líquidos efluentes de instalaciones agrícolas y ganaderas. Aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que circulan por calles, espacios libres, tejados y azoteas de edificios que pueden ser admitidas y conducidas por las alcantarilla. Según Mara citado por Merli y Ricciuti 2009 “...Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias...”

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendonca, 1987). Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

- Domésticas: son aquellas utilizadas con fines higiénicos.
- Industriales: son líquidos generados en los procesos industriales.
- Infiltración y caudal adicionales: las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.
- Pluviales: son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo, parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

De acuerdo con la información anterior en relación con el marco disciplinar, a continuación se presenta en el siguiente diagrama, una síntesis de los aspectos relacionados con la

contaminación química del agua en la localidad de Usme, a partir de los cuales se orienta el trabajo investigativo con los estudiantes.



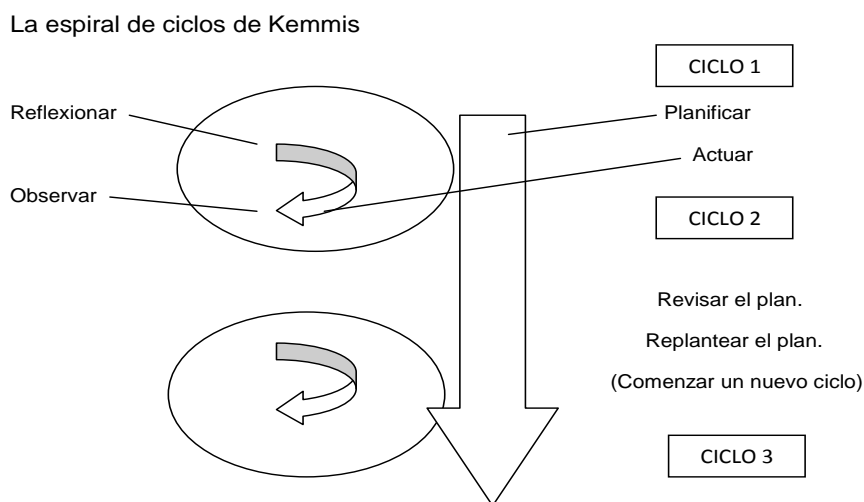
**Ilustración 4 Aspectos relacionados con el estudio de la contaminación Química del agua**

## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 Descripción del Enfoque de Investigación

La metodología que se abordó en este trabajo de investigación es de tipo cualitativo desde la perspectiva interpretativa en la que según Sandín, (2003) el investigador está sujeto a las interacciones, prestándole atención al reconocimiento de los sucesos relevantes. Siguiendo a Marshall y Rossman (1995) la investigación cualitativa se concibe como pragmática, interpretativa y está asentada en la experiencia de las personas, de esta forma, el proceso de investigación supone: la inmersión en la vida cotidiana de la situación seleccionada para el estudio; la valoración y el intento por descubrir la perspectiva de los participantes sobre sus propios mundos y la consideración de la investigación como un proceso interactivo entre el investigador y los participantes, de tipo descriptivo y analítico y que privilegia las palabras de las personas y su comportamiento observable como datos primarios.

La descripción anterior justifica el sentido que tiene para este trabajo la metodología de tipo cualitativo y dentro de ella se pone en desarrollo el enfoque de Investigación- Acción, teniendo en cuenta que éste se puede considerar como un término que hace referencia a una amplia gama de estrategias realizadas para mejorar el sistema educativo y social. Desde esta perspectiva Carr y Kemmis, (1988) reconocen este tipo de investigación como una espiral autorreflexiva de bucles: planear, actuar, observar y reflexionar, y luego replanificar como base para la solución de los problemas educativos, como se muestra en la siguiente ilustración.



**Ilustración 5 Espiral de ciclos de Kemmis**

De acuerdo con la figura anterior, cada ciclo lo componen cuatro momentos:

- El desarrollo de un plan de acción críticamente informado para mejorar aquello que ya está ocurriendo.
- Un acuerdo para poner el plan en práctica.
- La observación de los efectos de la acción en el contexto en el que tienen lugar.
- La reflexión en torno a esos efectos como base para una nueva planificación, una acción críticamente informada posterior, entre otros, a través de ciclos sucesivos.

Siguiendo a Kemmis y McTaggart (2005), los principales beneficios de la investigación-acción son la mejora de la práctica, su comprensión y de la situación en la que tiene lugar. La investigación-acción se propone optimizar la educación a través del cambio y aprender a partir de las consecuencias de los mismos. El propósito fundamental de la investigación-acción no es tanto la generación de conocimiento como el cuestionar las prácticas sociales y los valores que las integran con la finalidad de explicitarlos.

Esta metodología en el marco de la presente investigación, posibilita al educador ser parte del proceso de investigación, líder en el direccionamiento de las actividades propuestas en la estrategia didáctica que se formuló y desarrolló con los estudiantes dentro del contexto de estudio enfocado desde la contaminación química del agua, apoyados en el modelo de

investigación dirigida. Para hacer un seguimiento minucioso a las actividades que se desarrollaron en la estrategia didáctica se hizo uso del diario de campo, en el cual se anotaron los aspectos relacionados con las etapas de planificación, actuación, observación y reflexión a lo largo del proceso de intervención con los estudiantes.

## **6.2 Población de Estudio**

La población con la cual se desarrolló esta investigación la constituyó una muestra de 46 estudiantes de grado once de I.E.D Nuevo San Andrés de los Altos, ubicada en la localidad quinta de Usme, en Bogotá. Los estudiantes son de estrato socioeconómico 1 y 2 y sus edades oscilan entre los 15 y 17 años de edad. La fase de intervención con los estudiantes se llevó a cabo en el primer semestre del año 2013.

## **6.3 Delimitación de Categorías de Estudio**

Para la investigación se tomó como marco referencial las tres competencias científicas propuestas por el programa PISA las cuales se dividieron y categorizaron por niveles de desempeño como se muestra en la tabla N° 2 con el fin de hacer un diagnóstico de dichos niveles en los que se encuentran los estudiantes antes, durante y al final del proceso de intervención con la estrategia didáctica.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de las competencias y sus desempeños por niveles teniendo en cuenta los planteados por PISA y a partir de ellos, se establecieron los criterios de evaluación y seguimiento de la estrategia didáctica.

<b>NIVELES DE DESEMPEÑO</b>	<b>IDENTIFICAR TEMAS CIENTÍFICOS</b>	<b>EXPLICAR CIENTÍFICAMENTE FENÓMENOS</b>	<b>USAR EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>
<b>NIVEL 6</b> (VI)	Los estudiantes identifican, explican y aplican, de manera consistente, el conocimiento científico y el <i>conocimiento sobre la ciencia</i> en una variedad de circunstancias complejas de la vida.	Los estudiantes en este nivel utilizan el conocimiento científico y desarrollan argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para resolver situaciones personales, sociales o global	Los estudiantes demuestran habilidad para comparar y diferenciar explicaciones opuestas al revisar la evidencia de sustento. Son capaces de formular argumentos por medio de la síntesis de evidencias provenientes de diversas fuentes.
<b>NIVEL 5</b> (V)	Los estudiantes identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplican tanto los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia a dichas situaciones.	Los estudiantes pueden comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. Pueden dar explicaciones basados en evidencias y argumentos que surgen del análisis crítico.	Los estudiantes en este nivel pueden utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar percepciones críticas. Construyen explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en su análisis crítico.
<b>NIVEL 4</b> (IV)	Los estudiantes trabajan con eficacia en situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia o tecnología.	Los estudiantes seleccionan e integran explicaciones de diferentes disciplinas de ciencia o tecnología y vinculan estas explicaciones directamente con los aspectos de la vida cotidiana	Los estudiantes en este nivel reflexionan sobre sus acciones y comunican sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica.
<b>NIVEL 3</b> (III)	Los estudiantes identifican claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos.	Los estudiantes pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación.	Los estudiantes son capaces de seleccionar elementos relevantes de información para dar respuesta a una pregunta o para sustentar en favor o en contra de una conclusión dada.
<b>NIVEL 2</b> (II)	Los estudiantes tienen un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conocen o sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas	Los estudiantes pueden recordar hechos científicos apropiados, tangibles y aplicables a un contexto simple; y los puede usar para explicar un resultado.	Los estudiantes pueden hacer interpretación literal de los resultados de una investigación científica o de la solución a un problema.
<b>NIVEL 1</b> (I)	Los estudiantes tienen un conocimiento tan limitado que sólo pueden identificar algunas situaciones que le son conocidas.	Los estudiantes dan explicaciones obvias desde su conocimiento cotidiano.	Los estudiantes identifican la evidencia explícita en una situación problema.

**Tabla 2 Desempeños y niveles de desempeño de las competencias científicas.  
Adaptado Fuente: Pisa 2006: Science Competencies for Tomorrow's World**

## 6.4 Estrategia Didáctica

Tomando como referente a Salcedo y García (1995), a lo largo de la investigación se ejecutaron cuatro etapas para el diseño y ejecución de las actividades que constituyen la estrategia didáctica, que son: transición, ejecución y evaluación, con una etapa diagnóstica previa. A través de éstas se abordó el estudio de la contaminación química del agua, implementando el modelo de aprendizaje por investigación dirigida, con el fin de hacer un seguimiento a los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con las competencias propuestas por el programa PISA y que se muestran en la tabla N° 2.

La estrategia consta de tres momentos específicos que corresponden a la identificación de los niveles de desempeño iniciales que poseen los estudiantes en relación con las competencias objeto de estudio (etapa diagnóstica); también la planeación y ejecución de actividades con el fin de desarrollar las competencias objeto de estudio e incrementar los niveles de desempeño iniciales (etapas de transición y ejecución); y la evaluación final de los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes durante la intervención mediada por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida (etapa de evaluación). De la misma forma se diseñaron dos test con el fin de recoger información acerca de las actitudes que presentaron los estudiantes hacia los temas relacionados con la Ciencia, ya que en el marco de alfabetización científica que propone PISA es necesario tener en cuenta además del contexto y el conocimiento las actitudes que poseen los estudiantes para complementar para propiciar el desarrollo de las competencias. A continuación de describen cada una de las etapas con sus respectivas actividades e instrumentos de evaluación.

**6.4.1 Etapa Diagnóstica** En esta etapa se diseñaron tres instrumentos de evaluación que permitieron identificar los niveles de desempeño iniciales que poseían los estudiantes en relación con las competencias científicas objeto de estudio. El primer instrumento correspondió a un artículo que permitió contextualizar a los estudiantes sobre una situación de contaminación hídrica en la localidad de Usme; el segundo instrumento se diseñó a partir de la imagen de un purificador de agua que explica las partes que lo constituyen y las ventajas del consumo de agua purificada y el tercero a partir de los datos de una investigación sobre la contaminación por metales pesados en el Embalse de Muña y su influencia en la salud de los habitantes. Las pruebas

se diseñaron tomando como referente el estilo de las pruebas elaboradas por PISA, las cuales están orientadas por la descripción de situaciones particulares con preguntas diseñadas para cada nivel de desempeño y cuyas respuestas son de selección múltiple. Para esta investigación se consideró relevante indagar sobre las justificaciones que los estudiantes podían dar de acuerdo con las respuestas elegidas, con el fin de garantizar que sus elecciones no estuvieran orientadas por el azar. Los instrumentos de esta etapa se describen a continuación:

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de cada una de las pruebas diagnósticas propuestas para la primera etapa de la investigación, las cuales fueron validadas por juicio de expertos.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO</b>
<b><i>Prueba N° 1</i></b> <b><i>“El Río Tunjuelito, Alcantarilla abierta de Usme”</i></b>	Identificar los niveles de desempeño iniciales que poseen los estudiantes en relación con la competencia: <b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	Los estudiantes realizan la lectura del artículo y contestan las preguntas que se les presentan.  <b>Anexo A</b>	Asignación de puntajes y niveles según las tablas N° 4 y 5.
<b><i>Prueba N° 2</i></b> <b><i>“Purificador OIKOS 2000”</i></b>	Identificar los niveles de desempeño iniciales que poseen los estudiantes en relación con la competencia: <b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	Los estudiantes interpretan la información presentada y contestan las preguntas que allí se plantean.  <b>Anexo B</b>	Asignación de puntajes y niveles según las tablas N° 4 y 5.
<b><i>Prueba N° 3</i></b> <b><i>“Contaminación en el Muña”</i></b>	Identificar los niveles de desempeño iniciales que poseen los estudiantes en relación con la competencia: <b>USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	Los estudiantes contestan el cuestionario relacionado con la situación planteada.  <b>Anexo C</b>	Asignación de puntajes y niveles según las tablas N° 4 y 5.

**Tabla 3 Pruebas diseñadas para la etapa Diagnóstica**

- **Estrategia de evaluación y seguimiento para la etapa diagnóstica**

En la etapa diagnóstica se diseñaron tres pruebas utilizando test de seis preguntas, las cuales se interpretaron asignando unas puntuaciones a las respuestas y justificaciones acertadas como se muestra en la tabla 4 y por la sumatoria de puntos se asignó el nivel de desempeño correspondiente a cada competencia como se muestra en la tabla 5.

PRUEBA N°_					
Respuesta		Justificación			Puntaje
Correcta	Incorrecta	Correcta Completa	Correcta Incompleta	No Justificado	
	X			X	0
X				X	2
X			X		3
X		X			4

**Tabla 4 Asignación de puntajes por pregunta**

PUNTAJE TOTAL	NIVEL DE DESEMPEÑO
24	6 (VI)
20-23	5 (V)
16-19	4 (IV)
12-15	3 (III)
8-11	2 (II)
4-7	1 (I)
Menor a 4	0

**Tabla 5 Correlación de puntajes y niveles de desempeño**

Para el tratamiento de la información a cada estudiante se le asignó un código numérico; los resultados obtenidos de las pruebas diagnósticas se consignaron por estudiante en unas tablas donde se registraron los puntajes y los niveles de desempeño en el que se encontraban por competencia, como se muestra en los capítulos de resultados y análisis.

**6.4.2 Etapa de transición** En esta etapa se plantearon unas actividades relacionadas con el componente conceptual de la contaminación química del agua y el trabajo relacionado con la investigación científica y sus componentes, con el fin de aproximar a los estudiantes a los procesos de aprendizaje basados en investigación. Esto se llevó a cabo con la información suministrada por un video en el que se describe la situación de contaminación del río Bogotá y presenta los resultados de un estudio adelantado por la Universidad Jorge Tadeo Lozano en el que demuestran que esta fuente hídrica aún es navegable y se puede salvar. También se utilizaron las pruebas diagnósticas resueltas por los estudiantes con el fin de analizar las diferentes situaciones problema de cada uno de los instrumentos y las opciones de respuesta, además de una lectura acerca de la contaminación del sistema hídrico de la localidad de Usme. Adicionalmente se les presentó los diez procesos que debían desarrollar por medio de la formulación de un proyecto de investigación, como se muestra en la siguiente tabla.

<b>COMPETENCIAS</b>	<b>PROCESOS</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	1. Formulación de preguntas problematizadoras relacionadas con tema de estudio
	2. Identificación de palabras o temas claves para buscar información
	3. Reconocimiento de los rasgos fundamentales de la investigación científica: Formulación de hipótesis
	4. Reconocimiento de los rasgos fundamentales de la investigación científica: Identificación de variables
<b>USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	5. Interpretación de pruebas o evidencias científicas
	6. Formulación de conclusiones a partir de las evidencias
	7. Reconocimiento de las implicaciones sociales
<b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	8. Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia
	9. Descripción de fenómenos
	10. Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas

**Tabla 6 Procesos específicos de las competencias científicas PISA (2009)**

A continuación se presenta una síntesis de las actividades propuestas para la etapa de transición:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO</b>
<b>Actividad N° 1</b>  <b>Video “Salvando el río Bogotá”</b>	Explicar a los estudiantes los componentes principales de un estudio o investigación científica y promover el trabajo en equipo.	Los estudiantes observan el video y ayudados de las explicaciones del docente contestan la matriz propuesta en grupos de trabajo  <i>Anexo D</i>	Socialización e intercambio de ideas entre grupos y con el docente. Observación directa Registro en diario de campo
<b>Actividad N° 2</b>  <b>“Test de actitudes hacia la ciencia”</b>	Identificar las actitudes relacionadas con la ciencia y el trabajo científico (PISA, 2009) a partir de la información presentada en el video	Los estudiantes contestan en forma individual seis preguntas que evidencian sus actitudes hacia la ciencia a propósito del video presentado.  <i>Anexo E</i>	Matriz de clasificación de actitudes hacia la Ciencia.
<b>Actividad N° 3</b>  <b>Socialización de las pruebas de entrada</b>	Explicar los elementos claves de una situación problema objeto de estudio desde los procesos de la ciencia.	El docente explica y socializa los componentes principales de las situaciones problema presentados y a partir de ellos los estudiantes comparan sus respuestas determinando sus aciertos y desaciertos  <i>Anexos A, B, C.</i>	Socialización e intercambio de ideas entre grupos y con el docente. Observación directa Registro en diario de campo
<b>Actividad N° 4</b>  <b>Introducción al trabajo investigativo</b>	Definir los objetivos y la metodología de trabajo con el fin de orientar los procesos relacionados con la investigación científica, a partir de la descripción del contexto, la elección de las problemáticas de estudio y la definición de criterios para el funcionamiento de los grupos de trabajo	Los estudiantes se contextualizan acerca del tema objeto de estudio a través de la lectura “ <i>Problemas del sistema hídrico en Usme</i> ”; escogen la situación problemática para trabajar a partir del diagrama y la tabla que se les presenta y conforman grupos de trabajo.  <i>Anexo F</i>	Socialización e intercambio de ideas entre grupos y con el docente. Observación directa Registro en diario de campo

**Tabla 7 Actividades propuestas para la etapa de transición**

- **Estrategias de evaluación y seguimiento de la etapa de transición**

Para evaluar las actividades de la segunda etapa propuestas en la metodología de esta investigación, se recurrió a la observación directa y de video y los registros posteriores en diario de campo, con el propósito de cumplir con las etapas propias de la investigación acción (planificación, actuación, observación y reflexión), las cuales permitieron constantemente replantear la estrategia didáctica con el fin de desarrollar las competencias propuestas por PISA. Con este instrumento se recopilaban todos los aspectos emergentes relacionados con las etapas de planeación, actuación, observación y reflexión a lo largo del proceso de intervención con los estudiantes.

Para valorar las actitudes de los estudiantes frente a la Ciencia y el trabajo científico, se diseñó una matriz en la que se incluyeron sus códigos y las tres actitudes básicas tenidas en cuenta por el programa PISA (*el interés por la Ciencia, el apoyo la investigación científica y la motivación por actuar responsablemente con los recursos naturales*); éstas fueron valoradas con cada una de las preguntas del test. Esta información se utilizó como valor agregado dentro de la investigación con el fin de ayudar a interpretar los resultados de todas las actividades, dado que indagar sobre dichas actitudes no era un objetivo directo de este trabajo.

A continuación se presenta el formato utilizado para el registro se muestra en el siguiente esquema.

<i>Diario de Campo</i>		
<i>Fecha:</i> _____	<i>Lugar :</i> _____	
<i>Tema:</i> _____		
<i>Tipo de Actividad:</i> _____		
<i>Objetivo</i> _____		
Descripción de la actividad	Observaciones	Reflexión

**Ilustración 6 Formato de diario de campo**

**6.4.3 Etapa de Desarrollo** Para esta etapa se plantearon actividades a través de las cuales se orientó a los estudiantes para que identificaran y abordaran los diferentes procesos de la investigación en el contexto escolar relacionándolos con la contaminación química de las fuentes hídricas de la localidad de Usme, con el propósito de hacer un seguimiento a cada uno de ellos a través de la contextualización y formulación de proyectos de investigación, apoyados de unos análisis fisicoquímicos realizados al agua de la quebrada Chiguaza la cual es la fuente hídrica más cercana a su entorno.

Las actividades propuestas para esta etapa se plantearon a nivel individual y grupal, y se describen en las tablas 8 y 9.

- **Estrategias de evaluación y seguimiento de la etapa de desarrollo**

A las actividades planteadas en la etapa de desarrollo se les hizo seguimiento a través de la observación directa apoyada de videos, diarios de campo y la interpretación de la información obtenida a través de las tablas planteadas en cada instrumento, las cuales hacían alusión directa a los procesos relacionados con las tres competencias. Para el tratamiento de esta información se plantearon unas matrices en la cual se clasificaron los diez procesos señalados en la tabla N°6 y los estudiantes que manifestaron una aproximación a cada uno de ellos por grupos y a nivel individual.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO</b>
<b>Actividad N° 5</b> <b>Contextualización del problema de investigación</b>	Desarrollar en los estudiantes los procesos relacionados con la competencia IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS	Los estudiantes realizan un escrito en grupo que contextualiza la situación o problema de investigación según el tema escogido.	Socialización e intercambio de ideas entre grupos y con el docente. Observación directa, registro en diario de campo.
<b>Actividad N° 6</b> <b>Visita a la quebrada Chiguaza</b>	Desarrollar en los estudiantes procesos relacionados con la investigación científica y que se relacionan con la competencia USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS	El docente orienta una visita a la quebrada Chiguaza con el fin de llevar a cabo una recolección de muestras y realizar unos análisis fisicoquímicos a las aguas de esta fuente Hídrica  <i>Anexo G</i>	Observación directa, grabación de video y registro en diario de campo.
<b>Actividad N° 7</b> <b>Formulación del sustento teórico de la investigación</b>	Guiar a los estudiantes a la construcción de las explicaciones inherentes a cada problema de investigación y que se relacionan con la competencia EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS	Los estudiantes presentan en grupo de trabajo un escrito a partir de sustento teórico relacionado con la situación problema, incluyendo los análisis realizados al agua de la quebrada apoyados de bibliografía sugerida por la docente.	Análisis de los textos presentados por los estudiantes.
<b>Actividad N° 8</b> <b>Seguimiento a los procesos de la competencia Identificación de cuestiones científicas</b>	Identificar los procesos relacionados con esta competencia	Los estudiantes relacionan los procesos de esta competencia con sus problemas de investigación resolviendo la tabla que se les presenta  <i>Anexo H</i>	Matriz de seguimiento a los procesos de la competencia a nivel individual.

**Tabla 8 Actividades propuestas para la etapa de Desarrollo**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO</b>
<p><b>Actividad N° 9</b></p> <p><b>Seguimiento a los procesos de la competencia Uso de evidencias científicas</b></p>	<p>Identificar los procesos que se han desarrollado en los estudiantes en relación con esta competencia.</p>	<p>Los estudiantes se apoyan en diferentes fuentes de consulta para interpretar los resultados obtenidos en los análisis realizados al agua de la quebrada y relacionarlos con su problema de investigación contestando la información que se les presenta en la tabla.</p> <p><i>Anexo I</i></p>	<p>Matriz de seguimiento a los procesos de la competencia a nivel individual.</p>
<p><b>Actividad N° 10</b></p> <p><b>Seguimiento a los procesos de la competencia Explicación científica de fenómenos</b></p>	<p>Identificar los procesos que se han desarrollado en los estudiantes en relación con esta competencia.</p>	<p>Los estudiantes completan la información de la tabla que allí se presenta, la cual incluye los procesos correspondientes a esta competencia, relacionándolos con los problemas de investigación escogidos</p> <p><i>Anexo J</i></p>	<p>Matriz de seguimiento a los procesos de la competencia a nivel individual.</p>
<p><b>Actividad N° 11</b></p> <p><b>Presentación de las propuestas de investigación y test de actitudes</b></p>	<p>Socializar las aproximaciones a las que llegaron los estudiantes por grupos de trabajo de acuerdo a los temas escogidos en relación con los diez procesos que conforman las competencias científicas</p>	<p>Los estudiantes presentan sus proyectos por grupos incluyendo los diez procesos de las competencias</p>	<p>Matriz de seguimiento a los procesos de las competencias por grupos y a las actitudes hacia la Ciencia individual.</p>

**Tabla 8 Actividades propuestas para la etapa de Desarrollo**

**6.4.4 Etapa de Evaluación** En esta etapa se diseñaron unos instrumentos que permitieron identificar los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con las competencias científicas objeto de estudio al finalizar la intervención con la estrategia didáctica. Las pruebas se diseñaron similares a las de la etapa diagnóstica, tomando como referente situaciones particulares relacionadas con la contaminación química del agua, con seis preguntas creadas para cada nivel de desempeño y cuyas respuestas fueron de selección múltiple con justificación. Los instrumentos de esta etapa se plantearon a partir de un artículo que narra el proceso de contaminación del río Tunjuelito, también a partir de una imagen tomada de una pregunta de las pruebas PISA (2009) en la que se muestra el proceso de potabilización del agua que se suministra a las ciudades y una gráfica en la cual se presentan los resultados de los hallazgos de metales pesados encontrados en diferentes tramos de los afluentes y la cuenca media del río Bogotá.

En la tabla N°10 se presenta una síntesis de cada una de las pruebas de evaluación propuestas para la cuarta etapa de la investigación.

- **Estrategia de evaluación y seguimiento para la etapa de Evaluación**

Para evaluar los resultados de las pruebas se procedió de la misma forma que con las pruebas diagnósticas, asignando unas puntuaciones a las respuestas y justificaciones acertadas como se muestra en la tabla 4 y con la sumatoria de puntos se asignó el nivel de desempeño correspondiente a cada competencia como se muestra en la tabla 5.

ACTIVIDAD	PROPÓSITO	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO
<p><b>Prueba de evaluación N° 1</b></p> <p><i>“Aguas arriba, aguas abajo en el Tunjuelito”</i></p>	<p>Identificar los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con la competencia:</p> <p><b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b></p>	<p>Los estudiantes realizan la lectura del artículo y contestan las preguntas que se les presentan.</p> <p><i>Anexo K</i></p>	<p>Asignación de puntajes y niveles según las tablas N° 4 y 5.</p>
<p><b>Prueba de evaluación N° 2</b></p> <p><i>“Agua potable”</i></p>	<p>Identificar los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con la competencia:</p> <p><b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b></p>	<p>Los estudiantes interpretan la información presentada y contestan las preguntas que allí se plantean.</p> <p><i>Anexo L</i></p>	<p>Asignación de puntajes y niveles según las tablas N° 4 y 5.</p>
<p><b>Prueba de evaluación N° 3</b></p> <p><i>“Concentración de metales pesados en el sistema hídrico de Bogotá”</i></p>	<p>Identificar los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con la competencia:</p> <p><b>USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b></p>	<p>Los estudiantes contestan el cuestionario relacionado con la situación planteada.</p> <p><i>Anexo M</i></p>	<p>Asignación de puntajes y niveles según las tablas N° 4 y 5.</p>
<p><b>Prueba N° 4</b></p> <p><i>“Test de actitudes hacia la ciencia”</i></p>	<p>Identificar las actitudes relacionadas con la ciencia y el trabajo científico (PISA, 2009) al finalizar el proceso de intervención con la estrategia.</p>	<p>Los estudiantes contestan en forma individual seis preguntas que evidencian sus actitudes hacia la ciencia a propósito de la experiencia vivida con la intervención en aula.</p> <p><b>Anexo N</b></p>	<p>Matriz de clasificación de actitudes hacia la Ciencia.</p>

**Tabla 9 Instrumentos diseñados para la etapa de evaluación**

## 7 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 7.1 Etapa diagnóstica

Las pruebas diseñadas para esta etapa tenían como propósito identificar los niveles de desempeño iniciales que poseían los estudiantes en relación con las competencias *Identificación de cuestiones científicas*, *Explicación científica de fenómenos* y *Uso de evidencias científicas*. De acuerdo con las puntuaciones obtenidas por los estudiantes, en la siguiente tabla se presentan los niveles de desempeño en los que se encontraron respecto a cada competencia antes del proceso de intervención con la estrategia didáctica, tomando como referencia los puntajes descritos en las tablas 4 y 5.

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS		EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS		USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS	
	Prueba diagnóstica N° 1 “El río Tunjuelito, alcantarilla abierta de Usme”		Prueba diagnóstica N° 2 “Purificador Oikos 2000”		Prueba diagnóstica N° 3 “Contaminación en el Muña”	
	PUNTAJE	NIVEL	PUNTAJE	NIVEL	PUNTAJE	NIVEL
1	12	III	7	I	8	II
2	10	II	6	I	4	I
3	8	II	11	II	2	0
4	6	I	6	I	5	I
5	6	I	4	I	1	0
6	9	II	10	II	3	0
7	11	II	8	II	4	I
8	16	IV	11	II	1	0
9	6	I	10	II	0	0
10	4	I	9	II	0	0
11	13	III	7	I	2	0
12	6	I	8	II	2	0
13	6	I	9	II	3	0
14	10	II	8	II	3	0
15	12	III	6	I	2	0
16	4	I	6	I	3	0
17	13	III	12	III	2	0
18	7	I	10	II	1	0
19	7	I	9	II	1	0
20	15	III	9	II	12	III
21	9	II	7	I	2	0
22	13	III	12	III	3	0
23	7	I	8	II	3	0
24	8	II	8	II	3	0
25	5	I	8	II	1	0
26	7	I	9	II	3	0
27	15	III	9	II	5	I
28	8	II	12	III	1	0
29	6	I	11	II	1	0
30	9	II	6	I	5	I
31	6	I	6	I	1	0
32	8	II	6	I	1	0
33	6	I	6	I	1	0
34	5	I	4	I	2	0
35	7	I	4	I	5	I
36	6	I	4	I	5	I
37	5	I	4	I	1	0
38	9	II	7	I	14	III
39	5	I	8	II	6	I
40	8	II	7	I	2	0
41	6	I	6	I	1	0
42	5	I	6	I	1	0
43	8	II	7	I	1	0
44	11	II	8	II	5	I
45	17	IV	14	III	4	I
46	7	I	13	III	9	II

Tabla 10 Puntajes y niveles de desempeño obtenidos en las pruebas diagnósticas.

- **Competencia: Identificación de cuestiones científicas**

<b>Nivel de desempeño</b>	<b>Desempeño</b>	<b>N° de estudiantes</b>	<b>Códigos de los estudiantes</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>0</b>	Su conocimiento no alcanza al mínimo evaluado por PISA	0		0
<b>I</b>	Tiene un conocimiento tan limitado que sólo puede identificar algunas situaciones que le son conocidas.	23	4-5-9-10-12-13-16-18-19-23-25-6-29-31-33-34-35-36-37-39-41-42-46	50%
<b>II</b>	Tiene un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conoce o deduce conclusiones basadas en investigaciones sencillas	14	2-3-6-7-14-21-24-28-30-32-38-40-43-44	30,43%
<b>III</b>	Identifica claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos	7	1-11-15-17-20-22-27	15,22%
<b>IV</b>	Trabaja con eficacia en situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia o tecnología	2	8-45	4,34%
<b>V</b>	Identifica los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplican tanto los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia a dichas situaciones	0		0
<b>VI</b>	Identifica, explica y aplica, de manera consistente, el conocimiento científico y el conocimiento sobre la ciencia en una variedad de circunstancias complejas de la vida.	0		0

**Tabla 11 Datos obtenidos de la prueba diagnóstica N° 1**

Los resultados de la prueba diagnóstica respecto de esta competencia científica evidenciaron que un alto porcentaje de estudiantes (80.43%) se encontraban entre los niveles de desempeño I y II en relación con esta competencia, lo que sugirió que eran capaces de identificar algunas situaciones conocidas y algunos de ellos podían deducir conclusiones y explicaciones basados en investigaciones sencillas según PISA (2009). De la misma forma se encontró que siete estudiantes (15,22%) se posicionaron en el nivel de desempeño III, ya que identificaron claramente el problema descrito en el contexto de la lectura de “El río Tunjuelito, alcantarilla abierta de Usme”. Por otra parte solo dos estudiantes (4,34%) lograron trabajar con eficacia en la situación problema planteada, involucrando fenómenos explícitos que hacían referencia a los procesos y el papel de la Ciencia, por lo tanto ubicaron en el nivel IV, como es el caso de los códigos 8 y 45, mientras que el 50 % de los estudiantes obtuvieron un puntaje bajo, ubicándose en el nivel I.

Los datos obtenidos concuerdan con los resultados de las pruebas PISA aplicadas en Colombia en el año 2006 cuyo énfasis fue el área de Ciencias, concluyendo que los estudiantes logran mejores puntajes en la competencia de *Identificación de cuestiones científicas*, sin embargo no identifican claramente los procesos allí involucrados, ya que las respuestas planteadas en el marco de la situación problema se sustentaron a partir del conocimiento cotidiano y de abstracciones literales del texto, retomando palabras o frases del mismo pero no refiriéndose al conocimiento científico y a los procesos de la ciencia.

- **Competencia: Explicación científica de fenómenos**

<b>Nivel de desempeño</b>	<b>Desempeños</b>	<b>N° de estudiantes</b>	<b>Códigos de los estudiantes</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>0</b>	Su conocimiento no alcanza al mínimo evaluado por PISA	0		0
<b>I</b>	Da explicaciones obvias desde su conocimiento cotidiano	21	1-2-4-5-11-15-16-21-30-31-32-33-34-35-36-37-38-40-41-42-43	45,65%
<b>II</b>	Puede recordar hechos científicos apropiados, tangibles y aplicables a su contexto simple; y los puede usar para explicar un resultado.	20	3-6-7-8-9-10-12-13-14-18-19-20-23-24-25-26-27-29-39-44	43,47%
<b>III</b>	Puede seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación.	5	17-22-28-45-46	10,86%
<b>IV</b>	Selecciona e integra explicaciones de diferentes disciplinas de ciencia o tecnología y vinculan estas explicaciones directamente con los aspectos de la vida cotidiana	0		0%
<b>V</b>	Puede comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. Puede dar explicaciones basados en evidencias y argumentos que surgen del análisis crítico.	0		0
<b>VI</b>	Utiliza el conocimiento científico y desarrollan argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para resolver situaciones personales, sociales o global	0		0

**Tabla 12 Datos obtenidos de la prueba diagnóstica N° 2**

Los resultados obtenidos en el instrumento diagnóstico para esta competencia mostraron que el 89,12% de los estudiantes eran capaces de dar explicaciones haciendo uso de su conocimiento científico cotidiano, recordando situaciones o hechos que eran semejantes al contexto presentado en la situación problema de la prueba, por tal motivo se ubicaron en los niveles de desempeño I y II. Tan solo un 10,86% de ellos fueron capaces de aplicar algunos de sus conocimientos para dar explicaciones y proponer argumentaciones correctas utilizando los conceptos de la Ciencia siendo los más destacados los estudiantes con códigos 17, 22, 28, 45 y 46, quienes se alcanzaron in nivel III.

De acuerdo con lo anterior, se evidenció en las respuestas de los estudiantes y sus justificaciones que prevalecía un conocimiento cotidiano idiosincrático derivado de sus teorías personales o sistemas de significados experienciales (Porlan, 1990), ya que acudieron a hacer deducciones e interpretaciones obvias y no involucraron los conocimientos construidos en relación con la problemática de estudio, que estaba enfocada a una cuestión tecno científica fundamentada en los cambios de estado del agua y su utilidad.

- **Competencia: Uso de evidencias científicas**

<b>Nivel de desempeño</b>	<b>Desempeños</b>	<b>N° de estudiantes</b>	<b>Códigos de los estudiantes</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>0</b>	Su conocimiento no alcanza al mínimo evaluado por PISA	32	3-5-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-21-22-23-24-25-26-28-29-31-32-33-34-37-40-41-42-43	69,56%
<b>I</b>	Identifica evidencia explícita en una situación problema.	10	2-4-7-27-30-35-36-39-44-45	21,73%
<b>II</b>	Puede hacer interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica o de la solución a un problema.	2	1-46	4,34%
<b>III</b>	Es capaz de seleccionar elementos relevantes de información para dar respuesta a una pregunta o para sustentar en favor o en contra de una conclusión dada	2	20-38	4,65%
<b>IV</b>	Reflexiona sobre sus acciones y comunica sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica	0		0
<b>V</b>	Puede utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar percepciones críticas. Construye explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en su análisis crítico	0		0
<b>VI</b>	Demuestra habilidad para comparar y diferenciar explicaciones opuestas al revisar la evidencia de sustento. Es capaz de formular argumentos por medio de la síntesis de evidencias provenientes de diversas fuentes.	0		0%

**Tabla 13 Datos obtenidos de la prueba diagnóstica N° 3**

Para la competencia de uso de evidencias científicas los resultados fueron bastante desfavorables para la mayoría de los estudiantes ya que efectivamente como se muestra en la tabla, el 69,56% se ubicaron en un nivel 0 ya que no evidenciaron conocimientos de tipo procedimental relacionados con el quehacer científico, por lo tanto mostraron dificultad para interpretar información derivada de resultados experimentales y no tuvieron en cuenta el uso de las variables para relacionar de manera lógica la información. En este sentido tan solo 12 estudiantes (26,07%) fueron capaces de interpretar explícitamente la información presentada en el contexto del problema, pero solo 2 de ellos (4,34%) pudo relacionar dicha información para argumentar a partir de ella en una situación específica. Finalmente solo los estudiantes con códigos 20 y 38 fueron capaces de alcanzar un nivel III de desempeño ya que además de interpretar la información hicieron un buen uso de las variables que allí se presentaban para sacar conclusiones a partir de ellas.

Los resultados obtenidos son lógicos teniendo en cuenta que estos estudiantes dentro de su formación no han tenido la posibilidad de realizar trabajo experimental, por lo tanto no están familiarizados con el manejo de datos provenientes de evidencias científicas.

## **7.2 Etapa de Transición**

La información obtenida en esta etapa fue producto de observaciones de audio y video y los registros en el diario de campo de las actividades que se plantearon, por lo tanto se presenta un análisis crítico y descriptivo, teniendo en cuenta los aspectos más relevantes relacionados con la contextualización de los temas de estudio y los resultados obtenidos por los estudiantes con las pruebas diagnósticas.

- **Actividad N° 1 Video “Salvando al río Bogotá”**

Esta actividad se constituyó como un punto de partida importante para la introducción al trabajo investigativo con los estudiantes, ya que teniendo en cuenta que se iba a generar en ellos un cambio en su sistema tradicional de enseñanza y aprendizaje el cual estaba basado en las clases expositivas de transmisión y repetición, era necesario situarlos en un contexto social propicio para la construcción de conocimientos, con el fin de acercarlos no solo a un sistema de conceptos sino también a los métodos, actitudes y valores propios del quehacer científico como

lo señala Gil (1993); para esto se les solicitó conformar grupos trabajo con el fin de discutir los aspectos tratados en el video y relacionarlos con la matriz propuesta en el anexo E.

Teniendo en cuenta que los estudiantes no habían tenido experiencias relacionadas con procesos de investigación escolar, con esta actividad se evidenciaron las dificultades que presentan para identificar y relacionar dichos procesos y aplicarlos a una situación concreta como la presentada en el video.

En general solo 5 grupos concluyeron el trabajo previo evidenciando dificultad para expresar de forma escrita cada uno de los procesos que se presentaban en el cuadro, los cuales debían relacionar con la información descrita en el video, por lo que se hizo necesario reforzar con lecturas de apoyo y discusiones de clase; los grupos restantes manifestaron que por desconocimiento del tema y dificultades de interpretación no cumplieron con el trabajo previo a la socialización.

Siguiendo a Cañal y Porlan (1987) para esta actividad se consideró la investigación científica como un punto de referencia para orientar la investigación escolar, teniendo siempre presentes las diferencias existentes entre ambas en lo que se refiere a sus contextos, metodologías y finalidades. Es por ello que se inició a los estudiantes con una aproximación a los procesos relacionados con la Ciencia para que a partir de ellos pudieran comprender el trabajo implícito en el quehacer científico y así lograr familiarizarlos con cada uno de ellos con el fin de llevarlos a comprender como afirma Bunge (1983) que “la investigación es un proceso encaminado a detectar problemas, formularlos y resolverlos, siendo un problema toda dificultad que no pueda superarse automáticamente, requiriendo la puesta en marcha de actividades orientadas hacia su resolución”.

En la Tabla N°14 se describen las aproximaciones a las cuales llegaron los grupos con respecto a la correlación de los procesos propios de una investigación científica a propósito del video, después de la socialización y aportes de la docente.

Aspecto	Definición	En el estudio Salvando el río Bogotá
<b>Concebir la idea de investigar</b>	Escoger un tema, problema o fenómeno que llame la atención del investigador	<i>“La contaminación del río Bogotá”</i>
<b>Plantear el problema a Investigar</b>	Establecer los objetivos y las preguntas que orientarán la investigación.	<i>“¿Cuáles métodos pueden disminuir el nivel de contaminación del río Bogotá” “¿De qué manera afecta la contaminación del río Bogotá a los habitantes del sector?” ¿Cómo se puede salvar el río Bogotá?”</i>
<b>Revisión de la literatura</b>	Obtención, revisión, extracción, y recopilación de la información de interés para construir un marco teórico.	<i>“ Los tipos de contaminantes del río ” , “Conocer la historia del río Bogotá”, “Pruebas de laboratorio para aguas contaminadas” “ Afluentes del río Bogotá y química del agua ”</i>
<b>Establecer las hipótesis y variables de la investigación</b>	Definir conceptualmente cuales son las posibles respuestas que dan solución al problema de investigación, tomando en cuenta los factores que sobre él influyen	<i>“Recoger las basuras, hablar con la gente y pedir soluciones a la alcaldía” tomando en algunos casos variables como: “estudio de pH del agua del río y análisis de químicos a partir de todo tipo de residuos”</i>
<b>Seleccionar el diseño apropiado de investigación</b>	Determinar el diseño apropiado para la investigación si se requiere que este sea experimental, cuasiexperimental o no experimental	<i>“Relacionando las pruebas de laboratorio para así realizar análisis más exacto de todas las variables , recaudar información en tablas y protocolos”</i>
<b>Seleccionar la muestra de estudio</b>	Determinar el objeto de estudio sobre el cual se va a hacer la investigación y se va a obtener la información: un lugar, un material, un número de sujetos, una actividad, etc.	<i>“ Aguas del río Bogotá para determinar los contaminantes que posee”</i>
<b>Recolectar los datos</b>	Elaborar los instrumentos para recolección de la información: tablas, gráficos, test, etc.	<i>“El uso de tablas y gráficos, no amplían explicación”</i>
<b>Analizar de los datos obtenidos</b>	Seleccionar las pruebas estadísticas, de tabulación o clasificación de la información.	<i>“...a partir del análisis de datos se pueden generar conclusiones que respondan a la pregunta inicial”</i>
<b>Presentar resultados y conclusiones</b>	Elaborar el reporte o informe de la investigación dando respuesta a los objetivos y preguntas planteadas al inicio, utilizando la evidencia recogida	<i>“El reporte se presenta como trabajo escrito con el uso de gráfico”</i>

**Tabla 14 Síntesis de los datos obtenidos por los estudiantes con el anexo E**

- **Actividad N° 2 “Test de actitudes hacia la ciencia”**

Según PISA (2006), la actitud se considera un componente clave de la competencia científica de los educandos y factor relevante en el aprendizaje de los diferentes procesos de la ciencia. Para esta actividad se les solicitó a los estudiantes que a propósito del video contestaran seis preguntas, las cuales se relacionaban con cada competencia actitudinal. Los resultados se presentan en la tabla N°15.

COMPETENCIA ACTITUDINAL	SITUACIÓN	NUMERO DE ESTUDIANTES	
		SI	NO
INTERÉS POR LA CIENCIA	1. ¿Te parece interesante el trabajo realizado por los investigadores?	46	0
	2. ¿Te interesa conocer las posibles soluciones a esta problemática?	45	1
APOYO A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	3. ¿Es importante para ti conocer los resultados de este tipo de investigaciones?	36	10
	4. ¿Te gustaría participar en este tipo de proyectos?	40	6
MOTIVACIÓN PARA ACTUAR RESPONSABLEMENTE CON LOS RECURSOS NATURALES	5. ¿Crees que la problemática presentada en el video te afecta directamente?	43	3
	6. ¿Consideras que tus actividades cotidianas han contribuido a la contaminación del río Bogotá?	44	2

**Tabla 15 Datos obtenidos de la encuesta sobre actitudes hacia la Ciencia**

Cada una de las preguntas planteadas para valorar las actitudes fueron contestadas con una justificación y los resultados obtenidos mostraron que en cuanto al interés por la ciencia casi la totalidad de los estudiantes contestaron positivamente, a excepción del estudiante N° 39 quién

manifestó no estar interesado. Los estudiantes 2, 3, 10, 14, 18, 28, 31, 39, 40 y 44 declararon su negativa al aspecto de apoyo a la investigación científica, al igual que los estudiantes 28, 35 y 39 en relación con la motivación para actuar responsablemente con los recursos naturales.

Tomando como referente a Pozo (1997) quién afirma que las actitudes son muy difíciles de percibir o evaluar, se consideró importante tenerlas en cuenta ya que son un componente esencial para la formación o desarrollo de competencias desde el punto de vista de PISA (2006). Por lo tanto para promover en los alumnos una actitud científica es necesario que adopten como forma de acercarse a la ciencia los problemas, los métodos de indagación y experimentación usualmente atribuidos a ésta, sin embargo, esto es posible solo cuando el alumno le encuentra sentido a dichos problemas a través de la implicación que estos tienen en su cotidianidad o contexto, aunque este acercamiento puede resultar poco efectivo si se adoptan los procedimientos propios de la Ciencia como una “receta” que ayuda a resolver problemas cotidianos como lo señala (Claxton, 1991; Pozo y Gómez, 1994) citados por Pozo y Crespo (2006)

- **Actividad N°3 Socialización de las pruebas de entrada**

Para esta actividad se planteó una socialización de las pruebas de entrada que resolvieron los estudiantes, las cuales además de evaluar el estado inicial que estos presentaban en relación con las competencias objeto de estudio se utilizaron como herramienta para dar a conocer los procesos relacionados con las competencias y la forma como podían aplicarse a situaciones problema como las planteadas en cada instrumento.

Las pruebas diagnósticas fueron utilizadas teniendo en cuenta que como herramienta evaluativa constituyeron una forma particular de intervención en la realidad de cada estudiante, por lo tanto, fueron aprovechadas para propiciar un proceso de diálogo, que promovió la participación activa de todos los implicados en el proceso, proporcionando información útil fortalecida por la experiencia de cada uno de ellos. De acuerdo con lo anterior la socialización favoreció la interacción entre alumnos y docente ya que como afirma Coll & Valls (1992) “...se puede obtener una mejora significativa en los resultados de aprendizaje, cuando existen puntos de vista moderadamente divergentes sobre la tarea a realizar y se produce un conflicto entre los mismos...”

La actividad de socialización de las pruebas ayudó a proporcionar información sobre las competencias de las estudiantes, sobre lo que sabían, sobre lo que hacían y la manera en cómo comprendieron las pruebas, y a partir de ella se pudo conocer su pensar, sentir y actuar y por lo tanto entender los resultados de sus desempeños y cómo pueden mejorarlos en el futuro. Se utilizó esta estrategia para conocer como los estudiantes perciben las acciones, conocimientos, palabras y procedimientos planteados en cada prueba, generando oportunidades para que cada uno de ellos pudiera expresar sus ideas y dudas al respecto de los ítems evaluados a partir de un diálogo abierto que fue más allá de una provisión de respuestas correctas.

A continuación se describen los aspectos más relevantes analizados con esta actividad en relación con las dificultades que presentaron los estudiantes para contestar las preguntas de las pruebas diagnósticas de acuerdo a los bajos niveles que obtuvieron.

- Desconocimiento de los aspectos relacionados con los procesos de la Ciencia
- No comprendieron las preguntas (problemas de interpretación lectora)
- Algunos términos resultaron desconocidos para ellos (no manejan algunos conceptos científicos)
- Dificultad para asociar la información que proporcionaba la pregunta, el contexto y sus conocimientos
- Las respuestas fueron escogidas al azar **E8** “...yo como no entendía algunas preguntas, marque las respuestas sin pensar...”
- Falta de interés para analizar la información. **E39** “... a mí me dio pereza analizar esas lecturas y dibujos de las pruebas...”
- Asumieron la prueba como una comprensión de lectura y buscaron las respuestas en el texto que describía la situación problema **E 26** “yo no pensé que uno tenía que explicar las respuestas con lo que habíamos estudiado en *Química*...”
- No tienen habilidades para interpretar información de tablas y gráficos
- Las elecciones de respuesta fueron orientadas por sus conocimientos cotidianos.

Los anteriores resultados, se tomaron como referente para el abordaje de las actividades que se tenían planeadas para la etapa de desarrollo.

- **Actividad N°4 Introducción al trabajo investigativo**

Esta actividad tuvo como propósito aproximar a los estudiantes al trabajo investigativo en la escuela, con el fin de propiciar en ellos mayor interés por el trabajo que se estaba realizando y motivación hacia el abordaje de estas problemáticas, teniendo en cuenta que los modelos de enseñanza de la ciencia mediante investigación dirigida es preciso situar a los alumnos en un contexto de actividad similar a la que vive un científico, pero bajo la atenta dirección del profesor, (Gil, 1993). Es por ello que se les solicitó que conformaran libremente grupos de trabajo escogiendo un eje temático de los que se les presentaron en el mapa conceptual y en la tabla del anexo F, quedando distribuidos de la siguiente manera:

<b>Grupo</b>	<b>Eje temático Fuentes de contaminación de aguas</b>	<b>Contaminantes</b>	<b>Códigos de los estudiantes</b>
01	DESECHOS DOMÉSTICOS	Residuos orgánicos, hidrocarburos y lixiviados	1-4-24-30-38-45
02	DESECHOS DOMÉSTICOS	Detergentes, grasas y aceites	14-41-36-35-40-31
03	DESECHOS INDUSTRIALES	Ácidos y fenoles	27-6-3-17-22-8
04	DESECHOS INDUSTRIALES	Sulfuros y cianuros	16-2-21-15-43
05	AGRICULTURA	Abonos y Fungicidas	44-7-34-20-23-25
06	AGRICULTURA	Insecticidas y Fungicidas	28-26-10-46-39-18
07	MINERÍA	Arsénico y Plomo	32-9-11-37-33-29
08	MINERÍA	Cadmio y Mercurio	19-13-12-42-5

**Tabla 16 Grupos de investigación conformados por ejes temáticos**

Siguiendo a Gil (1994), para iniciar a los estudiantes en un proceso investigativo desde el contexto escolar, se escogieron tópicos enmarcados en un eje disciplinar específico que para este caso fue la contaminación química del agua, sus fuentes de contaminación y algunos de los contaminantes principales, teniendo en cuenta las características de los alumnos y el contexto social del currículo, los cuales se apoyarían en los contenidos conceptuales de la ciencia.

En este punto comenzó el desarrollo del proceso investigativo con los estudiantes con la presentación de los diferentes aspectos relativos a éste, los cuales fueron mostrados en el anexo F, con el fin de propiciar la formulación de un proyecto de investigación relativo a los ejes temáticos escogidos por cada grupo. Los procesos de la investigación científica relacionados con cada competencia se muestran en la tabla N°19, siendo los mismos que se les presentaron a los estudiantes y en los que se hizo especial énfasis en las actividades anteriores, por lo tanto manifestaron reconocerlos, ya que después de la actividad del video y la socialización de las pruebas diagnósticas se sentían familiarizados con ellos.

IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulación de problemas susceptibles de Investigación</li> <li>2. Identificación de palabras o temas claves para buscar información.</li> <li>3. Formulación de hipótesis</li> <li>4. Reconocimiento de variables</li> </ol>
USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Formulación e Interpretación de pruebas o evidencias científicas</li> <li>6. Formulación de conclusiones a partir de las evidencias</li> <li>7. Reconocimiento de las implicaciones sociales</li> </ol>
EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia</li> <li>9. Descripción de fenómenos</li> <li>10. Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas</li> </ol>

**Tabla 17 Clasificación de los procesos inherentes a cada competencia objeto de trabajo investigativo**

### **7.3 Etapa de desarrollo**

En esta etapa los estudiantes comenzaron el planteamiento de sus proyectos de investigación orientados por la docente, por lo tanto después de hacer un trabajo previo con ellos para darles a conocer algunos de los procesos inherentes a cada competencia científica, se les hizo un seguimiento de forma individual y grupal con el fin de conocer cómo iban construyendo sus conocimientos en relación con los procesos de las competencias objeto de estudio a partir de la formulación de sus proyectos.

A continuación se presenta un análisis de las actividades planeadas para esta etapa y los resultados obtenidos de las matrices elaboradas por los estudiantes en los anexos **G, I y J**.

- **Actividad N°5 Contextualización de los problemas de investigación**

Para esta actividad los estudiantes debieron aproximarse a la contextualización del problema de investigación consultando diferentes fuentes bibliográficas sugeridas por la docente y construyendo un escrito en grupo, en el cual describieron una situación problema de su localidad de acuerdo a los ejes temáticos escogidos. Los escritos que concretaron se muestran en la tabla N°18 y fueron en general el resultado de una construcción colectiva en la que se evidenció que la mayoría de los grupos encontraron la forma de explicar los contextos de las problemáticas objeto de estudio en cada caso, aunque algunas de ellas evidenciaron ser extractadas directamente de la literatura.

Las construcciones de los contextos por parte de los estudiantes fueron planteadas adecuadamente, lo que llevó a concluir que estos tuvieron la capacidad de identificar y relacionar situaciones problemáticas de tipo socio científico, aunque los grupos 7 y 8 no evidenciaron un trabajo significativo al respecto.

Tomando como referente una postura constructivista con el fin de promover en los estudiantes aprendizajes significativos en relación con los tópicos de estudio escogidos para comprender los fenómenos relacionados con la contaminación química del agua, esta actividad pretendió a través de los contextos lograr despertar el interés de los estudiantes hacia los conceptos,

fenómenos y procesos científicos inmersos en sus problemáticas de estudio. Es así como el trabajo realizado por los grupos de estudiantes en relación con la elección de un contexto y su descripción, permitió generar un espacio de cooperación en el que las implicaciones de los desarrollos científicos se hicieron evidentes y se lograron traducir en el punto de partida para incentivar los procesos de indagación que permitieron iniciar con la formulación de diferentes propuestas de investigación.

A continuación se presentan los contextos elaborados por los estudiantes, los cuales fueron expuestos y socializados en clase.

<b>GRUPOS</b>	<b>CONTEXTOS DE LA SITUACIÓN PROBLEMA</b>
<p><b>01</b> <b>Desechos domésticos</b></p> <p>Residuos orgánicos, hidrocarburos y lixiviados</p>	<p><i>Las basuras provenientes de la capital y de varios municipios se disponen en el relleno sanitario Doña Juana ubicado en Usme, la disposición final de dichos residuos sólidos se realiza en el botadero a cielo abierto. Desde el momento en que empezó a operar este relleno sanitario se presentaron inconvenientes con el control de lixiviados, dado que no se esperaba la inmediata producción del mismo, ni se tenía conocimiento de su manejo, por lo cual no se encontró una alternativa diferente que disponerlos al Río Tunjuelito.</i></p> <p><i>En éste relleno el lixiviado está convertido en un contaminante duro de manejar porque la disposición final de los residuos domésticos se realiza junto con los desechos sólidos industriales. La problemática se agrava si se tiene en cuenta que el lixiviado del relleno puede llegar a contaminar las aguas subterráneas.</i></p>
<p><b>02</b> <b>Desechos domésticos</b></p> <p>Detergentes, grasas y aceites</p>	<p><i>El agua contaminada de una gran ciudad se cataloga en aguas industriales y domésticas, los detergentes se encuentran en esta última. El 50 por ciento de la contaminación de las aguas por detergentes se debe al uso en nuestras casas y negocios. Los detergentes son productos que se usan para la limpieza. Además existe un problema grave de vertimiento de aceites usados a las cañerías que por su diseño, no tienen la capacidad de recibir de manera adecuada y segura estos residuos, generando graves problemas de contaminación en el ambiente y enfermedades en los habitantes del sector.</i></p>
<p><b>03</b> <b>Desechos industriales</b></p> <p>Ácidos y fenoles</p>	<p><i>Teniendo en cuenta que los ácidos sulfúrico y nítrico son muy importantes a nivel industrial por el alto volumen de productos que permiten obtener, entre los cuales se encuentra la elaboración de medicamentos, colorantes y blanqueado de minerales, se constituyen en grandes contaminantes del agua, cuando las empresas no hacen uso adecuado de sus residuos, muchos de los cuales son vertidos a las fuentes de agua y otros son llevados a los rellenos sanitarios en donde los diferentes procesos químicos hacen que se transformen y puedan originar óxidos de azufre y nitrógeno principalmente que al mezclarse con el agua producen la lluvia ácida que llega a las aguas de ríos y quebradas aumento su acidez, lo cual origina graves problemas para la salud humana.</i></p>
<p><b>04</b> <b>Desechos industriales</b></p> <p>Sulfuros y cianuros</p>	<p><i>Uno de los mayores problemas de contaminación de las fuentes hídricas en la localidad de Usme, se debe a las actividades de extracción de materiales para la construcción, en las canteras, ya que la mayoría de los desechos que produce dicha industria son manipulados sin control ambiental, generando el aporte de grandes cantidades de sedimentos originando la turbiedad de las aguas, y aportando sustancias Químicas importantes como los son los sulfuros, principalmente. Se han detectado pequeñas industrias químicas en los barrios aledaños a la antigua vía al Llano, dedicadas en su mayoría a la galvanoplastia, que producen contaminación química afectando el pH, la acidez, el color y la DQO e incrementando los niveles de metales pesados en el agua. La explotación minera hace que debido a las reacciones químicas de aquellos elementos se desprendan elementos químicos tales como el cianuro que son altamente contaminantes al llegar a los ríos o quebradas cercanas convirtiéndolos en aguas acidas no aptas para el consumo.</i></p>

**Tabla 18 Contextos de las problemáticas construidas por los estudiantes**

<b>GRUPOS</b>	<b>CONTEXTOS DE LA SITUACIÓN PROBLEMA</b>
<b>05</b> <b>Agricultura</b>  Abonos y Fungicidas	<i>En la localidad de Usme, se encuentra actualmente una zona bastante amplia dedicada a las labores agrícolas, que se beneficia de fuentes de agua para el riego de cultivos y la utilización de agroquímicos como los abonos principalmente de tipo inorgánico, desconociendo su alta peligrosidad y propiciando riesgos biológicos y químicos que pueden provocar en la población diarreas severas y enfermedades de la piel, al igual que efectos negativos en los ecosistemas especialmente por el aporte de fosfatos.</i>
<b>06</b> <b>Agricultura</b>  Insecticidas y Fungicidas	<i>La localidad de Usme cuenta con una zona urbana y otra rural, en esta última el suelo se usa principalmente para la agricultura donde es común la aplicación de insecticidas, fungicidas y herbicidas para el cuidado de los cultivos, pero muchas de las sustancias Químicas de dichos productos son la causa de la contaminación de aguas de escorrentía y subterráneas del área agrícola del suelo de Usme. Por lo tanto, no es raro encontrar contaminantes Químicos en las aguas de las Quebradas de la localidad que puedan generar daños a los seres vivos y ocasionar enfermedades en los habitantes del sector.</i>
<b>07</b> <b>Minería</b>  Arsénico y Plomo	<i>El arsénico puede ser encontrado en ciertos suelos de forma natural. Cuando el arsénico entra en contacto con el agua subterránea este puede terminar en el agua de nuestro grifo. El arsénico puede terminar en el ambiente a través de la producción industrial de Cobre, Plomo y Zinc. Y a través de la aplicación de insecticidas en granjas. Adicionalmente, éste es un ingrediente de preservación de las maderas. La toma de grandes cantidades por largo tiempo en el agua potable que contiene arsénico puede causar problemas en la piel y ciertos cánceres, como el de piel y pulmón. La purificación del agua es importante cuando el arsénico está presente.</i>
<b>08</b> <b>Minería</b>  Cadmio y Mercurio	<i>Debido a la gran cantidad de explotación en las zonas mineras se están produciendo Grandes valores de cadmio y mercurio los cuales son altamente contaminantes .Por esta razón la contaminación del agua sigue creciendo y muy pronto quedaremos sin agua potable</i>

**Tabla 18 Contextos de las problemáticas construidas por los estudiantes**

- **Actividad N°6 Visita a la quebrada Chiguaza y análisis de aguas**

Teniendo en cuenta que en la institución educativa en la que se desarrolló la investigación no existe un laboratorio de química debidamente acondicionado con materiales y reactivos necesarios para realizar prácticas de laboratorio, se vio la necesidad de acercar a los estudiantes al contexto de la contaminación química del agua con la visita a la quebrada Chiguaza, una fuente hídrica de su comunidad, en la cual se realizaron unos análisis fisicoquímicos de estas aguas de manera ágil con la ayuda de unos kits de campo para: alcalinidad, dureza, cianuros, cloruros y hierro, también acidez (pH) con un peachímetro portátil, obteniéndose resultados inmediatos.



**Imagen 1 Quebrada Chiguaza localidad de Usme**

La elección de los análisis que se realizaron al agua de la quebrada estuvo de acuerdo con los posibles contaminantes que se podían encontrar en esta fuente hídrica y la facilidad de su consecución por parte de la docente de aula. La intención principal de esta actividad se enfocó en generar un espacio para realizar prácticas experimentales que les permitieran a los estudiantes obtener evidencias de tipo científico y de esta forma comprender como a través de una serie de datos se pueden extraer conclusiones acerca de un fenómeno específico.



Imagen 2 Trabajo desarrollado por los estudiantes en la quebrada Chiguaza

Esta actividad se llevó a cabo por grupos de estudiantes quienes con las orientaciones de la docente y previa lectura de la guía del anexo G escogieron un kit específico y llevaron a cabo los análisis correspondientes al agua de la quebrada, posteriormente se socializaron los procedimientos y resultados encontrados los cuales se presentan en la siguiente tabla

<b>PROPIEDADES</b>	<b>DATO EXPERIMENTAL</b>	<b>VALORES MAX. PERMITIDOS PARA AGUA POTABLE SEGÚN DCTO 1575 DE 2007</b>
pH	7,83	6,5 – 9,0
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	50 ppm	160 ppm
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> )	360 ppm	100 ppm
Cianuro Total	Negativo	0,1 ppm
Hierro Total	5 ppm	0,3 ppm
Cloruros	39 ppm	250 ppm

**Tabla 19 Resultados de las pruebas realizadas al agua de la quebrada Chiguaza**

Las pruebas realizadas al agua de la quebrada permitieron a los estudiantes en primera instancia acercarse al conocimiento de técnicas cualitativas empleadas comúnmente para hacer determinaciones, comprobando que éstas se encontraban contaminadas ya que superaban los niveles máximos permitidos para *DUREZA, ALCALINIDAD Y HIERRO TOTAL* según el decreto 1575 de 2007 que establece el sistema para la protección y control de la calidad de agua para consumo humano en Colombia. En segunda instancia los estudiantes pudieron obtener evidencia explícita a partir de los análisis realizados y de esta manera comprender como a través de datos se pueden extraer conclusiones relacionadas con diferentes fenómenos que para este caso fue la contaminación química de la quebrada. Es por ello que los análisis realizados al agua de la quebrada además de comprobar el fenómeno de la contaminación, se convirtió en punto de partida para que los estudiantes pudieran usar la evidencia encontrada de forma tal que la relacionaran con las problemáticas de investigación escogidas en cada caso.

El desarrollo de esta actividad evidenció mejor disposición de los estudiantes y mayor interés por los temas científicos, ya que la mayoría de ellos manifestaron su agrado con la actividad porque les permitió acercar los conceptos de la química a su contexto y los alejó de los fundamentos teóricos que estaban acostumbrados a memorizar sin sentido. De esta manera se comprobó que este tipo de actividades permite que los estudiantes abandonen su papel pasivo de receptores de información, favoreciendo el aprendizaje sobre algunos procedimientos de la ciencia y haciendo que se interesen por comprender los principios que rigen diferentes fenómenos que para este caso fueron los fundamentos que permitían realizar las determinaciones con los kits para análisis de aguas y la forma como las fuentes hídricas resultan contaminadas. De la misma forma se puso de manifiesto que las prácticas experimentales pueden convertirse en pilar de una investigación, además si estas se realizan en situ aumentan las oportunidades para desarrollar aptitudes favorables que enriquecen el conocimiento de la ciencia.

- **Actividad N° 7 Formulación del sustento teórico de las propuestas de investigación**

Con esta actividad se pretendió que los estudiantes se acercaran a los componentes conceptuales que sustentan los fenómenos relacionados con la contaminación química del agua, para ello se les solicitó que se apoyarán en diferentes fuentes bibliográficas con el fin de dar cuenta de los conceptos que estaban involucrados en sus ejes temáticos y desde la química plantearán explicaciones que apoyaran sus propuestas de investigación. Los resultados obtenidos de acuerdo con los escritos presentados por los estudiantes, fueron analizados desde el punto de vista de la elección de los temas de consulta.

Después de haber revisado los escritos presentados por los estudiantes, se pudo determinar que muchos de ellos fueron extractados directamente de la literatura sin que hubiese una producción textual de su parte. Se puede inferir al respecto que en su mayoría los estudiantes fundamentaron sus consultas en definiciones precisas relacionadas con los contaminantes y los efectos en la salud humana, y no acudieron a explicaciones químicas para dar cuenta de la forma como se producía el fenómeno de la contaminación en el agua, a excepción del grupo 01 quienes sí presentaron explicaciones acerca del fenómeno de contaminación de las fuentes hídricas por lixiviados.

De acuerdo con lo anterior y después de haber sostenido un dialogo con los integrantes de cada grupo acerca de la forma como plantearon el marco teórico que sustentaría sus propuestas de investigación, se puede decir que los estudiantes se remitieron a dar explicaciones de los fenómenos relacionándolos con contextos que para ellos son significativos, como por ejemplo el caso de los efectos en la salud, ya que desde allí cobra interés y relevancia la comprensión de diferentes situaciones problemáticas y no desde el lenguaje químico ya que este no deja información explícita la cual puedan ellos integrar a las representaciones conceptuales y mentales que han construido. Este resultado es comprensible teniendo en cuenta que para ellos el proceso de aprendizaje de la química a través del tiempo, se ha basado en la memorización de información sin sentido ya que como afirma Pozo (1996) “...*el profesor es un mero proveedor de conocimientos ya elaborados, listos para el consumo, por lo tanto el alumno, en el mejor de los casos es el consumidor de esos conocimientos ya acabados, aceptándolos como algo que forma parte de una realidad imperceptible...*” de la misma forma consideran la información que consultan en diferentes medios y sus criterios de selección son orientados hacia lo que son capaces de comprender, es decir, son significativos cuando esos nuevos conocimientos son incorporados en forma sustantiva a la estructura cognitiva previa del alumno (Ausubel, 1983).

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los trabajos presentados por los estudiantes.

<b>GRUPO</b>	<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>
<p><b>01</b> <b>Desechos domésticos</b> Residuos orgánicos, hidrocarburos y lixiviados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición, clasificación, recolección y aprovechamiento de residuos orgánicos.</li> <li>Definición de lixiviados y composición química</li> <li>Definición de aguas subterráneas y contaminación por lixiviados</li> </ul>
<p><b>02</b> <b>Desechos domésticos</b> Detergentes, grasas y aceites</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición y composición de los detergentes</li> <li>Definición de grasas y aceites</li> </ul>
<p><b>03</b> <b>Desechos industriales</b>  Ácidos y fenoles</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de contaminación hídrica</li> <li>Definición general del concepto ácidos y efectos en la salud humana</li> <li>Explicación de las propiedades físicas y químicas de los fenoles</li> <li>Efectos de los fenoles en la salud</li> </ul>
<p><b>04</b> <b>Desechos industriales</b>  Sulfuros y cianuros</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de sulfuros, características, propiedades físicas, fuentes de producción y efectos en la salud humana.</li> <li>Definición de cianuros, características, propiedades físicas, toxicidad y efectos en la salud humana</li> </ul>
<p><b>05</b> <b>Agricultura</b> Abonos y Fungicidas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definiciones de abonos y fungicidas, clasificación, composición química, efectos positivos y negativos de su utilización y modos de uso.</li> </ul>
<p><b>06</b> <b>Agricultura</b> Insecticidas y Fungicidas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de fungicidas, ventajas y desventajas de su uso, efectos que causan en la salud humana y el medio ambiente.</li> <li>Definición de insecticidas, importancia, clasificación, utilización y efectos en la salud humana.</li> </ul>
<p><b>07</b> <b>Minería</b>  Arsénico y Plomo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de los efectos nocivos del arsénico y el plomo en la salud</li> </ul>
<p><b>08</b> <b>Minería</b>  Cadmio y Mercurio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de los efectos nocivos del cadmio y el mercurio en la salud humana</li> </ul>

Tabla 20 Síntesis de los núcleos temáticos presentados por los estudiantes en los marcos teóricos

- **Actividades N° 8 Seguimiento a los procesos de la competencia: Identificación de cuestiones científicas**

Esta actividad consistió en el diligenciamiento de la tabla del anexo H que contenía los diferentes procesos de esta competencia, con los cuales los estudiantes debían formular sus propuestas para los proyectos de investigación de forma individual, indicando las preguntas problematizadoras, identificando las palabras o temas claves para buscar información, formulando unas posibles hipótesis y reconociendo las variables implícitas de sus situaciones problema.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los resultados obtenidos para esta competencia, después de varias sesiones de apoyo y seguimiento.

Competencia	Procesos	N° de estudiantes	Códigos de los estudiantes	Porcentaje
<b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	<b>1. Formulación de preguntas problematizadoras</b>	<b>37</b>	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-13-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-27-28-30-31-32-34-38-39-40-42-43-44-45-46	<b>80,43%</b>
	<b>2. Identificación de palabras o temas claves para buscar información.</b>	<b>41</b>	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-27-28-30-31-32-34-35-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46	<b>89,1%</b>
	<b>3. Formulación de hipótesis</b>	<b>29</b>	1-3-4-5-6-7-8-9-12-13-16-17-18-19-20-22-23-24-25-27-30-38-39-40-42-43-44-45-46	<b>63%</b>
	<b>4. Reconocimiento de variables</b>	<b>34</b>	1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-27-28-30-34-38-39-40-41-42-43-44-45-46	<b>73,9%</b>

**Tabla 21 Resultados de los estudiantes que se aproximaron a los procesos de la competencia de Identificación de cuestiones científica.**

De acuerdo con esta actividad, 7 estudiantes presentaron problemas para aproximarse a la formulación de preguntas problematizadoras; 5 de ellos para identificar palabras o temas claves para buscar información; 17 para formular hipótesis y 12 para reconocer las variables que debían tener en cuenta según las situaciones problema que estaban abordando.

Según los resultados en promedio el 78% de los estudiantes comprendieron los procesos relacionados con la competencia de identificación de cuestiones científicas y el restante no evidenciaron claridad a este respecto, en muchos casos por falta de interés y porque no se comprometieron con el trabajo planteado y en otros, porque hay estudiantes que presentan problemas para realizar procesos de análisis de información.

Teniendo en cuenta lo anterior, la mayoría de los estudiantes de manera individual se acercaron al planteamiento de preguntas problematizadoras que pudieran servir de guía para la formulación de proyectos de investigación y evidenciaron claridad en reconocer cuales eran los núcleos temáticos que sustentarían sus propuestas. De forma contraria presentaron problemas en la formulación de hipótesis, ya que no relacionaron este proceso con el problema planteado desde la pregunta, acudiendo a generar soluciones cotidianas apartadas del contexto de la ciencia y la investigación. Aunque más de la mitad de los estudiantes se aproximaron a este proceso no se obtuvieron los resultados esperados en relación con las formulaciones presentadas por cada uno de ellos.

Para el manejo de variables, los estudiantes se acercaron a reconocer los diferentes factores que debían tener en cuenta en el abordaje de las problemáticas planteadas, haciendo referencia en general a resultados de análisis experimentales, fenómenos observables asociados y consecuencias para la salud y el medio ambiente.

- **Actividades N° 9 Seguimiento a los procesos de la competencia: Uso de evidencias científicas**

Esta actividad consistió en el diligenciamiento de la tabla del anexo I que contenía los diferentes procesos de esta competencia, con los cuales los estudiantes debían complementar sus propuestas para los proyectos de investigación de forma individual, interpretando pruebas o evidencias científicas relacionadas con su eje temático, formulando conclusiones a partir de las evidencias y reconociendo sus implicaciones sociales. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los resultados obtenidos.

<b>Competencia</b>	<b>Procesos</b>	<b>N° de estudiantes</b>	<b>Códigos de los estudiantes</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	<b>5. Formulación e Interpretación de pruebas o evidencias científicas</b>	<b>32</b>	1-2-3-4-5-7-8-12-13-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-27-28-30-37-38-39-40-42-43-44-45-46	<b>69,56%</b>
	<b>6. Formulación de conclusiones a partir de las evidencias</b>	<b>34</b>	1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-27-28-30-32-34-37-38-39-40-43-44-45-46	<b>73,91%</b>
	<b>7. Reconocimiento de las implicaciones sociales</b>	<b>23</b>	3-5-8-11-12-16-18-19-20-21-22-23-25-27-28-30-37-38-39-42-43-45-46	<b>50%</b>

**Tabla 22 Resultados de los estudiantes que se aproximaron a los procesos de la competencia de Uso de evidencias científicas**

De acuerdo con los anteriores resultados aproximadamente el 70% de los estudiantes pudo establecer y relacionar datos experimentales con los problemas de contaminación química del agua, apoyados en consultas y las pruebas realizadas en la quebrada; sin embargo, solo la mitad de ellos se aproximaron a determinar las implicaciones sociales que tenía el reconocimiento de

dichas pruebas o evidencias ya que se interesaron por ampliar sus consultas, relacionándolas en la mayoría de los casos con problemas para la salud.

De forma contraria 14 estudiantes no lograron aproximarse a la formulación e interpretación de evidencia científica relacionada con su tema de estudio; 12 estudiantes presentaron dificultades para formular conclusiones a partir de la evidencia obtenida experimentalmente, al analizar el agua de la quebrada Chiguaza y 23 de ellos no relacionaron dicha evidencia con el contexto de sus problemas por lo tanto no lograron hacer un reconocimiento a las implicaciones sociales.

- **Actividades N° 10 Seguimiento a los procesos de la competencia: Explicación científica de fenómenos**

Esta actividad consistió en el diligenciamiento de la tabla del anexo J que contenía los diferentes procesos de esta competencia, con los cuales los estudiantes debían formular una serie de explicaciones y predicciones apropiadas acerca de los problemas de contaminación objeto de estudio, aplicando los conocimientos propios de la ciencia y describiendo los fenómenos que hacían parte de los ejes temáticos escogidos.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los resultados obtenidos.

Competencia	Procesos	N° de estudiantes	Códigos de los estudiantes	Porcentaje
<b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	<b>8. Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia</b>	<b>26</b>	1-4-7-8-12-13-17-18-19-20-21-22-23-24-25-30-38-37-38-39-40-42-43-44-45-46	<b>56,52%</b>
	<b>9. Descripción de fenómenos</b>	<b>28</b>	1-2-3-4-5-6-7-8-12-15-17-18-19-20-22-23-24-25-27-28-30-32-37-38-42-44-45-46	<b>60,86%</b>
	<b>10. Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas</b>	<b>22</b>	2-3-4-5-7-8-12-15-16-17-20-21-22-23-24-27-30-34-38-40-44-45	<b>47,82%</b>

**Tabla 83 Resultados de los estudiantes que se aproximaron a los procesos de la competencia de Explicación científica de fenómenos**

En esta actividad se encontró que aproximadamente la mitad de los estudiantes se acercaron a plantear explicaciones acerca de los problemas de contaminación que estaban estudiando, aplicando los conocimientos propios de la ciencia y haciendo una descripción de los fenómenos implícitos en sus problemáticas; sin embargo, estos planteamientos no incluyeron el fundamento teórico que ofrece la química por ejemplo para describir cuales eran la reacciones que se llevaban a cabo en los procesos de contaminación y cómo podría darse solución a este problema desde este ámbito, sino que fueron fundamentadas desde el contexto social y biológico.

Es así como en la mayoría de los casos los estudiantes hicieron referencia a la forma como se alteraba el pH del agua cuando ésta se contaminaba con las sustancias objeto de su estudio y cuáles eran las implicaciones para la salud y el ambiente cuando se consumía o utilizaba agua no potable.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos por los estudiantes de acuerdo a las aproximaciones a las que llegaron con cada uno de los procesos de las competencias.

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS				USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS			EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS		
	PROCESOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
23	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
24	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
26	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
28	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
29	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
31	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
32	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
33	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
34	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
35	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
36	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
37	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
38	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
39	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
42	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
44	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
45	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
46	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 24 Seguimiento a los procesos de las competencias científicas por estudiante<sup>1</sup>

✓ Indica los estudiantes que evidenciaron aproximaciones a cada uno de los diez procesos de las competencias<sup>1</sup>

- **Actividad N° 11 Presentación y socialización de las propuestas de investigación**

La etapa de desarrollo culminó con la presentación por grupos de las propuestas de investigación escolar, en las cuales los estudiantes relacionaron los ejes temáticos escogidos, con cada uno de los procesos trabajados de forma individual y posteriormente concertados dentro del trabajo colectivo, con la orientación y ayuda de la docente de aula. Los resultados se muestran en las tablas 26, 27 y 28, en ellas los estudiantes sintetizaron sus construcciones de manera tal, que permitieron evidenciar la forma como comprendieron cada uno de los procesos implícitos dentro de una investigación relacionados con las competencias científicas propuestas por PISA.

A nivel general se pudo determinar que la mayoría de los grupos presentaron unas aproximaciones a cada uno de los procesos objeto de estudio, arrojando resultados positivos con sus propuestas, teniendo en cuenta que era la primera vez que asumían un rol protagónico en el planteamiento de una investigación; sin embargo, en muchos casos se hizo evidente la falta de coherencia para relacionar los procesos que estaban abordando ya que no limitaron los problemas de investigación y acudieron a hacer alusión a diferentes factores que si bien se relacionaban con sus temáticas, no hacían parte de la pregunta orientadora que habían elegido para sus propuestas.

De acuerdo con lo anterior los estudiantes demostraron mayor competencia en los procesos de identificación de cuestiones científicas y explicación científica de fenómenos, ya que sus propuestas evidenciaron tener coherencia y pertinencia en relación con sus tópicos de estudio. Por otra parte presentaron dificultad en la interpretación y utilización de la evidencia debido a que no pudieron establecer con claridad las implicaciones de los resultados obtenidos con las pruebas experimentales realizadas al agua de la quebrada Chiguaza con sus temas de investigación y por ende sacar conclusiones a partir de ellas. Es así como en las siguientes tablas se muestra las construcciones realizadas por cada grupo.

Grupo	Formulación de preguntas orientadoras	Identificación de palabras o temas claves	Formulación de posibles hipótesis	Reconocimiento de variables
<b>01</b> <b>Desechos domésticos</b>	<i>¿Qué efecto tienen los lixiviados, producto de la descomposición de los residuos orgánicos en las aguas de la quebrada Chiguaza?</i>	<i>Lixiviados, residuos orgánicos, relleno sanitario</i>	<i>Por la descomposición de los residuos orgánicos, se produce una gran cantidad de lixiviados, los cuales se descomponen en nitritos y sulfatos que hacen que el agua de la quebrada Chiguaza resulte siendo poco potable</i>	<i>pH, color, olor, concentración de nitrito, nitrato y sulfato, sólidos suspendidos y disueltos, turbidez, temperatura y conductividad</i>
<b>02</b> <b>Desechos domésticos</b>	<i>¿Qué manejo o reutilización se le puede dar a los desechos domésticos (aceites, grasas y detergentes) que salen de las casas</i>	<i>Desechos orgánicos y efectos en el ambiente</i>	<i>Hacer un debido de seguimiento a los cambios y problemas que están causando los desechos hacia el agua y los seres vivos</i>	<i>Índice de contaminación del agua, tiempo que tarda en contaminarse el agua</i>
<b>03</b> <b>Desechos industriales</b>	<i>¿Qué efectos trae para el ser humano consumir agua contaminada por ácidos como el sulfúrico y el nítrico?</i>	<i>Calidad del agua potable, propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, enfermedades producidas por ácido sulfúrico y nítrico</i>	<i>El consumir agua contaminada por el ácido sulfúrico y nítrico produce enfermedades neurológicas en el ser humano</i>	<i>pH, concentración de ácido sulfúrico y nítrico y enfermedades según la concentración.</i>
<b>04</b> <b>Desechos industriales</b>	<i>¿Qué efectos trae para la salud humana el consumo de agua contaminada por residuos industriales que contienen cianuros y sulfuros disueltos?</i>	<i>Composición de los residuos industriales, (cianuros y sulfuros) Problemas que generan en la salud humana</i>	<i>El consumo de aguas contaminadas por sulfuros y cianuros durante un periodo breve daña el cerebro y el corazón.</i>	<i>pH, olor, color, concentración de cianuros y sulfuros en el agua, enfermedades producidas por cianuros y sulfuros.</i>

**Tabla 25 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Identificación de cuestiones científicas**

<b>Grupo</b>	<b>Formulación de preguntas orientadoras</b>	<b>Identificación de palabras o temas claves</b>	<b>Formulación de posibles hipótesis</b>	<b>Reconocimiento de variables</b>
<b>05 Agricultura</b>	<i>¿Qué nivel de contaminación causa el fosfato producido por el abono en la quebrada Chiguaza?</i>	<i>Abonos sintéticos, orgánicos, calidad del agua, descomposición de los abonos y contaminantes del agua</i>	<i>Debido a la gran cantidad de fosfatos causado por los abonos, los cuales producen un gran efecto negativo para la quebrada Chiguaza y su nivel de contaminación.</i>	<i>Composición de abonos, problemas de salud causados por presencia de fosfatos en el agua, pH en el agua</i>
<b>06 Agricultura</b>	<i>¿Cómo los insecticidas y fungicidas que se manejan en la actividad agrícola afectan la calidad de vida en cuanto a la salud?</i>	<i>Composición de los insecticidas y fungicidas, intoxicación, salud, concentración en suelos agrícolas</i>	<i>Estos productos son altamente tóxicos y cuando quedan suspendidos en suelos de cultivo, con ayuda de la lluvia se filtran y llegan a las fuentes hídricas siendo no aptos para el consumo humano.</i>	<i>Composición química de fungicidas e insecticidas, problemas de salud, cantidad requerida para causar intoxicación</i>
<b>07 Minería</b>	<i>¿Cuáles son las causas y efectos que ocasiona el plomo y el arsénico por consumo de agua contaminada?</i>	<i>Plomo, arsénico, efectos, causas, posibles soluciones</i>	<i>No planteada</i>	<i>Efectos, causas y daños del arsénico y el plomo</i>
<b>08 Minería</b>	<i>¿Qué consecuencias trae al ser humano el consumo de agua contaminada por cadmio y mercurio?</i>	<i>Agua pura, concentración de mercurio y cadmio, toxicidad, enfermedades nerviosas</i>	<i>El consumo de agua contaminada por cadmio y mercurio, produce enfermedades nerviosas y gastrointestinales</i>	<i>pH, concentración de cadmio y mercurio en el agua, absorción de los materiales en el cuerpo y enfermedades nerviosas.</i>

**Tabla 25 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de competencia Identificación de cuestiones científicas**

Grupo	Formulación e Interpretación de pruebas o evidencias científicas	Formulación de conclusiones a partir de las evidencias	Reconocimiento de las implicaciones sociales
<p align="center"><b>01</b> <b>Desechos domésticos</b></p>	<p>pH = 7.0 color=grisáceo olor= azufre conductividad = 3,6 mmol/Lt Sólidos suspendidos: Envolturas de golosinas, botellas plásticas y de vidrio, vasos plásticos, bolsas plásticas, piedras Sólidos Disueltos: arcillas y limos turbidez: ligeramente turbia Temperatura: 19° centígrados Conductividad: 3,6 m mol/ Lt</p> <p>El agua de la quebrada es neutra al no poseer ácidos y álcalis. Se encuentra contaminada por su olor a huevo, por no permitir la llegada de la luz, su temperatura alcanza un mínimo nivel de 19°C, lo que la solubilidad, el rango de alcalinidad del agua es Baja al ser &lt; 75 es decir tiene una baja capacidad para neutralizar ácidos o aceptar protones.</p>	<p>Las evidencias físicas encontradas muestran problemas de contaminación del agua que la hacen no apta para el consumo humano. El análisis químico indica que el agua está dentro de los parámetros de calidad permitidos, pero las evidencias físicas indican que se encuentra contaminada Se requiere un análisis químico más detallado para conocer el tipo de sustancias contaminantes disueltas para determinar los usos que puede tener.</p>	<p>El mejoramiento de la calidad de vida de los individuos con los avances de la ciencia, genera cada vez más residuos orgánicos que terminan en los rellenos sanitarios donde por una disposición inadecuada, al descomponerse producen contaminación del agua a través de los lixiviados, que hace que el agua de la quebrada Chiguaza resulte ser no potable para el consumo, teniendo en cuenta el estudio realizado.</p>
<p align="center"><b>02</b> <b>Desechos domésticos</b></p>	<p>Debido al nivel de alcalinidad, podemos deducir que el agua es de bajo nivel alcalino por lo que se encuentra en un rango menor de 7,5mmol/L. La presencia de espuma evidencia posible contaminación por detergentes, que pueden causar graves daños a los peces y demás especies acuáticas.</p>	<p>No puede neutralizar los ácidos que llegan al agua y así afecta el entorno en el cual se encuentra. Los detergentes producen espumas añaden fosfatos al agua disminuyendo el poder de limpieza de los ríos al dificultar la actividad bacteriana.</p>	<p>La mayoría de detergentes llevan fosfato para evitar que las partículas de suciedad vuelvan a la ropa. Por desgracia tiene un gran impacto ecológico. La presencia de los fosfatos en los ríos y embalses provoca la proliferación de algas, ósea que las algas crecen y se reproducen sin control. Cuando estas mueren, las bacterias las descomponen en un proceso que consume gran cantidad de oxígeno disuelto en el agua, el cual es necesario para la vida acuática en general. Al agotarse el oxígeno los otros seres acuáticos también mueren y como resultado de esto, los ríos y lagos quedan contaminados.</p>

**Tabla 96 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Uso de videncias científicas**

Grupo	Formulación e Interpretación de pruebas o evidencias científicas	Formulación de conclusiones a partir de las evidencias	Reconocimiento de las implicaciones sociales
<p><b>03</b> <b>Desechos industriales</b></p>	<p>Las pruebas realizadas en la quebrada Chiguaza relacionan nivel de cloro de 39 ppm; es un agua blanda y su pH es 7.8 Dichas evidencias nos permiten analizar bajos niveles de contaminación por dichos compuestos. No es evidente la influencia de los ácidos Nítrico ni Sulfúrico debido a el pH se mantiene en un valor neutro.</p>	<p>Se puede concluir que el agua de la quebrada tiene residuos sólidos que producen olores desagradables y el color es café y grisáceo, pero en cuanto al aspecto Químico analizado no se encontraron niveles altos de contaminantes.</p>	<p>Los ácidos son utilizados en muchos procesos industriales, así mismo tienen muchas formas de reaccionar, convirtiéndose en desechos que contaminan el agua alterando su pH. El agua puede ser fácilmente consumida, originando graves problemas de salud. Por lo anterior es necesario que las industrias le den un manejo y/o tratamiento adecuado a estos desechos.</p>
<p><b>04</b> <b>Desechos industriales</b></p>	<p>Las pruebas realizadas al agua de la quebrada para cloruro es de 36 mg/L. Esto lleva a que el agua tiene una concentración alta de cloro residual, si comparamos con el estándar de 0.2 a 1 mg/l. Por otro lado la prueba de cianuros dio negativa al realizar el análisis del agua, esto se lleva a pensar que no hay industrias que arrojen este contaminante a los alrededores del río.</p>	<p>Al observar los resultados nos damos cuenta que el agua de la Quebrada la Chiguaza está contaminada con cloro residual y otros factores que generan apariencia en mal estado, olor putrefacto, turbidez y gran cantidad de basuras en su recorrido.</p>	<p>Las industrias que contaminan el agua traen beneficios a la sociedad por medio de sus productos, y no se dan cuenta que contaminan el medio ambiente y que al contacto con el ser humano trae enfermedades que pueden causar graves enfermedades al ser humano y que están contaminando el medio ambiente.</p>

**Tabla 26 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Uso de videncias científicas**

Grupo	Formulación e Interpretación de pruebas o evidencias científicas	Formulación de conclusiones a partir de las evidencias	Reconocimiento de las implicaciones sociales
05 Agricultura	Obteniendo el PH del agua de la quebrada, logramos saber que el agua está en un punto neutro estando su PH alrededor de 7. Tenemos una baja presencia de sustancias químicas que afecten el entorno	Los datos obtenidos a partir de la evidencia nos dan a entender que los niveles de pH son neutros pero debemos tener en cuenta otros factores importantes como color, olor y resultados de otras variables. Luego así podemos afirmar el nivel de contaminación.	Los abonos muchas veces ayudan al desarrollo de las plantas, por el contrario al caer el fosfato (elemento químico del abono) a la quebrada afectan su PH y su nivel de contaminación, la mejor forma de cambiar esta situación es utilizar más abonos orgánicos que inorgánicos.
06 Agricultura	Con el kit de análisis para hierro al agregar la sustancia F1, F2 y F3 se produjo un cambio de color y ahí se demuestra que cantidad de hierro hay en el agua en este caso (5ppm), lo cual en una baja concentración de hierro en el agua	Se demostró que en el agua hay presencia de hierro (5mg/l), por tanto se concluye que la concentración presente en el agua es baja, pero eso no significa que es apto para el consumo humano.	Aunque la explotación de minas contribuye a la población supliéndola de gran cantidad de recursos como es el hierro el cual se utiliza en múltiples aplicaciones para la vida cotidiana como la fabricación de acero, esto implica que el recurso hídrico este siendo contaminado con hierro.
07 Minería	El pH nos presentó un valor de 7,8 que quiere decir que el agua no estaba tan contaminada como nosotros pensábamos y como visiblemente se veía.	Se deduce que el agua está contaminada y posee químicos los cuales no se debe consumir para no contaminar el organismo. El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.	Hoy en día la fabricación de ladrillos, tejas y otros productos de arcilla cocidos se ha convertido en un problema ecológico en muchas ciudades debido al tipo de combustibles que se utilizan para la cocción de esos productos: leña, llantas, madera, acumuladores, plásticos o textiles, entre otros, al ser incinerados, emiten una gran cantidad de gases a la atmósfera, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y partículas sólidas.
08 Minería	El pH del agua es de 7.8 esto nos dice que es neutra, por esta razón podemos decir que no es apta para el consumo humano pero puede ser utilizada para el riego de las plantas	Este tipo de agua no puede ser utilizada para el consumo humano ya que por sus características (color, olor, pH, alcalinidad etc.) se observa que está un poco contaminada	Tomando en cuenta el análisis científico podemos ver que los seres humanos están implicados en la contaminación por basuras, minería etc. Para controlar esta contaminación debemos botar las basuras a sus debidas canecas y los mineros deben hacer un mejor control de los residuos

**Tabla 26 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Uso de evidencias científicas**

Grupo	Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia	Descripción de fenómenos	Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas
<p align="center"><b>01</b></p> <p><b>Desechos domésticos</b></p>	<p>Al separar los materiales orgánicos del resto de los residuos sólidos, se puede aprovechar sus productos de descomposición biológica para generar compostaje y evitar la contaminación del agua. Podemos iniciar separando los desechos orgánicos domésticos es decir no desechos orgánicos domésticos es decir no desechos orgánicos. Utilizaríamos estos desechos para elaborar compostaje o abono, y de esta forma detener sus lixiviados</p>	<p>El Lixiviado se compone de Agua del residuo + Infiltración agua de lluvia + Entradas de agua subterráneas, estos presentan altos niveles de contaminación, principalmente debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Elevadas concentraciones de materia orgánica</li> <li>-Concentraciones de nitrógeno, principalmente en forma de amonio</li> <li>-Altas concentraciones en sales, principalmente cloruros y sulfatos</li> <li>-Baja presencia de metales pesados</li> </ul> <p>Los lixiviados son líquidos que se producen por la descomposición de materia orgánica y el agua que entra al relleno, las cuales al fluir a través del cuerpo de residuos, disuelven sustancias y arrastran partículas contenidas de la misma. Cuando llueve los lixiviados son filtradas hacia las capas subterráneas del suelo pudiendo contaminar acuíferos y corrientes de agua subterránea cercanas</p>	<p>Si los lixiviados se disuelven con el agua lluvia se pueden contaminar los suelos y las aguas subterráneas. Se pueden presentar problemas más graves en el medio ambiente. Con el incremento de la contaminación no habrá agua potable.</p>
<p align="center"><b>02</b></p> <p><b>Desechos domésticos</b></p>	<p>Los detergentes son productos que se usan para la limpieza y están formados básicamente por un agente tensoactivo producto químico que se agrega a los detergentes para disminuir la tensión superficial para disminuir la fuerza de adhesión de las partículas a una superficie. Forman espumas: son más abundante en presencia de sales de calcio y también de proteínas en el medio. Pueden contener bacterias y virus. Dificultan el tratamiento de las aguas por problemas de operación en las plantas depuradoras. Inhiben la oxidación. Impiden el desarrollo de las algas. Efectos tóxicos que dependen del tipo de detergente, sensibilidad de los microorganismos y condiciones del medio acuático.</p>	<p>La eutrofización es un proceso por el cual un cuerpo de agua se enriquece en nutrientes disueltos (por ejemplo, fosfatos, calcio y magnesio), dichas sustancias actúan como fertilizantes de las algas, haciendo que se reproduzcan muy deprisa. La gran cantidad de algas agota el oxígeno del agua, que deja de estar disponible para la fauna acuática (microbios y peces), y genera malos olores, causando desequilibrios muy graves en lagos y ríos.</p>	<p>Es de vital importancia saber que los detergentes biodegradables tienen un menor impacto ambiental, pero para poder cuidar nuestro ecosistema es necesario contar con una sociedad organizada que entienda el proceso de degradación como la reintegración a la naturaleza de los materiales en la forma como fueron extraídos y que evalúe el daño ambiental y las alteraciones al ecosistema por el uso de detergentes.</p>

**Tabla 27 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Explicación científica de fenómenos**

Grupo	Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia	Descripción de fenómenos	Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas
<p><b>03</b> <b>Desechos industriales</b></p>	<p>Los efectos de contaminación del agua natural puede generar un pH ácido, puesto que se puede encontrar en un rango de 2 a 5, ya sea por el CO<sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos, o por ácidos provenientes de algunos minerales o desechos industriales, de tal forma que al ser consumida con algún tipo de contaminante provoca trastornos en vías digestivas y respiratorias.</p>	<p>El pH indica la concentración de iones hidronio presentes en determinadas sustancias, estableciendo el grado de acidez o de alcalinidad de una disolución. La escala va 1 a 14, siendo ácida la disolución con pH menor de 7 y alcalina la que tiene un pH mayor de 7. El agua potable posee un pH de 7, lo que indica que es neutra; cuando tiene contacto con ácidos genera un cambio en el pH bajándolo de 2 a 5 dependiendo de la cantidad y generando cambio en la temperatura; dichos ácidos también son producto de la lluvia ácida.</p>	<p>Teniendo en cuenta la posición en la que nos encontramos como estudiantes, no es factible crear una posible solución teórica, ya que no tenemos acceso a los procesos de producción de los diferentes materiales que contienen que implica el uso de productos químicos ácidos como el sulfúrico y el nítrico, llevándonos a una posible solución práctica como la elaboración de conferencias informativas con el fin de crear una reflexión en los industriales y así provocar una disminución de estos ácidos en sus productos, defendiendo de esta forma la salud del ser humano y el recurso hídrico.</p>
<p><b>04</b> <b>Desechos industriales</b></p>	<p>Los diferentes procesos industriales como las curtiembres hace que debido a las reacciones químicas de los diferentes elementos que emplean se desprendan elementos químicos tales como el cianuro y el sulfuro que son altamente contaminantes al llegar a los ríos o quebradas cercanas convirtiéndolos en aguas acidas no aptas para el consumo</p>	<p>El sulfuro es un producto fundamental en el proceso de destrucción del pelo o pelambre. Se trata de un elemento altamente tóxico en medio acuoso, principalmente porque debido a su carácter reductor provoca una drástica disminución del oxígeno disuelto en los cursos de agua y además cuando las soluciones acuosas que lo contienen bajan su pH del valor 10, se desprende ácido sulfhídrico gaseoso que al ser inhalado en determinadas concentraciones puede llegar a ser mortal</p>	<p>Si no miramos como detener estas industrias contaminantes o que cambien su mecanismo de fabricación nos perjudicaría causando más enfermedades cardiovasculares o respiratorias que podrían causar la muerte a corto o largo plazo según la cantidad ingerida.</p>

**Tabla 27 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Explicación científica de fenómenos**

Grupo	Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia	Descripción de fenómenos	Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas
05 Agricultura	<p>Buscar métodos para que el fosfato que se conforma al utilizar los abonos no llegue a la quebrada y así lograr disminuir su nivel de contaminación.</p>	<p><i>El abono o fertilizante es cualquier sustancia orgánica o inorgánica que mejora la calidad del sustrato, a nivel nutricional, para las plantas en proceso de marchitarían en éste.</i></p> <p>Ejemplos naturales o ecológicos de abono se encuentran tanto en el clásico estiércol, mezclado con los desechos de la agricultura como el forraje, o en el guano formado por los excrementos de las aves (por ejemplo de corral, como el de gallina).</p>	<p>Los efectos negativos que traerá el mal uso de los compuestos del abono, lo cual causara un entorno no muy bueno para el futuro</p>
06 Agricultura	<p>No hacer uso de insecticidas cerca de almacenamientos de agua caseros, como por ejemplo en lavaderos o albercas y no aplicar estos insecticidas en un lugar donde estén expuestos a aguas lluvias debido a que pueden llevar con ellos compuestos de mercurio a sifones y posteriormente al alcantarillado.</p>	<p>Los fungicidas tienen compuestos de mercurio como lo son el Calomel (cloruro mercurioso) u óxido mercúrico, que al rociar este componente hacia las plantas se filtra esto y llega a una fuente hídrica donde este componente se combina haciendo que el que lo consume haciendo que tenga enfermedades de tipo Gastrointestinales como lo son: dolores abdominales fuertes, vómitos y diarrea sanguinolenta</p>	<p>Las personas perderán el sentido de pertenencia con este recurso por su nivel de contaminación lo cual empezaran a utilizar este como basurero contaminándola empeorando su situación</p>

**Tabla 27 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Explicación científica de fenómenos**

Grupo	Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia	Descripción de fenómenos	Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas
<p align="center"><b>07</b> <b>Minería</b></p>	<p><i>El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué de los sistemas de tratamiento de aguas públicas son ahora requeridos llevar a cabo un ajuste de pH en agua que sirve para el uso del agua potable. Que nosotros sepamos, el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua</i></p>	<p><i>Los efectos del plomo sobre la salud son bien conocidos. Los síntomas de la exposición al plomo incluyen cólicos, pigmentación de la piel y parálisis. Generalmente los efectos del envenenamiento por plomo son neurológicos o teratógenos. Las mujeres son más susceptibles al envenenamiento que los hombres, registrando alteraciones menstruales, infertilidad y aumentando el riesgo de aborto.</i></p>	<p><i>El plomo se va acumulando, durante mucho tiempo, en el cuerpo de las personas que entran en contacto con él. Tras un análisis de sangre se detecta si el cuerpo ha absorbido cantidades peligrosas de plomo para su salud o no. Si se encuentra alto nivel de plomo significa que esa persona no es capaz de eliminarla de forma natural. Es una contaminación que sale desde las mineras y llega hasta los ríos al transcurso del medio de la contaminación que se presenta.</i></p>
<p align="center"><b>08</b> <b>Minería</b></p>	<p><i>Tomando en cuenta el análisis científico podemos ver que los seres humanos están implicados en la contaminación por basuras, minería etc. Para controlar esta contaminación debemos botar las basuras a sus debidas canecas y los mineros deben hacer un mejor control de sus los residuos</i></p>	<p><i>Debido a los contaminantes físicos, químicos y biológicos que se encuentran y han disminuido la concentración de oxígeno, modificado el pH y agregado sustancias extrañas como el alto contenido de cloro, ácidos o gravas y arcillas en el tramo analizado de la quebrada Chiguaza no se encontró vida animal o vegetal</i></p>	<p><i>Debido a la gran cantidad de explotación en las zonas mineras se están produciendo grandes valores de cadmio y mercurio los cuales son altamente contaminantes. Por esta razón la contaminación del agua sigue creciendo y muy pronto quedaremos sin agua potable</i></p>

**Tabla 27 Aproximaciones de los estudiantes por grupos a los procesos de la competencia Explicación científica de fenómenos**

#### **7.4 Etapa de Evaluación**

Con esta etapa se dio por terminada la intervención con la estrategia didáctica después de haber realizado unas pruebas diagnósticas para determinar el estado inicial en el que se encontraban los estudiantes y de implementar once actividades con el propósito de desarrollar en ellos los procesos correspondientes a las competencias de PISA, a través de la formulación de una propuesta de investigación tomando como referente la contaminación química del agua.

Es así como se plantearon tres instrumentos de evaluación con el fin de determinar los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes en relación con cada competencia. Los resultados se en la siguiente tabla.

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS		EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS		USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS	
	Prueba de evaluación N° 1 “Aguas arriba, Aguas abajo en el Tunjuelo”		Prueba de evaluación N° 2 “Agua potable”		Prueba de evaluación N° 3 “Concentración de metales pesados en el sistema Hídrico de Bogotá”	
	PUNTAJE	NIVEL	PUNTAJE	NIVEL	PUNTAJE	NIVEL
1	22	V	22	IV	20	V
2	14	III	12	III	13	III
3	9	II	13	III	9	II
4	15	III	18	IV	17	IV
5	10	II	6	I	8	II
6	15	III	12	III	9	II
7	12	III	16	IV	19	IV
8	15	III	15	III	21	V
9	10	II	13	III	12	III
10	9	II	9	II	12	III
11	11	II	10	II	15	III
12	17	IV	18	IV	16	IV
13	10	II	16	IV	18	IV
14	15	III	20	V	16	IV
15	8	II	6	I	12	III
16	12	III	12	III	15	III
17	20	V	17	IV	21	V
18	13	III	13	III	15	III
19	10	II	16	IV	16	IV
20	19	IV	18	IV	19	IV
21	17	IV	9	II	19	IV
22	21	V	20	V	20	V
23	18	IV	15	III	18	IV
24	17	IV	16	IV	16	IV
25	9	II	13	III	18	IV
26	11	II	11	II	12	III
27	15	III	18	IV	21	V
28	15	III	13	III	18	IV
29	10	II	14	III	12	III
30	19	IV	12	III	18	IV
31	12	III	11	II	14	III
32	5	I	7	II	12	III
33	11	I	12	III	17	IV
34	11	II	11	II	10	II
35	11	II	11	II	9	II
36	7	I	15	III	12	III
37	15	III	7	I	9	II
38	18	IV	18	IV	19	IV
39	10	II	16	IV	20	V
40	20	V	19	IV	20	V
41	14	III	19	IV	11	II
42	19	IV	13	III	18	IV
43	14	III	8	II	14	III
44	13	III	20	V	17	IV
45	22	V	22	V	21	V
46	8	II	13	III	15	III

Tabla 28 Puntajes y niveles de desempeño obtenidos en las pruebas de evaluación

- Prueba de evaluación N° 1 Identificación de cuestiones científicas

Nivel de desempeño	Desempeño	N° de estudiantes	Códigos de los estudiantes	Porcentaje
<b>0</b>	Su conocimiento no alcanza al mínimo evaluado por PISA	0		0
<b>I</b>	Tiene un conocimiento tan limitado que sólo puede identificar algunas situaciones que le son conocidas.	3	32-34-36	6,52%
<b>II</b>	Tiene un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conoce o deduce conclusiones basadas en investigaciones sencillas	15	3-5-9-10-11-13-15-19-25-26-29-34-35-39-46	32,6%
<b>III</b>	Identifica claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos	15	2-4-6-7-8-14-16-18-27-28-31-37-41-43-44	32,6%
<b>IV</b>	Trabaja con eficacia en situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia o tecnología	8	12-20-21-23-24-30-38-42	17,39%
<b>V</b>	Identifica los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplican tanto los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia a dichas situaciones	5	1-17-22-40-45	10,86%
<b>VI</b>	Identifica, explica y aplica, de manera consistente, el conocimiento científico y el conocimiento sobre la ciencia en una variedad de circunstancias complejas de la vida.	0		0

**Tabla 29 Datos obtenidos de la prueba de evaluación N° 1 para la competencia Identificación de cuestiones científicas**

Los resultados obtenidos en la evaluación de esta competencia científica evidenciaron que aproximadamente el 65% de los estudiantes se ubicó en los niveles de desempeño II y III, lo que indica que fueron capaces de identificar claramente problemas científicos en contextos conocidos, deduciendo explicaciones basados en investigaciones sencillas. De la misma forma se determinó que ocho estudiantes demostraron capacidad suficiente para trabajar con eficacia deduciendo el papel de la ciencia y la tecnología en fenómenos explícitos como los presentados con el instrumento de evaluación, ubicándose en el nivel IV. Por otra parte cinco de ellos alcanzaron un nivel V al identificar los componentes de la ciencia en las situaciones presentadas, aplicando los conceptos propios del conocimiento científico. En el nivel I tan solo se ubicaron tres estudiantes los cuales presentaron dificultades para utilizar el conocimiento sobre la ciencia y solo fueron capaces de identificar algunas de las situaciones presentadas.

De acuerdo con lo anterior, para esta competencia se observó un gran avance de los estudiantes con respecto al reconocimiento de los rasgos fundamentales de una investigación científica, determinados a partir de las habilidades que evidenciaron con la elección de las respuestas y los niveles de argumentación que presentaron, ya que hicieron alusión a los procesos de las competencias y los conocimientos relacionados con la problemática de la contaminación química del agua, los cuales fueron adquiridos efectivamente a través de la intervención con la estrategia didáctica.

Según los resultados obtenidos se encontró que aproximadamente el 80% de los estudiantes (37) demostró un avance en el reconocimiento de los procesos relacionados con esta competencia, lo que hizo que se posicionaran en un nivel de desempeño mayor; cinco de ellos se mantuvieron en el nivel inicial y cuatro desmejoraron ya que descendieron de nivel. Teniendo en cuenta lo anterior es importante destacar que a través de la investigación como componente de la ciencia, los alumnos aprendieron habilidades y procedimientos que los llevaron a aproximarse de manera significativa a la identificación de hipótesis, variables, planteamiento de problemas y búsqueda de información.

En las siguientes tablas se muestra un comparativo en los niveles de desempeño de los estudiantes respecto a las pruebas de entrada.

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	NIVELES DE DESEMPEÑO	
	INICIAL	FINAL
1	III	V
2	II	III
3	II	II
4	I	III
5	I	II
6	II	III
7	II	III
8	IV	III
9	I	II
10	I	II
11	III	II
12	I	IV
13	I	II
14	II	III
15	III	II
16	I	III
17	III	V
18	I	III
19	I	II
20	III	IV
21	II	IV
22	III	V
23	I	IV

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	NIVELES DE DESEMPEÑO	
	INICIAL	FINAL
24	II	IV
25	I	II
26	I	II
27	III	III
28	II	III
29	I	II
30	II	IV
31	I	III
32	II	I
33	I	I
34	I	II
35	I	II
36	I	I
37	I	III
38	II	IV
39	I	II
40	II	V
41	I	III
42	I	IV
43	II	III
44	II	III
45	IV	V
46	I	II

**Tabla 30 Comparativo de los niveles de desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia para la competencia Identificación de cuestiones científica**

- Prueba de evaluación N° 2 Explicación científica de fenómenos

Nivel de desempeño	Desempeños	N° de estudiantes	Código de los estudiantes	Porcentaje
<b>0</b>	Su conocimiento no alcanza al mínimo evaluado por PISA	<b>0</b>		0
<b>I</b>	Da explicaciones obvias desde su conocimiento cotidiano	<b>3</b>	5-15-37	6,52%
<b>II</b>	Puede recordar hechos científicos apropiados, tangibles y aplicables a su contexto simple; y los puede usar para explicar un resultado.	<b>9</b>	10-11-21-26-31-32-34-35-43	19,56%
<b>III</b>	Puede seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación.	<b>16</b>	2-3-6-8-9-16-18-23-25-28-29-30-33-36-42-46	34,78%
<b>IV</b>	Selecciona e integra explicaciones de diferentes disciplinas de ciencia o tecnología y vinculan estas explicaciones directamente con los aspectos de la vida cotidiana	<b>14</b>	1-4-7-12-13-17-19-20-24-27-38-39-40-41	30,43%
<b>V</b>	Puede comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. Puede dar explicaciones basados en evidencias y argumentos que surgen del análisis crítico.	<b>4</b>	14-22-44-45	8,69%
<b>VI</b>	Utiliza el conocimiento científico y desarrollan argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para resolver situaciones personales, sociales o global	<b>0</b>		0

**Tabla 31 Datos obtenidos de la prueba de evaluación N° 2 para la competencia Explicación científica de fenómenos**

Los resultados de la prueba de evaluación de los desempeños alcanzados por los estudiantes para esta competencia, evidenciaron que aproximadamente el 65% de ellos se ubicaron entre los niveles III y IV, ya que según sus respuestas y argumentaciones en la prueba que estaba basada en las técnicas empleadas para la potabilización de agua, evidenciaron capacidades para integrar su conocimientos y dar explicaciones a las situaciones presentadas de manera adecuada, aplicando modelos sencillos basados en estrategias de investigación adquiridos en el proceso de implementación de la estrategia didáctica. Por otra parte 4 estudiantes alcanzaron un nivel V de desempeño, ya que a través del análisis crítico de las situaciones presentadas en la prueba, demostraron ser competentes a la hora de comparar y evaluar evidencias científicas para dar explicaciones de los fenómenos allí descritos. Los estudiantes que presentaron bajos niveles de desempeño para esta competencia fueron en total 12, ubicándose en los niveles I y II ya que evidenciaron que solo eran capaces de dar explicaciones obvias desde su conocimiento cotidiano a las situaciones presentadas y 9 de ellos intentaron vincular algunos hechos científicos a dichas explicaciones (PISA, 2009).

Con estos resultados se pudo comprobar que los estudiantes presentaron un avance notorio en los desempeños descritos, ya que algunos de ellos alcanzaron los niveles IV y V demostrando los conocimientos construidos a partir del trabajo desarrollado con los proyectos, porque sus explicaciones fueron asertivas en relación con los saberes implícitos en el fenómeno de la contaminación y potabilización del agua. Desde un punto de vista comparativo se pudo evidenciar claramente que la mayoría de los estudiantes mejoraron sus niveles de desempeño para esta competencia en relación con la prueba diagnóstica, tan solo siete de ellos se mantuvieron en el mismo nivel y ninguno descendió en la escala. Los más destacados fueron los estudiantes que subieron del nivel de desempeño I al IV ya que se notó la evolución en sus niveles de interpretación y argumentación apoyados de los conceptos y conocimientos propios de la temática de estudio, al igual que aquellos que alcanzaron un nivel V para esta competencia.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de desempeño de los estudiantes en las prueba diagnóstica en comparación con la prueba evaluativa para esta competencia.

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	NIVELES DE DESEMPEÑO	
	INICIAL	FINAL
1	I	IV
2	I	III
3	II	III
4	I	IV
5	I	I
6	II	III
7	II	IV
8	II	III
9	II	III
10	II	II
11	I	II
12	II	IV
13	II	IV
14	II	V
15	I	I
16	I	III
17	III	IV
18	II	III
19	II	IV
20	II	IV
21	I	II
22	III	V
23	II	III

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	NIVELES DE DESEMPEÑO	
	INICIAL	FINAL
24	II	IV
25	II	III
26	II	II
27	II	IV
28	III	III
29	II	III
30	I	III
31	I	II
32	I	II
33	I	III
34	I	II
35	I	II
36	I	III
37	I	I
38	I	IV
39	II	IV
40	I	IV
41	I	IV
42	I	III
43	I	II
44	II	V
45	III	V
46	III	III

**Tabla 32 Comparativo de los niveles de desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia para la competencia Explicación científica de fenómenos**

- Prueba de evaluación N° 3 “Concentración de metales pesados en el sistema hídrico de Bogotá”

Nivel de desempeño	Desempeños	N° de estudiantes	Código de los estudiantes	Porcentaje
<b>0</b>	Su conocimiento no alcanza al mínimo evaluado por PISA	<b>0</b>		0
<b>I</b>	Identifica evidencia explícita en una situación problema.	<b>0</b>		0
<b>II</b>	Puede hacer interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica o de la solución a un problema.	<b>7</b>	3-5-6-34-35-37-41	15,21%
<b>III</b>	Es capaz de seleccionar elementos relevantes de información para dar respuesta a una pregunta o para sustentar en favor o en contra de una conclusión dada	<b>14</b>	2-9-10-11-15-16-18-26-29-31-32-36-43-46	30,43%
<b>IV</b>	Reflexiona sobre sus acciones y comunica sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica	<b>17</b>	4-7-12-13-14-19-20-21-23-24-25-28-30-33-38-42-44	36,95%
<b>V</b>	Puede utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar percepciones críticas. Construye explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en su análisis crítico	<b>8</b>	1-8-17-22-27-39-40-45	17,39%
<b>VI</b>	Demuestra habilidad para comparar y diferenciar explicaciones opuestas al revisar la evidencia de sustento. Es capaz de formular argumentos por medio de la síntesis de evidencias provenientes de diversas fuentes.	<b>0</b>		0

**Tabla 33 Datos obtenidos de la prueba de evaluación N° 3 para la competencia Uso de evidencias científicas**

Con la prueba realizada a los estudiantes para esta competencia se logró determinar un cambio radical en sus desempeños, ya que la gran mayoría (85% aproximadamente) evidenciaron un progreso muy notorio ubicándose en los niveles III, IV y V, demostrando capacidades para identificar los elementos relevantes de la información suministrada por datos o evidencias, sacando conclusiones a partir de ellos y eligiendo las respuestas más acertadas sustentadas con argumentaciones en las que utilizaron el conocimiento científico. Adicionalmente a lo anterior, ocho de ellos demostraron que habían desarrollado mayores habilidades para realizar aportaciones críticas fundamentadas en evidencias, demostrando las capacidades adquiridas con la implementación de la estrategia.

Para esta competencia se observó un progreso muy significativo, teniendo en cuenta que los estudiantes pudieron resolver con gran eficacia las situaciones planteadas, actuando de manera idónea ante una tarea concreta y apropiándose del conocimiento que habían construido a lo largo del trabajo mediado por la estrategia, ya que en las pruebas de entrada la mayoría obtuvieron un nivel 0 y I, presentando dificultad para identificar evidencia explícita en una situación problema. Es así como los resultados de la prueba de evaluación mostraron que cuatro estudiantes ascendieron un nivel, ocho dos niveles, quince tres niveles, catorce cuatro niveles y cuatro cinco niveles de desempeño al lograr identificar la evidencia presentada en el contexto del instrumento y a partir de ella deducir conclusiones aportando percepciones críticas bien argumentadas.

El resultado del avance evidenciado por los estudiantes es producto de las habilidades adquiridas a lo largo del proceso de intervención con la estrategia didáctica, ya que las actividades planteadas permitieron que ellos se familiarizaran con la identificación y utilización de datos provenientes de pruebas y evidencias relacionadas con la problemática de la contaminación química del agua.

En la siguiente tabla se muestran los niveles de desempeño en los que se ubicaron los estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia para esta competencia.

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	NIVELES DE DESEMPEÑO	
	INICIAL	FINAL
1	II	V
2	I	III
3	0	II
4	I	IV
5	0	II
6	0	II
7	I	IV
8	0	V
9	0	III
10	0	III
11	0	III
12	0	IV
13	0	IV
14	0	IV
15	0	III
16	0	III
17	0	V
18	0	III
19	0	IV
20	III	IV
21	0	IV
22	0	V
23	0	IV

CÓDIGO POR ESTUDIANTE	NIVELES DE DESEMPEÑO	
	INICIAL	FINAL
24	0	IV
25	0	IV
26	0	III
27	I	V
28	0	IV
29	0	III
30	I	IV
31	0	III
32	0	III
33	0	IV
34	0	II
35	I	II
36	I	III
37	0	II
38	III	IV
39	I	V
40	0	V
41	0	II
42	0	IV
43	0	III
44	I	IV
45	I	V
46	II	III

**Tabla 34 Comparativo de los niveles de desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención con la estrategia para la competencia Uso de evidencias científicas**

De acuerdo con los resultados obtenidos a lo largo de la investigación se logró establecer los niveles de desempeño de las competencias científicas que podían alcanzar los estudiantes como resultado de la implementación del modelo de aprendizaje por investigación dirigida a propósito de la contaminación química del agua. Gracias a las actividades que sistemáticamente se desarrollaron también fue posible hacer un seguimiento individual de todo el proceso, con lo que se develó que la mayoría de los estudiantes lograron mejorar sus niveles en relación con las pruebas diagnósticas, y los resultados finales fueron acordes con el trabajo evidenciado por ellos con las actividades propuestas. También se logró establecer que los estudiantes que demostraron mejor actitud hacia el trabajo propuesto a lo largo de la investigación fueron los que mejores resultados obtuvieron y aquellos que no se comprometieron con el trabajo no se destacaron, pero demostraron pequeños avances en relación con las competencias objeto de estudio. En la tabla N° 35 se muestra el seguimiento de cada estudiante a lo largo de la investigación.

ESTUDIANTES	ETAPA DE DIAGNÓSTICO			ETAPA DE INTERVENCIÓN										ETAPA DE EVALUACIÓN		
	COMPETENCIAS (NIVELES DE DESEMPEÑO)			PROCESOS DE LAS COMPETENCIAS										COMPETENCIAS (NIVELES DE DESEMPEÑO)		
	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES	EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS	USO DE EVIDENCIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES	EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS	USO DE EVIDENCIAS
1	III	I	II	v	v	v	v	v	v		v	v		V	IV	V
2	II	I	I	v	v		v	v	v			v	v	III	III	III
3	II	II	0	v	v	v	v	v	v	v		v	v	II	III	II
4	I	I	I	v	v	v	v	v	v		v	v	v	III	IV	IV
5	I	I	0	v	v	v	v	v	v	v		v	v	II	I	II
6	II	II	0	v	v	v	v		v			v		III	III	II
7	II	II	I	v	v	v	v	v	v		v	v	v	III	IV	IV
8	IV	II	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	III	III	V
9	I	II	0	v	v	v								II	III	III
10	I	II	0	v	v									II	II	III
11	III	I	0						v	v				II	II	III
12	I	II	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	IV	IV	IV
13	I	II	0	v	v	v	v	v	v		v			II	IV	IV
14	II	II	0		v									III	V	IV
15	III	I	0	v	v		v	v				v	v	II	I	III
16	I	I	0	v	v	v	v	v	v	v	v		v	III	III	III
17	III	III	0	v	v	v	v	v	v		v	v	v	V	IV	V
18	I	II	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v		III	III	III
19	I	II	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v		II	IV	IV
20	III	II	III	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	IV	IV	IV
21	II	I	0	v	v		v	v	v	v	v		v	IV	II	IV
22	III	III	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	V	V	V
23	I	II	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	IV	III	IV

Tabla 35 Seguimiento por estudiante durante todo el proceso

ESTUDIANTES	ETAPA DE DIAGNÓSTICO			ETAPA DE INTERVENCIÓN										ETAPA DE EVALUACIÓN		
	COMPETENCIAS (NIVELES DE DESEMPEÑO)			PROCESOS DE LAS COMPETENCIAS										COMPETENCIAS (NIVELES DE DESEMPEÑO)		
	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES	EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS	USO DE EVIDENCIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES	EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS	USO DE EVIDENCIAS
24	II	II	0	v	v	v	v	v	v		v	v	v	IV	IV	IV
25	I	II	0	v	v	v	v	v	v	v	v	v		II	III	IV
26	I	II	0											II	II	III
27	III	II	I	v	v	v	v	v	v	v		v	v	III	IV	V
28	II	III	0	v	v		v	v	v	v		v		III	III	IV
29	I	II	0											II	III	III
30	II	I	I	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	IV	III	IV
31	I	I	0	v	v									III	II	III
32	II	I	0	v	v				v			v		I	II	III
33	I	I	0											I	III	IV
34	I	I	0	v	v		v		v		v		v	II	II	II
35	I	I	I		v									II	II	II
36	I	I	I											I	III	III
37	I	I	0		v			v	v	v	v	v		III	I	II
38	II	I	III	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	IV	IV	IV
39	I	II	I	v	v	v	v	v	v	v	v			II	IV	V
40	II	I	0	v	v	v	v	v	v		v		v	V	IV	V
41	I	I	0		v		v							III	IV	II
42	I	I	0	v	v	v	v	v		v	v	v		IV	III	IV
43	II	I	0	v	v	v	v	v	v	v	v			III	II	III
44	II	II	I	v	v	v	v	v	v		v	v	v	III	V	IV
45	IV	III	I	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	V	V	V
46	I	III	II	v	v	v	v	v	v	v	v	v		II	III	III

Tabla 35 Seguimiento por estudiante durante todo el proceso.

- **Prueba de evaluación N° 4 Test de actitudes**

Esta prueba final de actitudes se aplicó a los estudiantes con el fin de determinar la incidencia que tuvo para ellos la implementación de la estrategia mediada por el modelo de aprendizaje por investigación dirigida, en relación con las actitudes que tenían hacia la ciencia y los procesos que la fundamentan.

Los datos obtenidos se muestran a continuación.

COMPETENCIA ACTITUDINAL	SITUACIÓN	NUMERO DE ESTUDIANTES	
		SI	NO
INTERÉS POR LA CIENCIA	¿Te parece interesante conocer en qué forma los adelantos científicos y tecnológicos alteran los recursos naturales?	44	2
	¿Es importante para ti conocer las consecuencias que trae para tu vida y el medio el uso de diferentes sustancias y materiales?	45	1
APOYO A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	¿Consideras importante para tu formación vincular procesos de investigación en el aprendizaje de las ciencias?	41	4
	¿Crees que la investigación Científica es el camino para resolver algunos de los problemas que aquejan a la humanidad?	36	10
MOTIVACIÓN PARA ACTUAR RESPONSABLEMENTE CON LOS RECURSOS NATURALES	¿Consideras importante adelantar acciones tendientes a disminuir la contaminación de las fuentes hídricas?	46	0
	¿Estarías dispuesto a cambiar muchos de tus hábitos de vida con el fin de contribuir en la descontaminación del Río Bogotá?	46	0

**Tabla 36 Datos obtenidos del test de actitudes hacia la Ciencia**

Los estudiantes 26 y 36 manifestaron no estar interesados por la ciencia ya que afirmaron que los temas científicos les desagradan, de la misma forma los estudiantes con códigos 3, 5, 8, 10, 11, 15, 32 y 35 declararon no estar motivados para apoyar la investigación científica. Los resultados obtenidos en este test revelaron que en promedio el 96% de los estudiantes manifestaron estar interesados por la ciencia y en su totalidad evidenciaron motivación para actuar responsablemente con los recursos naturales, esta última actitud demuestra que el trabajo desarrollado acerca de la contaminación química del agua los sensibilizó y despertó en ellos interés por este aspecto. Por otra parte aproximadamente el 22% declararon apatía hacia el apoyo a la investigación científica argumentando que no se vincularían a esta ya que no hace parte de su proyecto de vida.

El test de actitudes se constituyó en esta investigación en una prueba para corroborar que éstas son indispensables para el aprendizaje y desarrollo de competencias, ya que según los resultados obtenidos los estudiantes que obtuvieron bajos resultados y poco rendimiento durante la intervención en su mayoría fueron los que manifestaron no tener interés ni gusto por los temas relacionados con la ciencia y la investigación científica.

## 8 CONCLUSIONES

El diseño de estrategias didácticas basadas en el modelo de aprendizaje por investigación dirigida permite replantear las prácticas educativas de enseñanza y aprendizaje de la Química, dejando de lado el modelo tradicional de transmisión repetición de conceptos, haciendo que los estudiantes abandonen el papel pasivo de receptores y se conviertan en actores principales de su proceso de aprendizaje a través de la formulación de proyectos, los cuales propician el desarrollo de algunos desempeños propios de la actividad científica en el contexto de la escuela.

El desarrollo de competencias científicas de tipo escolar es un proceso que resulta efectivo bajo la orientación del profesor, quién es el encargado de fomentar el aprendizaje por investigación propiciando la construcción y reconstrucción de conceptos, también familiarizando a los estudiantes con el quehacer científico, permitiéndoles desarrollar habilidades y generando mejores actitudes hacia la ciencia a través del abordaje de problemas o situaciones contextuales que cobran sentido para los participantes en el proceso educativo.

La implementación del modelo de aprendizaje por investigación dirigida permite desarrollar actividades que fomentan el trabajo colectivo y el intercambio de ideas entre los estudiantes y el docente, develando las preconcepciones o ideas alternativas que estos tienen y generando lo espacios para lograr un aprendizaje significativo a través del desarrollo de procesos inherentes a competencias científicas como las propuestas por PISA.

Los estudiantes que no han tenido formación basada en procesos investigativos como los del último grado del Colegio Nuevo San Andrés de los Altos obtienen resultados desfavorables en pruebas en las que deben evidenciar sus conocimientos para trabajar con eficacia en situaciones relacionadas con temas científicos. En este trabajo se determinó con las pruebas diagnósticas que los estudiantes que hicieron parte de la población de estudio, registraron bajos niveles de desempeño en las competencias de identificación de cuestiones científicas, explicación científica de fenómenos y uso de evidencias científicas antes de la intervención con la estrategia didáctica, siendo ésta última la competencia en la que más mostraron deficiencia, ya que según las pruebas realizadas la mayoría de ellos (casi 70%) no alcanzaron los desempeños

mínimos establecidos por PISA . En cuanto a las otras dos competencias la mayoría de los estudiantes (aproximadamente el 80%) demostraron tener un conocimiento tan limitado que solo podían identificar y explicar algunas situaciones que les eran conocidas a partir de su conocimiento cotidiano, por lo tanto se ubicaron en los niveles I y II. Un bajo porcentaje (aproximadamente 20%) emplearon sus conocimientos para identificar situaciones problemáticas de tipo científico y deducir explicaciones a través de modelos sencillos ubicándose en los niveles III y IV. Estos resultados permiten afirmar que estos estudiantes desconocían los procesos relacionados con la investigación científica, además de presentar debilidades para aplicar el conocimiento de la ciencia a situaciones determinadas utilizando evidencia explícita.

El aprendizaje orientado a partir del análisis de situaciones problema favorece en los estudiantes los procesos de interpretación de fenómenos, llevándolos a pasar de un conocimiento cotidiano a uno más estructurado, con la ayuda de actividades de apoyo que los lleven a buscar y seleccionar información de forma efectiva, de manera tal que les permite asociar dicha información con procesos relacionados con la identificación de cuestiones científicas, uso de evidencias y explicación de fenómenos. Esta afirmación cobra validez con los resultados obtenidos en las pruebas finales ya que se evidenció que en la mayoría de los estudiantes tuvieron un progreso significativo ubicándose en niveles de desempeño superiores (III, IV y V) para cada competencia en comparación con las pruebas iniciales, producto del trabajo desarrollado a lo largo de la intervención con la estrategia didáctica, pues demostraron que podían identificar los componentes científicos en situaciones complejas aplicando el conocimiento de la ciencia, utilizando capacidades de investigación bien desarrolladas, vinculando el conocimiento y aportando percepciones críticas a través de explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en sus análisis críticos.

Para potenciar el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, es necesario reconocer el contexto propio de su cotidianidad para convertirlo en un escenario de investigación, con el fin de motivar sus intereses y necesidades de manera adecuada. Es así como el estudio de la contaminación química del agua favoreció el trabajo propuesto ya que los estudiantes demostraron estar interesados, motivados y familiarizados con las temáticas

trabajadas gracias que las actividades e instrumentos diseñados los acercaron continuamente a problemas y situaciones relevantes para ellos.

Las competencias científicas concebidas desde la perspectiva de PISA se configuraron en el marco de esta investigación como la oportunidad para introducir en el aula pruebas contextualizadas desde la problemática de la contaminación química del agua, a partir de las cuales se comprobó que el modelo de investigación dirigida es efectivo para desarrollar y potenciar en los estudiantes habilidades y procesos científicos de tipo escolar, además de generar en ellos la apropiación del conocimiento de este fenómeno haciéndolo significativo.

El enfoque metodológico de investigación – acción abordado en este trabajo permitió construir una visión más crítica y creativa de la práctica pedagógica de las docentes investigadoras, ya que según sus principios basados en la planeación, acción, observación y reflexión de las actividades diseñadas a lo largo de la intervención con la estrategia didáctica, se buscó que el proceso educativo se adaptará a los intereses y necesidades de los estudiantes favoreciendo su aprendizaje, buscando que este fuera más significativo y procurando además de la construcción de conceptos, el desarrollo de actitudes y aptitudes positivas hacia la ciencia.

## 9 RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron establecer que en este tipo de estudios es muy importante darle mayor relevancia al proceso que evidencian los estudiantes en el desarrollo de las competencias a lo largo del proceso más que a los resultados de un test o prueba final, ya que las diferentes actividades propuestas permiten evaluar constantemente los niveles en los cuales se sitúan los estudiantes en relación con las competencias objeto de estudio.

Se considera importante para el medio educativo sacar mejor provecho de pruebas estandarizadas como lo son las PISA, ya que no solo deben llevar a categorizar cuanto sabe un individuo, sino que por el contrario deben convertirse en material de insumo para el trabajo de aula, ya que de esta manera tanto el docente como el estudiante se acercan a nuevas estrategias, que permiten cambiar los modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje poniendo en práctica el conocimiento y no solo memorizándolo sin sentido. Esto se hace posible cuando el docente propicia espacios para ir más allá de suministrar información y se permite indagar sobre lo que puede hacer el alumno con esa información, identificando el estado inicial de sus competencias y a partir de ello generando estrategias que permitan darle un mejor sentido a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

De acuerdo con la experiencia adquirida con esta investigación se puede concluir que el diseño e implementación de estrategias didácticas en el aula es un trabajo que puede ser viable, siempre y cuando exista la posibilidad de flexibilizar el currículo, ya que son experiencias novedosas para el sistema educativo tradicional con el que se trabaja regularmente especialmente en la educación pública, por lo tanto se hace necesario desde esta perspectiva, abordar la dinámica de enseñanza de la química acudiendo a la transversalización de temáticas que permitan generar en los estudiantes un interés hacía diferentes fenómenos, los cuales ofrecen la oportunidad de convertirse en saberes puestos en contexto, cobrando sentido para ellos y creando disposición para un aprendizaje significativo.

La actividad de enseñanza de la química orientada desde una perspectiva no mecanicista, debe centrarse en dejar de lado la transmisión de algoritmos y retomar la enseñanza de los

procesos inherentes a la ciencia, teniendo en cuenta que esta disciplina permite acudir a diferentes métodos que pueden llevar a los estudiantes a desarrollar habilidades, aptitudes y actitudes que los hace individuos competentes en el ámbito de la ciencia. Esto se hace posible cuando se vincula en la escuela modelos basados en el aprendizaje por investigación, que orientados adecuadamente por los docentes favorece en los estudiantes el reconocimiento de los rasgos propios de una situación problema, la identificación de las variables que allí intervienen, la utilización de evidencia y la formulación de explicaciones y conclusiones haciendo uso de los conocimientos construidos durante el proceso investigativo. Es importante aclarar que estas competencias son expresadas y valoradas desde el contexto escolar, siendo este el primer escenario con el cual un educando tiene la oportunidad de correlacionar los fenómenos y procesos científicos.

## 10 REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hannesian, L.H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Blanco, A; España & Rodríguez, F. (2012). Didáctica de las ciencias experimentales. *Alambique*(70), 9-18.
- Bogoya, D., & Torrado, M. (Mayo de 2000). Competencias y proyectos pedagógicos. *Educación para el desarrollo de las competencias*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Brown, T; Lemay, H; Bursten, B; Burdge, J. (2004). *Química la Ciencia central*. Mexico: Pearson
- Bunge, M. (1985). *La Investigación científica*. Barcelona: Ariel.
- Burgos, N. (2005). Enseñanza Aprendizaje por investigación de los cambios químicos a través de la resolución de problemas. *Tesis de Maestría*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Cañal, P. (1999). Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la escuela*(38), 15-36.
- Cañal, P., & Porlán, R. (1988). Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las ciencias*(1), 54-60.
- Cañas, A., & Martín, J. (2010). ¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado? *Alambique*(66), 82-89.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría Crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Carriazo, J & Saavedra, M. (2004). La didáctica de la química: Una disciplina emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis*(15), 73-84.
- Carriazo, J; Pérez; Muñoz, A. (2005). Síntesis y caracterización de compuestos de coordinación: una experiencia de aprendizaje por investigación en química inorgánica. *Tecné, Episteme y Didaxis*(18), 34-46.
- Chavez, U. (1998). Las competencias en educación para el trabajo. *Seminario sobre formación profesional y empleo*. México D.F.
- Chomsky, N. (1971). *Aspects de la theorie syntaxique*. París: Du seuil.

- Coll, C.; Valls, E. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos. Los contenidos de la Reforma. En *Enseñanza y Aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes*.
- Crujeiras, B; Jiménez, A. (2012). Competencia como aplicación de conocimientos científicos en el laboratorio: ¿cómo evitar que se oscurezcan las manzanas? *Alambique*(70), 19-26.
- Díaz, J; Jiménez, M.P. (1999). Aprender ciencias, hacer ciencias: Resolver problemas en clase. *Alambique*(20), 9-16.
- Dickson, T. R (1997). Química Enfoque Ecológico, Limusa, México, Pag.406
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*(4), 3-15.
- Esalas, M. (2009). Aprendizaje por investigación del concepto equilibrio químico. *Tesis de Maestría*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Fonseca, G. (2010). La implementación del enfoque didáctico de investigación dirigida y el desarrollo de competencias científicas en un grupo de estudiantes de educación básica. *Sistematización de una experiencia de acompañamiento docente*. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- García, G. (2009). Desarrollo de competencias científicas a través de proyectos de investigación escolar orientados por el modelo de enseñanza-aprendizaje por investigación. *Tesis de Maestría*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- García, J., & García, F. (2000). *Aprender Investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Sevilla: Diada.
- Gil Pérez, D; Carrascosa, J; Furió, C; Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza d elas ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación en didáctica. *Enseñanza de las ciencias*(11), 197-212.
- Gil, D. (1993). Psicología Educativa. Los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro. *Journal for the Study of Education and Development*(62-63), 171-186.
- Gil, D.; Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de educación*, 42, 31-53.
- ICFES. (1999). *Nuevo exámen de estado. Propuesta general*. Santa Fe de Bogotá: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.

- ICFES. (2010). *Informe Colombia en PISA 2009*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, Bogotá, D.C.
- Jiménez, M. (1992). *Didáctica de las ciencias de la Naturaleza. Curso ACD.* . Madrid: MEC.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). *Participatory Action Research*. Londres: Sage.
- Ladino, Y. (2004). Una propuesta de evaluación de competencias en química general. *Tesis Doctoral*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- López, A. (2009). Ecología. Contaminación Química del Agua. En: <http://ecologiacbta85.blogspot.com/2009/06/contaminacion-quimica-del-agua.html>
- Marín, N. (2011). *Fomentar competencias enseñando ciencias*. Universidad de Almería, España.
- Marshall, C., & Rossman, G. (1995). *Designing Qualitative Research*. California: Sage.
- MEN. (2005). *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2006). *Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Educación Nacional.
- Merli, F.; Ricciuti, O. (2009). *Microbiología de las aguas residuales -aplicación de biosólidos en suelo*. Bahía Blanca: Universidad Tecnológica Nacional.
- Nieda, J; Macedo, B. (1997). Un currículum científico para estudiantes de 11 a 14 años. *UNESCO*(18), 34-46.
- OCDE, PISA. (2009). *Marco de la evaluación: Conocimientos y habilidades en ciencias, Matemáticas y Lectura*. OCDE, Paris.
- OCDE, PISA (2006). *El programa PISA de la OCDE qué es y para qué sirve* . Santillana.
- Ortiz, M., & J., B. (26 de Octubre de 2012). *Aproximación al estado del arte sobre la argumentación en la enseñanza de las ciencias (2005-2010) [recurso electrónico]*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2012, de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/handle/10893/3845>
- Molina, M., Carriazo, J., & Farias, D. (2009). Taller sobre el uso de los tipos de trabajo práctico como herramienta fundamental para enseñar ciencias. *Técne, Episteme y Didaxis: TED* (Extraordinario), 957-963.
- Peña, Y., & Jiménez, O. (2010). *Estrategia de enseñanza por investigación. Aprender Investigando*. Sevilla: Diada.

- Porlán, R. (1990). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la escuela*(1), 63-70.
- Porlán, R. (1990). Hacia una fundamentación epistemológica de la enseñanza. *Investigación en la Escuela*(10), 3-22.
- Pozo, J. (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata
- Pozo, J.; Gómez, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Rojas, O. (1991). Índices de Calidad del agua en Fuentes de captación. Memorias del Seminario internacional sobre Calidad del agua para consumo. ACODAL-Seccional Valle del Cauca. Cali. Colombia.
- Rueda, J; Hernández, D; Castrillón, W. (s.f.). Diseño de un programa guía de actividades para la enseñanza de la química en educación media, basado en el modelo didáctico por investigación dirigida. *Tesis de Maestría*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Salcedo, L. y García, J. (1995). Un modelo pedagógico de aprendizaje por investigación. *Actualidad Educativa*(6), 57-64.
- Sandín, M. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Tovar, J. (2008). Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Vigotzky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica.
- Yus, R., Fernández, M., Gallardo, M., Barquín, J., Sepúlveda, M., & Servan, M. (2010). *La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA*. Universidad de Málaga, Facultad de ciencias de la educación. Departamento de didáctica y organización escolar, Málaga. España.

## ANEXO A

### Prueba de Entrada N° 1 Etapa Diagnóstica

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	

Apreciado estudiante lea detenidamente el siguiente artículo y conteste las preguntas que se le presentan a continuación seleccionando la que usted considere correcta

#### EL RÍO TUNJUELITO, ALCANTARILLA ABIERTA DE USME

**La explotación de gravilleras y la contaminación del río Tunjuelito son los principales problemas ambientales de Usme, según el diagnóstico elaborado por la agenda ambiental de esa localidad. En el primer caso, la industria extractiva ha ocasionado un deterioro del suelo y un movimiento de masas que amenaza a los residentes vecinos con futuros deslizamientos.**

Al interior de la localidad de Usme, entre las vertientes medias y bajas de los cerros del suroccidente, en lo que respecta a las colinas alargadas del sur, se presenta una explotación antitécnica de canteras que junto a la urbanización espontánea y de condiciones precarias, han desestabilizado una serie de sectores donde el peligro de movimientos en masa de las tierras ya no es potencial sino real, con el carácter de ser zonas de riesgo declarado.

Esa situación, a su vez, ha generado problemas de erosión como por ejemplo en el barrio Diana Turbay donde cerca de 25 mil personas viven en permanente riesgo de deslizamiento, carcavamiento o hundimientos activos.

Problemas similares se registran en los barrios Barranquillita, Santa Marta, La Sureña y San Juan que están construidos sobre terrenos abandonados por la industria extractiva y ladrilleras y que, como si fuera poco, se localizan en cercanías a la quebrada Santa Librada.

En otro caso, está el hecho de que de los cerros de La Fiscala baja gran cantidad de sedimentos de las canteras, que afectan los barrios cercanos a la avenida Caracas.

La agenda ambiental local llama la atención sobre el hecho de que Usme es una de las zonas con el mayor número de asentamientos ilegales. En 1985 el sector ocupaba el quinto puesto con el mayor número de lotes subnormales. Cinco años después, con un crecimiento del 102 por ciento, ocupó el segundo lugar después de Ciudad Bolívar.

En cuanto a la contaminación del río Tunjuelito, asegura que las cargas contaminantes que a él llegan confirman que es una alcantarilla abierta.

Este río presenta una concentración muy alta de demanda bioquímica de oxígeno compuesta por cadmio, cromo, mercurio y plomo, así como detergentes y fenoles, siendo el más contaminado químicamente de todos los afluentes del río Bogotá, dice el documento y agrega que el Tunjuelo aporta

570 toneladas diarias de las 868 que recibe el río Bogotá.

Al Tunjuelito fluyen las aguas negras de los barrios ilegales de Usme y las basuras que no son recogidas periódicamente. Esa situación origina inundaciones frecuentes en barrios como Brazuelas, ya que el cauce del río disminuye para dar cabida a la basura y la contaminación. Como si fuera poco, del funcionamiento de las gravilleras se desprende otro problema: la contaminación del aire, debido a que la extracción de material se adelanta a cielo abierto.

Sin embargo, la agenda no da mediciones sobre la calidad del aire en ese sector. Usme también afronta problemas por el déficit de zonas verdes. Según los cálculos, de los 1.033 parques de barrio que hay en la ciudad, a esa localidad le corresponden 13 y no precisamente en buenas condiciones.

La agenda hace referencia también a los requerimientos de la comunidad para mejorar la calidad de vida. Los principales problemas referidos por los habitantes son acumulación de basuras, proliferación de animales en las vías, deficiencias de alcantarillado, barrios que consumen agua no tratada, el humo de las fábricas y chircales y la contaminación de las quebradas Santa Helena y Yomasa.

Por último afirma que en Usme existen 28 fábricas de materiales de construcción y ladrilleras, seis gravilleras, ocho canteras, tres curtiembres y cuatro mataderos con licencia.

Control a gravilleras Uno de los principales programas para solucionar los problemas ambientales de Usme está en el control a la industria extractiva para lo cual se propone la aplicación de normas del Código de Recursos Naturales.

Esa labor será adelantada por el Departamento del Medio Ambiente, Ingeominas, la Junta Administradora Local y la Alcaldía. Así mismo se proyecta crear bosques de avifauna, con el fin de reforestar la localidad con especies nativas. A ese trabajo se espera vincular a los estudiantes de los colegios de la localidad.

Y para reducir los aportes contaminantes al río se pretende implantar un plan de manejo y disposición de basuras, lo mismo que la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado. Para ello es necesario construir un interceptor en el río Tunjuelito que ya está proyectado por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado.

1. El título del artículo: “El río Tunjuelito, alcantarilla abierta de Usme”, sugiere que desarrollarán temas científicos relacionados con:
  - a. El acueducto y alcantarillado de Usme
  - b. Las problemáticas ambientales del sector
  - c. Los principales afluentes del río Bogotá
  - d. La explotación ilegal de ladrilleras

Justifica tu respuesta

---

---

---

2. Al río Tunjuelito fluyen las aguas negras de los barrios ilegales de Usme y las basuras que no son recogidas periódicamente. De la anterior afirmación es posible concluir que:
  - a. El Río Tunjuelito tiene muchos afluentes
  - b. Existen muchos barrios ilegales en Usme
  - c. Las aguas del Río Tunjuelito están altamente contaminadas por materiales orgánicos
  - d. Los barrios de Usme no cuentan con servicio de acueducto y alcantarillado

Justifica tu respuesta

---

---

---

3. Los principales problemas ambientales que se derivan de la explotación de gravilleras y la contaminación del Río Tunjuelito que se pueden comprobar mediante investigación científica son:
  - a. Contaminación del aire y enfermedades de tipo respiratorio
  - b. Desgaste de recursos naturales y debilitamiento de los suelos
  - c. Aumento de las basuras y plagas
  - d. Pérdida de terrenos aptos para la construcción de viviendas

Justifica tu respuesta

---

---

---

4. El río Tunjuelito presenta una concentración muy alta de cadmio, cromo, mercurio y plomo, así como detergentes y fenoles, siendo el más contaminado químicamente de todos los afluentes del río Bogotá, dice el documento y agrega que el dicho río aporta 570 toneladas diarias de las 868 que recibe el río Bogotá. Los estudios que permitieron llegar a dicha conclusión debieron incluir principalmente

- a. Análisis experimental de contaminantes del agua del río Tunjuelito
- b. Recopilación de documentos históricos sobre el río
- c. Una observación de la fauna y flora del río
- d. Un escrito sobre los factores bióticos y abióticos del río.

Justifica tu respuesta

---

---

---

5. En el artículo se afirma que: “En cuanto a la contaminación del río Tunjuelito, se asegura que las cargas contaminantes que a él llegan confirman que es una alcantarilla abierta”.

¿Qué evidencias científicas permiten hacer dicha afirmación?

---

---

---

---

---

6. Menciona cual es factor principal que debe ser controlado para reducir los aportes de contaminantes bioquímicos al río Tunjuelito \_\_\_\_\_

Escribe algunas estrategias que permitan minimizar los efectos de contaminación del río por dicho factor.

---

---

---

---

---

---

---

---

## ANEXO B

### Prueba de Entrada N° 2 Etapa Diagnóstica

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	

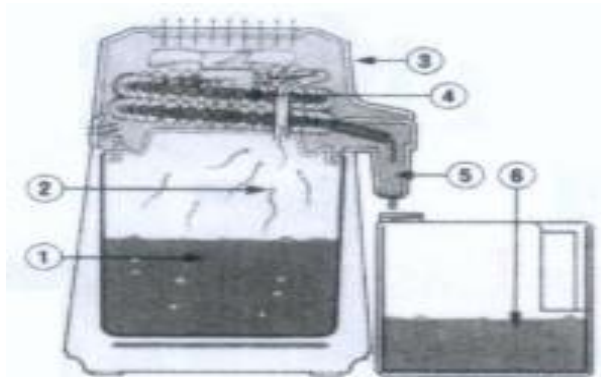
#### PURIFICADOR OIKOS 2000

¿Quieres prevenir problemas de riñón... bebiendo agua purificada al 100%? Piensa en tu riñón, bebe agua ultra pura.

#### Ventajas de agua purificada:



- 1.- Purifica el agua mediante la destilación por vaporización y filtración con carbono activo eliminando el 100% de todas las impurezas del agua del grifo de la red o mineral.
- 2.- Elimina todos los contaminantes, incluyendo bacterias, metales pesados, contaminantes químicos, contaminantes radiactivos, etc.
- 3.- Produce cuatro litros de agua pura cada 5 horas, 3 a 5 veces menos coste que el agua mineral embotellada.
- 4.- Se adapta a cualquier espacio en la cocina, con un diseño estético, compacto y ligero.
- 5.- Medidas: 38 cm. de alto x 23 cm. de diámetro. Peso neto: 3 Kg.
- 6.- Fabricado en acero inoxidable de alta duración. La resistencia eléctrica no entra nunca en contacto con el agua.
- 7.- Se desconecta solo, por lo cual se puede dejar funcionando durante el día y la noche.
- 8.- Previene de dolores articulares (artritis, artrosis, lumbago, cervicales...)



1. Los cambios de estado del agua que se presentan durante su proceso de purificación son respectivamente
  - a. Condensación y fusión
  - b. Evaporación y condensación
  - c. Fusión y ebullición
  - d. Sublimación y condensación

Explica tu respuesta

---

---

---

2. En la imagen el punto 3 representa un sistema de ventilación del purificador de agua. La función del sistema de ventilación es:
  - a. Liberar la presión de vapor que se genera al interior del purificador
  - b. Permitir que algunos contaminantes químicos que son más ligeros que el agua salgan vaporizados por la parte superior.
  - c. Liberar los malos olores que se puedan generar durante el proceso
  - d. Permitir la salida del exceso de vapor de agua producida durante el proceso

Explica tu respuesta

---

---

---

3. Durante el proceso de purificación del agua se necesita un tubo serpentín refrigerador que se ubica en el punto 4 de la figura. ¿Cuál es la función de este serpentín?
  - a. Captura las impurezas que se evaporan del agua
  - b. Permite conducir el vapor de agua hasta el filtro
  - c. Capturar el vapor de agua
  - d. Condensa el vapor de agua y lo transporta al recolector

Explica tu respuesta

---

---

---

4. El anuncio del purificador de agua OIKOS 2000 sugiere que al beber agua pura se previenen problemas de riñón porque:
  - a. El agua sin purificar causa infección en los riñones
  - b. La ingesta de agua pura controla cualquier posibilidad de infección en la orina



## ANEXO C

### Prueba de Entrada N° 3 Etapa Diagnóstica

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	

Apreciado estudiante lea detenidamente la siguiente información y conteste las preguntas que se describen a continuación:

#### CONTAMINACIÓN EN EL MUÑA

En la siguiente tabla se muestran los resultados de una investigación sobre la contaminación por metales pesados en el embalse del Muña y su relación con los niveles de plomo en sangre y alteraciones en la salud de los habitantes del municipio de Sibate. Los valores de plomo obtenidos se compararon con los valores de referencia para plomo que maneja el **CDC (Centro de control de enfermedades)** en los cuales se considera que niveles superiores a 10 µg/dL en niños menores de 8 años, implican la necesidad de intervención debido al riesgo de efectos neurológicos sutiles.

**Tabla 17. Distribución de casos por rango de edad de acuerdo a los niveles de plomo en sangre propuestos por CDC**

Rango de edad	Nivel de plomo en sangre en µg/dL			TOTAL
	5-9	10-19	20-39	
10-19	23	22	2	47
20-49	83	69	12	164
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>91</b>	<b>14</b>	<b>211</b>

Zona Gris: Numero de individuos con niveles de plomo superiores a 10 µg/dL. de acuerdo a CDC

1. ¿Cuál es el menor nivel de plomo en sangre en  $\mu\text{g/dL}$  que presentan la mayoría de individuos cuyas edades oscilan entre los 20 y 49 años?
  - a. 20 a 39
  - b. 10 a 19
  - c. 5 a 9
  - d. 19 a 10

Explica tu elección

---

---

---

2. En la tabla se presentan los datos de un estudio que permite relacionar los rangos de edad con los niveles de plomo en sangre. De acuerdo a los datos presentados es posible afirmar que:
  - a. Los jóvenes entre 10 y 19 años presentan niveles de plomo en sangre mayores que los adultos
  - b. En los adultos se presentan niveles de plomo más altos que en los niños.
  - c. Aproximadamente la mitad de las poblaciones estudiadas presentan niveles de plomo superiores a  $10 \mu\text{g/dL}$
  - d. La mayoría de los adultos no tienen riesgo de enfermedad por los bajos niveles de plomo en sangre

¿Por qué?

---

---

---

3. En el estudio realizado sobre la calidad del agua del embalse del Muña y sus efectos en la salud de los habitantes del Municipio de Sibate, los investigadores tuvieron en cuenta variables como:
  - a. Metales pesados y edad de los individuos
  - b. Concentración de plomo en sangre y edad de los individuos
  - c. Contaminantes del agua y efectos en la salud
  - d. Contaminación por metales pesados y concentración de plomo en sangre

Explica tu elección

---

---

---

4. Con relación a la edad y por las características de bioacumulación de los metales pesados, como el plomo se esperaba encontrar niveles superiores en la población de mayor edad, con respecto a los más jóvenes. De acuerdo a la tabla de datos esta información resulta cierta o falsa.

Cierta\_\_\_\_ Falsa\_\_\_\_

Justifica tu respuesta

---

---

---

5. El total de individuos del grupo de 10 a 19 años que presentan valores que se pueden considerar significativos para una intervención, debido al riesgo de efectos neurológicos sutiles corresponde a:

- a. 23
- b. 24
- c. 47
- d. 69

¿Por qué?

---

---

---

6. De acuerdo a los resultados obtenidos, el riesgo de enfermedades por el consumo del agua contaminada por plomo se puede considerar

- a. Bajo
- b. Medio
- c. Alto
- d. No tiene influencia

Las razones que justifican la conclusión son:

---

---

---

---

---

---

---

---

## ANEXO D

### Etapa de Transición

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>CONTEXTUALIZACIÓN A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</b>	

#### VIDEO: SALVANDO EL RÍO BOGOTÁ

Apreciado estudiante observe el video y conteste las preguntas de acuerdo con la información presentada.

Para realizar un estudio o una investigación de tipo científico es necesario hacer un recorrido por los aspectos que se presentan en la siguiente tabla. Después de escuchar atentamente las explicaciones del docente sobre cada uno de ellos conforme grupos de trabajo (3 estudiantes), lea cuidadosamente las características de cada uno de ellos, e identifíquelos según el video observado.

<b>Aspecto</b>	<b>Definición</b>	<b>Estudio Salvando el río Bogotá</b>
Concebir la idea de investigar	Escoger un tema, problema o fenómeno que llame la atención del investigador	
Plantear el problema a Investigar	Establecer los objetivos y las preguntas que orientaran la investigación. Justificar la importancia y viabilidad de la investigación	
Revisión de la literatura	Obtención, revisión, extracción, y recopilación de la información de interés para construir un marco teórico.	
Establecer las hipótesis y variables de la investigación	Definir conceptualmente cuales son las posibles respuestas que dan solución al problema de investigación, tomando en cuenta los factores que sobre él influyen.	
Seleccionar el diseño apropiado de investigación	Determinar el diseño apropiado para la investigación si se requiere que este sea experimental, cuasiexperimental o no experimental.	

<b>Aspecto</b>	<b>Definición</b>	<b>Estudio Salvando el río Bogotá</b>
Seleccionar la muestra de estudio	Determinar el objeto de estudio sobre el cual se va a hacer la investigación y se va a obtener la información: un lugar, un material, un número de sujetos, una actividad, etc.	
Recolectar de los datos	Elaborar los instrumentos para recolección de la información: tablas, gráficos, test, etc.	
Analizar de los datos obtenidos	Seleccionar las pruebas estadísticas, de tabulación o clasificación de la información.	
Presentar de resultados y conclusiones	Elaborar el reporte o informe de la investigación dando respuesta a los objetivos y preguntas planteadas al inicio, utilizando la evidencia recogida	

## ANEXO E

### Etapa de Transición

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>CONTEXTUALIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA</b>	

#### VIDEO: SALVANDO EL RÍO BOGOTÁ

Apreciado estudiante observe el video y conteste las preguntas que se le presentan a continuación



Recuperado de: [http://www.youtube.com/watch?v=Ing4D\\_FSvJQ](http://www.youtube.com/watch?v=Ing4D_FSvJQ)

SITUACIÓN	SI / NO	¿POR QUÉ?
¿Te parece interesante el trabajo realizado por los investigadores?		
¿Te gustaría participar en este tipo de proyectos?		
¿Crees que la problemática presentada en el video te afecta directamente?		
¿Es importante para ti conocer los resultados de este tipo de investigaciones?		
¿Consideras que tus actividades cotidianas han contribuido a la contaminación del río Bogotá?		
¿Te interesa conocer las posibles soluciones a esta problemática?		

## ANEXO F

### Etapa de Transición

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>INTRODUCCIÓN AL TRABAJO INVESTIGATIVO</b>	

1. Realiza la siguiente lectura acerca de la contaminación de las fuentes de agua en la localidad de Usme.

#### **Problemas del sistema hídrico de la localidad de Usme**

##### Contaminación de las fuentes de agua

Este tipo de contaminación afecta el ecosistema acuático y el medio ambiente en los humedales, las rondas de ríos y quebradas, los lagos y las lagunas. Las fuentes más afectadas por la contaminación son el río Tunjuelito y las quebradas Chiguaza, Yomasa, Bolonia y Santa Librada. La disposición inadecuada de residuos sólidos, importante causa de contaminación de las fuentes de agua, se debe entre otras causas al bajo cubrimiento del servicio de aseo, tanto por falta de vías de acceso adecuado para los carros recolectores como por el subdesarrollo de grandes zonas de los barrios. Es importante resaltar que no existe una cultura del manejo adecuado de los residuos por parte de la comunidad, lo que aumenta las áreas afectadas por contaminación de este tipo.

Algunas causas de esta contaminación son:

- Captación del agua del río Tunjuelito: las aguas del río Tunjuelito son retenidas para consumo humano a la altura de los embalses de Chisacá y La Regadera. Tal uso deja un caudal residual en el cauce natural, insuficiente para la asimilación de los materiales contaminantes que están siendo lanzados a este río o a sus afluentes, como resultado del desarrollo urbano sobre la hoya hidrográfica.
- Contaminación por asentamientos humanos: las rondas, el cauce y la calidad de las aguas de numerosas quebradas y del río Tunjuelito se hallan muy alterados por la disposición inadecuada de basuras domésticas y vertimientos de aguas negras. Las basuras están siendo lanzadas a los ríos o a los botaderos informales a cielo abierto, lo que genera graves riesgos de salud, tanto por la multiplicación de mosquitos transmisores de enfermedades y ratas, como por la producción de olores molestos. Es importante anotar que en la zona que cubre el alcantarillado no hay separación entre las aguas negras y las aguas lluvias de la localidad y que esas aguas no tienen en la actualidad ningún tipo de tratamiento. Por otro lado, los desarrollos ilegales vierten sus aguas servidas directamente al lecho de los ríos y se ha detectado contaminación de agua potable por contacto con las aguas negras, en los barrios Antonio José de Sucre y Usminia. Por los factores descritos, estas zonas se convierten en verdaderos focos de infecciones que inciden de manera drástica sobre la salud de la población más vulnerable, como son los niños y los ancianos.

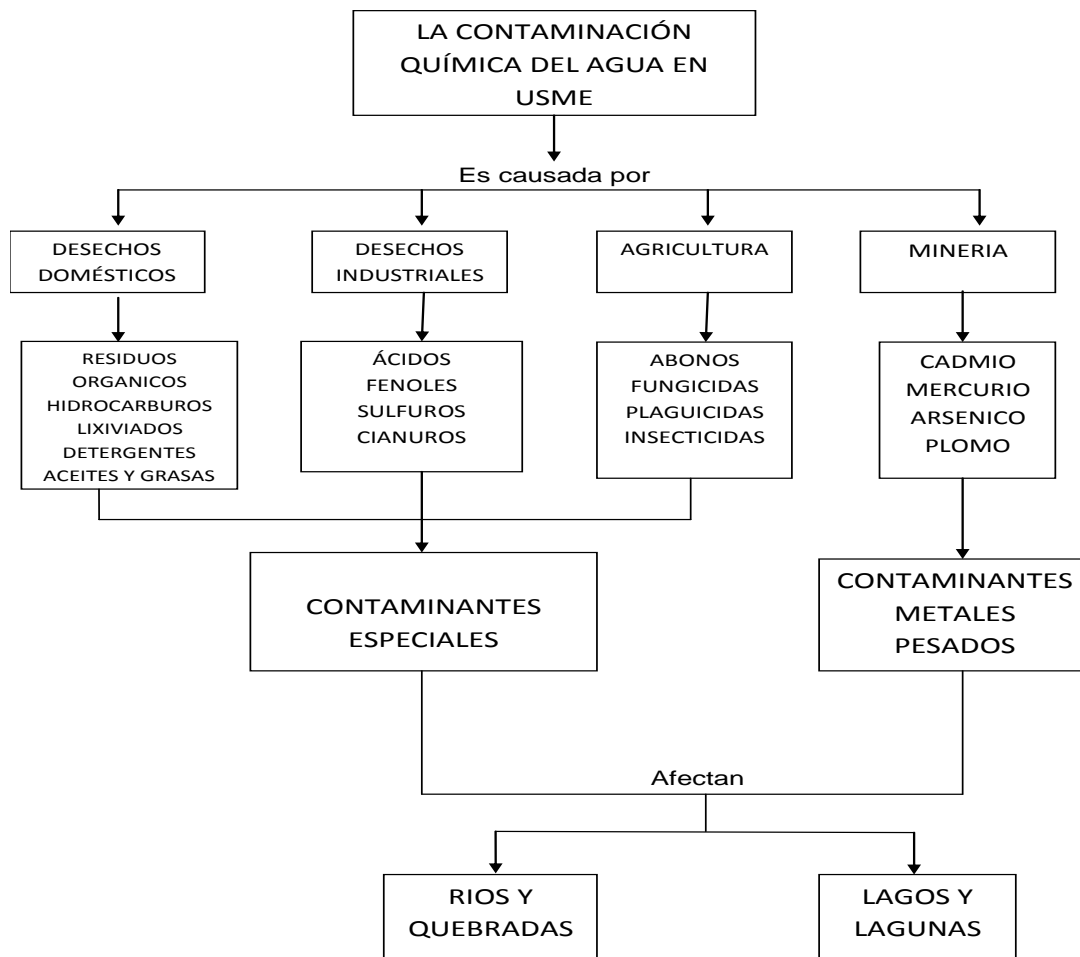
- Contaminación industrial: las actividades de la industria extractiva, de curtiembres y de galvanoplastia, afectan tanto a las fuentes hídricas de la localidad como los cauces, debido a la gran cantidad de materiales de construcción y de desecho que son manipuladas sin control ambiental. Actualmente, el río Tunjuelito y las quebradas de Santa librada, Yomasa, Curi o Santa Isabel, Bolonia y el Ramo se utilizan para la separación de materiales dentro de la industria extractiva, en particular la de los agregados, aportando cantidades importantes de sedimentos y turbiedad a las aguas. En la parte baja de la localidad, así como en Monteblanco y los desarrollos alrededor de la quebrada Yomasa, hay zonas de curtiembres que lanzan sus residuos sobre esta quebrada, dejando sedimentos y generándole demanda bioquímica de oxígeno ( DBO ) y demanda química de oxígeno ( DQO ), aumentando la turbiedad, el color y los niveles de cromo en el agua. Además existe un problema grave de vertimiento de aceites usados a las cañerías que por su diseño, no tienen la capacidad de recibir de manera adecuada y segura estos residuos. Por último, se han detectado pequeñas industrias químicas en los barrios aledaños a la antigua vía al Llano, dedicadas en su mayoría a la galvanoplastia, que producen contaminación química afectando el ph, la acidez, el color y la DQO e incrementando los niveles de metales pesados en el agua.
- Contaminación y disminución de aguas disponibles en la zona rural y de reserva natural: la vegetación del páramo es básicamente un mecanismo de producción y regulación del recurso hídrico; como los musgos pueden almacenar cantidades de aguas equivalentes a varias veces su volumen, la alteración a la vegetación destruye estos sorprendentes sistemas de regulación hidrológica. Así mismo, el trastorno del ciclo hidrológico incide en la disminución del agua disponible en esta zona considerada como reserva para toda la capital.
- Otros problemas de contaminación de los cauces se producen por pisoteo del ganado: vertimiento de aguas residuales y de materia fecal humana y animal; disposición inadecuada de basuras y utilización de agroquímicos en los cultivos, propiciando riesgos biológicos y químicos que pueden provocar en la población diarreas severas y enfermedades de la piel.

Entre los riesgos biológicos y químicos encontramos:

- Relleno de Doña Juana

El derrumbe del relleno sanitario de Doña Juana y los futuros desarrollos para la disposición de residuos sólidos de la capital son un problema de salud pública serio que afronta actualmente la localidad. Aunque el relleno se encuentra en la localidad de Ciudad Bolívar, la zona de influencia de éste incluye buena parte del sector urbano de Usme, lo que se evidenció en el derrumbe de la zona II, ocurrido el sábado 27 de septiembre de 1997. La emisión de gases tóxicos como el metano y el ácido sulfhídrico son un problema grave pues contaminan el aire que respiran los pobladores del sector exponiéndolos a enfermedades y generando un ambiente con olores nauseabundos que indisponen a la comunidad. Por otro lado la emisión de lixiviados afectó y afecta todavía a la localidad al contaminar los suelos, el aire y el agua. Se teme que, por infiltración de lixiviados en la zona de derrumbe, se estén contaminando fuentes subterráneas de agua, así como los suelos de la zona afectada. Se prevé entonces, un grave riesgo ambiental para la localidad, como consecuencia del enterramiento de la basura, la producción de lixiviados y de gases y el manejo de residuos especiales, en particular los tóxicos y los hospitalarios; ese riesgo potencial depende de los criterios que se utilicen en el manejo de los residuos sólidos, tanto en el área metropolitana como en el nuevo relleno.

- Lixiviados del relleno sanitario Doña Juana: como ya se mencionó estos lixiviados, cuyos niveles de DQO y DBO son muy elevados, no cuentan con un tratamiento para disminuir la altísima carga contaminante descargada en la quebrada Yerbabuena, afluente del río Tunjuelito.
  - Aplicación de insecticidas, fungicidas y herbicidas: contaminación de aguas de escorrentía y subterráneas por plaguicidas de uso agrícola, que corresponde al 85% del área agrícola del suelo de Usme.
1. Observa el diagrama que se presenta a continuación acerca de la contaminación química del agua en Usme y conforma grupos de trabajo de seis personas eligiendo uno de las situaciones problema que se presentan en la tabla, estos temas se construirán en el objeto estudio para el desarrollo de un proyecto de investigación orientado por tu docente.



<b>Grupo</b>	<b>Fuente de contaminación</b>	<b>Contaminantes</b>
1	DESECHOS DOMÉSTICOS	Residuos orgánicos, hidrocarburos y lixiviados
2	DESECHOS DOMÉSTICOS	Detergentes, grasas y aceites
3	DESECHOS INDUSTRIALES	Ácidos y fenoles
4	DESECHOS INDUSTRIALES	Sulfuros y cianuros
5	AGRICULTURA	Abonos y Fungicidas
6	AGRICULTURA	Insecticidas y Fungicidas
7	MINERÍA	Arsénico y Plomo
8	MINERÍA	Cadmio y Mercurio

- A continuación se presentan los procesos que se llevarán a cabo en el transcurso de la investigación con los temas escogidos.

<b>1</b>	<b>Formulación de problemas susceptibles de Investigación</b>
<b>2</b>	<b>Identificación de palabras o temas claves para buscar información.</b>
<b>3</b>	<b>Formulación de hipótesis</b>
<b>4</b>	<b>Reconocimiento de variables</b>
<b>5</b>	<b>Interpretación de pruebas o evidencias científicas</b>
<b>6</b>	<b>Formulación de conclusiones a partir de las evidencias</b>
<b>7</b>	<b>Reconocimiento de las implicaciones sociales</b>
<b>8</b>	<b>Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia</b>
<b>9</b>	<b>Descripción de fenómenos</b>
<b>10</b>	<b>Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas</b>

## ANEXO G

### Etapa de Desarrollo

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>GUÍA DE ANÁLISIS DE AGUAS DE LA QUEBRADA CHIGUAZA</b>	

Apreciado estudiante durante la visita a la quebrada Chiguaza usted debe cumplir con los objetivos planteados en esta actividad, registrando la información que se le presenta en la tabla y participando de los análisis fisicoquímicos que se realizarán a unas muestras de agua de la quebrada.

#### **Objetivos:**

- Identificar algunas características fisicoquímicas y organolépticas del agua de la quebrada.
- Determinar la presencia de algunas sustancias químicas contaminantes en la muestra de agua

#### **Toma de muestras:**

Cuidadosamente para que la muestra sea representativa, se realiza una mezcla de varias muestras simples en distintos puntos para tener una idea general del estado del agua, se homogeniza en un recipiente y luego se toman muestras para realizar los respectivos análisis.

#### **Técnicas generales de análisis:**

- *Métodos Volumétricos:* Se realizan por titulación con jeringas, en lugar de buretas empleando reactivos en frascos pequeños y haciendo la valoración en recipientes plásticos. Se procede hasta el viraje del indicador y se lee en la escala de la jeringa el reactivo empleado. Las jeringas van graduadas en unidades de concentración. Corresponde a esta técnica la identificación de cloruros, alcalinidad y dureza.
- *Métodos colorimétricos:* Se fundamentan en la comparación del color con tiras reactivas (papel indicador de pH, kit para identificación de hierro) que se introducen en la muestra por unos segundos y generan un color que se compara con una escala; técnica de tubos con un blanco, cuando la reacción se realiza en pequeños tubos donde se deposita la muestra, se añaden los reactivos siguiendo el orden y las pautas de tiempo marcadas y se compara el valor del color obtenido con las tarjetas patrón.

#### **Características organolépticas:**

Se determinan por apreciación sensitiva y tienen carácter subjetivo y son: olor, color, turbidez. Cuando el agua presenta olor siempre es signo de contaminación o de la presencia de materia orgánica en descomposición. Las aguas potables no deben tener ningún olor, excepto las tratadas con cloro.

*Color:* un río puede tener una coloración amarillenta cuando atraviesa regiones de bosques o en virtud de residuos de curtiembres, canteras o fábricas.

*Fauna y flora acuáticas:* presencia de peces, plantas acuáticas, larvas de insectos (apuntar características tales como tamaño, abundancia, etc.).

*Algas:* aspecto verdoso del agua.

*Materiales flotantes:* espuma, hojas u otros sólidos suspendidos

### **Características físico-químicas:**

*Temperatura:* la medida debe hacerse in situ, en la masa de agua representativa. La temperatura influye en la solubilidad de sales y gases e influye en la medida de pH y conductividad.

*pH:* mide la acidez o alcalinidad del agua, se recomienda la medida in situ. En general el pH de las aguas no presenta grandes variaciones y está alrededor de la neutralidad. El nivel de calidad del agua potable se encuentra entre 7-8. Para determinar el pH, se emplea un potenciómetro con un electrodo de membrana de vidrio selectiva a iones hidrogeno. Se calibra el aparato y se introduce en la muestra; se suele agitar un tiempo y se mide cuando se estabiliza la lectura. Se suele señalar la temperatura a la que se mide, pues influye en el valor de pH. Otro método empleado son las tiras reactivas, papel indicador que genera un color que se compara con una escala.

*Conductividad:* capacidad de un material o de una solución para transportar la corriente eléctrica. La conductividad del agua depende de la concentración y la naturaleza de los iones disueltos, así como de la temperatura. Normalmente un aumento de sales supone un aumento de la conductividad.

### **Procedimiento:**

1. En los grupos de trabajo previamente organizados, observar y describir los aspectos consignados en la tabla

### **Características Organolépticas**

<b>EVIDENCIA</b>	<b>HALLAZGOS</b>
Turbidez	
Color	
Olor	
Materiales flotantes	

2. Recolectar las muestras de acuerdo a lo indicado en el fundamento conceptual.
3. A cada grupo se le asigna un kit, previa explicación del procedimiento, para que realice la prueba respectiva a la muestra de agua

## **DETERMINACIÓN DE DUREZA DEL AGUA (SALES DE CALCIO Y DE MAGNESIO)**

Lavar el recipiente con la muestra de agua y medir con jeringa 5ml de muestra.

Añadir 3 gotas del reactivo H-1 y agitar por balanceo. La muestra debe presentar color rojo.

Llenar la pipeta de valoración hasta punto de enrase con la solución valorante H-2; dejar caer gota a gota sobre la muestra hasta que la solución vire de rojo a verde y anotar la medida en mmol/l.

Comparar con la escala de dureza y anotar sus observaciones en Tabla N°2.

## **DETERMINACIÓN DE CARBONATOS, BICARBONATOS E HIDRÓXIDOS (ALCALINIDAD)**

Lavar el recipiente con la muestra de agua y medir con jeringa 5ml de la muestra.

Añadir 2 gotas del reactivo P (reactivo 1) agitar por balanceo. La muestra debe colorear de rosa a rojo.

Llenar la pipeta de valoración hasta punto de enrase con la solución valorante reactivo 3; dejar caer gota a gota sobre la muestra hasta que la solución vire de rojo a incoloro, agitar permanentemente y anotar la medida en mmol/l.

Anotar resultados en tabla anexa

## **DETERMINACIÓN DE SALES EN FORMA DE CLORUROS**

Lavar el recipiente con la muestra de agua y medir con jeringa 5ml de la muestra de agua contaminada.

Añadir 2 gotas del reactivo Cl 1 y agitar por balanceo. La muestra debe colorear azul

Luego añadir gota a gota el reactivo Cl 2 hasta viraje a amarillo

Llenar la pipeta de valoración hasta punto de enrase con la solución valorante Cl 3; dejar caer gota a gota sobre la muestra hasta que la solución viraje de color, agitar permanentemente y anotar la medida en mmol/l. Anotar resultados en tabla anexa

## **DETERMINACIÓN DE CIANUROS**

Llenar los dos recipientes con la muestra de agua, uno de los cuales será el patrón de comparación y al segundo añadir:

Una microcucharada rasa de CN-1 y disolver.

Añadir una microcucharada rasa de CN-2 y disolver.

Adicionar 10 gotas del reactivo CN-3 y mezclar. Comparar luego de cinco minutos con la carta de colores, consignar resultado en tabla anexa

## DETERMINACIÓN DE HIERRO

Lavar la probeta con la muestra de agua y tomar muestra de 10ml.

Añadir 6 gotas del reactivo Fe-1, tapar la probeta y agitar.

Luego añadir 6 gotas del reactivo Fe-2 tapar la probeta y agitar.

Luego añadir 6 gotas del reactivo Fe-3 tapar la probeta y agitar.

Esperar 10 min y hacer coincidir el color. Consignar resultados en tabla anexa N°2

## pH POTENCIAL DE HIDROGENO (ACIDEZ)

En la muestra de agua introducir un papel indicador de pH y según la coloración anotar los resultados con ayuda del patrón.

Determinación con peachímetro: Antes de comenzar a hacer el análisis, coloque el aparato dentro de agua destilada para limpiar el electrodo. Secar el electrodo con papel suave y calibrar de acuerdo a las instrucciones del folleto. Si es posible, mantenga el electrodo dentro del agua destilada siempre que no lo está usando. Para el análisis proceda de la forma siguiente:

- Coloque la muestra en un recipiente adecuado
- Remueva la capa protectora.
- Sumerja el aparejo en la muestra y conéctelo.
- Agite lentamente y espere que la lectura se estabilice
- Lave el electrodo con agua destilada y séquelo cuidadosamente.
- Coloque la tapa nuevamente y espere.

**TEMPERATURA:** Se determina con el peachímetro, previa calibración del menú. Consignar resultados

**CONDUCTIVIDAD:** Se determina con el peachímetro, previa calibración del menú. Consignar resultados

### Propiedades Fisicoquímicas del agua de la quebrada

Propiedades	Observación
Ph	
Conductividad	
Temperatura	
Dureza	
Alcalinidad	
Cianuros	
Fe	
Cloruros	

## ANEXO H

### Etapa de Desarrollo

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	

- Apreciado estudiante con base en los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos realizados al agua de la quebrada Chiguaza, complete la información que se presenta en la siguiente tabla apoyado en la consulta bibliográfica sugerida por el docente.

COMPETENCIA	PROCESOS	DESARROLLO
<b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	<b>1. Formulación de preguntas problematizadoras</b>	
	<b>2. Identificación de palabras o temas claves para buscar información.</b>	
	<b>3. Formulación de hipótesis</b>	
	<b>4. Reconocimiento de variables</b>	

## ANEXO I

### Etapa de Desarrollo

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	

- Apreciado estudiante con base en los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos realizados al agua de la quebrada Chiguaza, complete la información que se presenta en la siguiente tabla apoyado en la consulta bibliográfica sugerida por el docente.

COMPETENCIA	PROCESOS	DESARROLLO
<b>USO DE EVIDENCIA CIENTÍFICA</b>	<b>5. Interpretación de pruebas o evidencias científicas</b>	
	<b>6. Formulación de conclusiones a partir de la evidencia</b>	
	<b>7. Reconocimiento de las implicaciones sociales de los desarrollos científicos.</b>	

**ANEXO J**

**Etapa de Desarrollo**

**I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS**

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	

- Apreciado estudiante por favor complete la siguiente tabla escribiendo la información correspondiente a su tema de investigación.

<b>COMPETENCIA</b>	<b>PROCESOS</b>	<b>DESARROLLO</b>
<b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	<b>8. Aplicación de los conocimientos propios de la Ciencia</b>	
	<b>9. Descripción de fenómenos</b>	
	<b>10. Formulación de explicaciones y predicciones apropiadas</b>	

## ANEXO K

### Instrumento de evaluación N° 1

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	

Apreciado estudiante, lea detenidamente el siguiente artículo y conteste las preguntas que se le presentan a continuación.

### AGUAS ARRIBA, AGUAS ABAJO EN EL TUNJUELITO

*Juan Carlos Soto Castillo*

Hasta hace medio siglo el río Tunjuelo era fuente de vida; ahora, al internarse en la urbe pierde el encanto y la pureza que trae del páramo y se convierte en la alcantarilla fluvial del sur.

....En un principio todo es agua. Está en el aire, en el viento, se condensa en las hojas de una vegetación paramuna y se desliza gota a gota. Agua que se vuelve charco, charco que se vuelve laguna, laguna que se vuelve quebrada, quebrada que se vuelve río. Allí, en un paraje tranquilo del Parque Nacional Natural del Sumapaz—que también es una localidad de la capital—, llena de verde, de frailejones y de musgo, nace el río Tunjuelo.

#### **Del campo a la ciudad**

Del páramo de 3.860 metros sobre el nivel del mar, desciende el río hacia la represa de Chisacá, para después escurrirse hacia el embalse de La Regadera. Es allí donde empieza a llamarse Tunjuelo. Las obras de estos embalses y la construcción en 1950 de la planta El Dorado permiten el suministro de agua potable para 250.000 habitantes de las localidades ribereñas.

Luego llega al antiguo Usme, donde comienza el ritual de contaminación con los

residuos que las carnicerías del otrora municipio arrojan en él. A partir de allí recibe 28 afluentes que vienen de zonas altas de sus localidades vecinas: Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Rafael Uribe.

Continúa su suave fluir y pintado de un tono carmesí baja hasta la presa seca de Cantarrana. Es una estructura de 38 metros de altura y 600 metros de longitud con capacidad para almacenar hasta 2,5 millones de metros cúbicos de agua. Fue una obra realizada en tiempo récord durante la administración de Luis Eduardo Garzón: se construyó en tan sólo ocho meses. Su propósito primordial desde 2007 es evitar las inundaciones producidas por las crecientes del río Tunjuelo en los meses de mayo, octubre y noviembre.

Con sus aguas controladas se va por el lado bajo del relleno sanitario Doña Juana. En este enorme complejo donde se disponen y entierran las basuras de los bogotanos, el río es invadido por la pestilencia y los lixiviados, el líquido que emanan las 6.000 toneladas de basura que diariamente arrojan allí las cinco empresas operadoras del sistema de aseo, por disposición de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos del Distrito. El veneno humano que se vierte en el Tunjuelo cada segundo está compuesto por

elementos como el cromo, el cobalto, el molibdeno, hierro, níquel, grasas y aceites. Las autoridades distritales estiman que en la cuenca del Tunjuelo que corre del relleno para abajo se encuentran asentadas alrededor de tres millones de personas, que día a día conviven con ese sustrato cargado de sustancias peligrosas.

### **Enemigos por todo el camino**

En Ciudad Bolívar, una vez que el río entra en pleno contacto con la zona urbana de Bogotá, el cauce es modificado de manera drástica por los mineros que lo aprovechan al máximo en lo que han dado en llamar los parques minero industriales del Tunjuelo, del Mochuelo y de Usme. Estas zonas del río han sido privatizadas por las cementeras y otras industrias para la extracción de arenas, gravas, areniscas y arcillas: son los materiales básicos para la construcción de la capital del siglo XXI.

Surcando la falda de las montañas cortadas por las canteras su claridad desaparece por completo. Entonces se vuelve marrón.

En Tunjuelito —la localidad nombrada en honor del río y construida en lo que fuera la hacienda del artesano Pedro Nel Uribe—, las aguas color café bordean el barrio de las curtiembres, San Benito. En inmensas bodegas, que abarcan 10 cuadras a lo largo del río, hay cueros colgados secándose para ser cortados y tinturados. Por angostas calles pasan camionetas llenas de grasa y de jirones de carne, residuos de las pieles que luego calzarán los bogotanos.

Casi no hay niños o son invisibles. Un jarillón (especie de montaña de contención) fue construido hace 13 años para evitar desbordamientos, pero mantiene a los habitantes de San Benito aislados de la vertiente.

“Hacia 1950 el agua para las primeras curtiembres se recogía en unas canecas

enormes. Además, se irrigaban los cultivos de frutas y legumbres, sustento de los habitantes”, dice Zenón Carreño, un viejo estibador de cueros de una pequeña marroquinería que ha visto correr mucha agua por el cauce. Hoy, los residentes son indiferentes y aceptan al inevitable río contaminado.

Los curtidores llevan años pidiendo ser reubicados. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá localizó allí una planta filtradora de residuos, pero no es suficiente y el río sigue su curso llevando ahora una carga más pesada, a la que se suma un tremendo coctel de cromo, plomo, mercurio, tanino, alcanfor, benceno y ácido sulfúrico. Así se va para el suroccidente.

Recuperado de:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/memorias-del-agua/aguas-arriba-aguas-abajo>

1. De acuerdo con el texto anterior es posible identificar como principales fuentes de contaminación del río Tunjuelito actividades humanas como:
  - a. El vertimiento de sustancias tóxicas como cromo, plomo, mercurio
  - b. La construcción de embalses y plantas de tratamiento de aguas
  - c. El aumento de las industrias y rellenos sanitarios
  - d. El trabajo en las curtiembres y la actividad minera

**Justifica tu respuesta**

---

---

---

2. La extracción de materiales para la construcción como arenas y arcillas han generado contaminación en el Río Tunjuelito. Se considera ello un problema ambiental porque:
  - a. Libera partículas que contaminan el aire
  - b. Genera gran cantidad de residuos sólidos
  - c. Desgasta la capa vegetal de los jarillones
  - d. Aporta materiales contaminantes solubles en agua

**Amplía tu respuesta**

---

---

---

3. En el texto anterior es posible identificar algunos temas de interés científico que permiten desarrollar proyectos de investigación. De los siguientes aspectos indique cual **NO** corresponde a cuestiones científicas
  - a. El nacimiento del río Tunjuelito y su recorrido por la ciudad
  - b. Los efectos contaminantes de los lixiviados del relleno sanitario
  - c. La carga de contaminantes producto de las curtiembres
  - d. Los efectos de la actividad minera sobre la vida acuática del río

**¿Por qué NO lo consideras un tema científico?**

---

---

---

---

4. La actividad de las curtiembres consiste en el aprovechamiento del cuero para la industria marroquinera, generando beneficios económicos para el hombre pero causando graves problemas de contaminación a las fuentes hídricas. Esta afirmación puede hacerse ya que las curtiembres:
- a. Generan una alta carga contaminante de metales pesados, compuestos orgánicos e inorgánicos que vierten en los ríos y quebradas
  - b. Vierten a los ríos elementos como: cromo, cobalto, molibdeno, hierro, níquel, grasas y aceites
  - c. Producen lixiviados que contaminan los ríos y quebradas
  - d. Alteran las propiedades del agua, como el color, olor y densidad con los residuos del cuero que arrojan a los ríos

**Amplía tu respuesta**

---

---

---

5. En el texto se afirma que “...*hasta hace medio siglo el río Tunjuelo era fuente de vida; ahora, al internarse en la urbe pierde el encanto y la pureza que trae del páramo y se convierte en la alcantarilla fluvial del sur...*” la explicación científica de esta afirmación proviene de:
- a. La formulación de hipótesis basadas en las observaciones del autor
  - b. El resultado de pruebas fisicoquímicas que indican que las aguas de este río no son potables
  - c. Las enfermedades que padecen las personas que viven en las riveras del Tunjuelito
  - d. Los contaminantes encontrados que se asocian a las actividades humanas cercanas al río

**Justifica tu respuesta**

---

---

---

6. Formule una pregunta problematizadora con su respectiva hipótesis que permita iniciar una investigación para descontaminar del río Tunjuelito

---

---

---

---

## ANEXO L

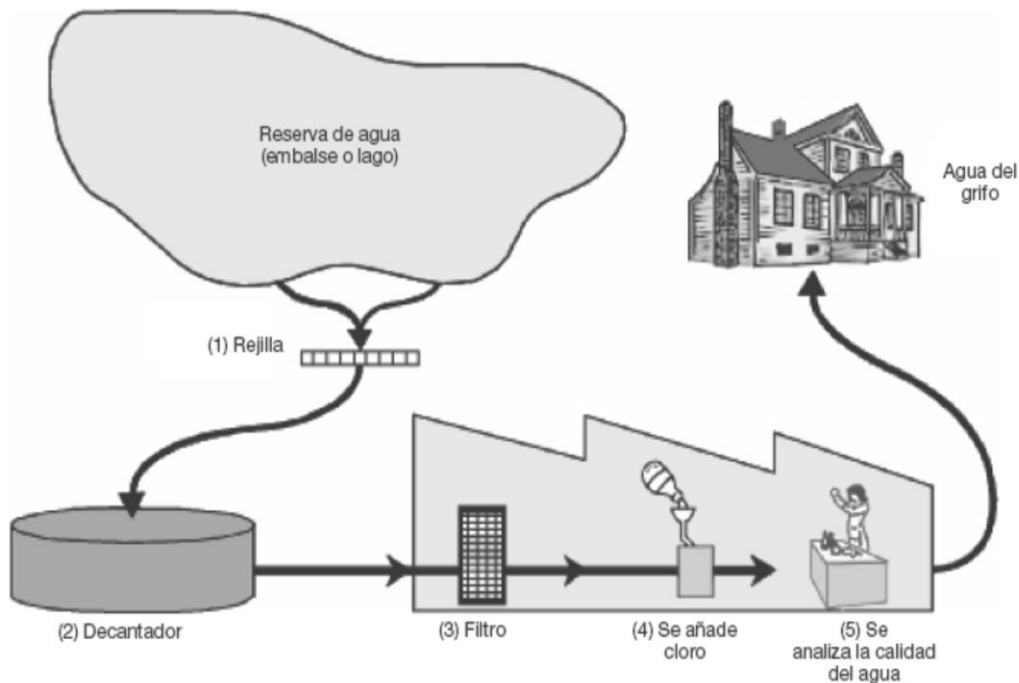
### Instrumento de evaluación N° 2

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS</b>	

### AGUA POTABLE

Apreciado estudiante, observa la siguiente figura en la que se muestra cómo se potabiliza el agua que se suministra a las viviendas en las ciudades y contesta las preguntas que se presentan a continuación.



Recuperado de:

<http://www.educacion.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/ciencias-en-pisa-para-web.pdf?documentId=0901e72b8072f577>

1. En la figura anterior se observa el proceso de potabilización de agua, la cuarta etapa consiste en la adición de cloro con el propósito de:

- a. Disminuir la acidez del agua e impedir la proliferación de bacterias
- b. Eliminar las bacterias y otros microorganismos
- c. Mejorar el sabor del agua y hacerla apta para el consumo
- d. Hacer que el agua quede incolora

**¿Por qué?**

---

---

---

---

2. La potabilización del agua suele hacerse en varias etapas que requieren técnicas diferentes. La función del decantador es:

- a. Separar algunos microorganismos
- b. Incorporar oxígeno al agua a través del movimiento continuo
- c. Depositar en el fondo la grava y la arena
- d. Descomponer las sustancias tóxicas

**¿Por qué?**

---

---

---

---

3. El agua que se encuentra bajo la tierra se llama agua subterránea y en ella se hayan menos bacterias y partículas contaminantes que en las aguas superficiales, como lagos y ríos. De lo anterior se puede deducir que el proceso de potabilización de las aguas subterráneas es más sencillo teniendo en cuenta que:

- a. Bajo la superficie del suelo no se contaminan
- b. Tienen poco contacto con bacterias y microorganismos de la superficie
- c. Son incoloras y no requieren de adición de cloro
- d. Cuando descienden a través del suelo, son filtradas por las rocas y la arena

**¿Por qué?**

---

---

---

---

4. Los sistemas de potabilización fueron creados por el hombre debido a los problemas de salud que se presentan en las personas por el consumo de agua contaminada. Los síntomas más comunes atribuidos a este problema son:

- a. Alteraciones en el sistema nervioso

- b. Problemas digestivos como la diarrea
- c. Infección respiratoria aguda
- d. Cáncer de vías urinarias

**¿Por qué?**

---

---

---

---

5. Suponga que los científicos que analizan el agua de la potabilizadora, descubren la presencia de bacterias peligrosas en ella después de haber concluido el proceso de potabilización y haber permitido el suministro a las viviendas. La recomendación que deben hacer los expertos a los consumidores para purificar el agua en sus hogares antes de beberla es
- a. Utilizar un filtro micro poroso para sólidos suspendidos
  - b. Hervirla para eliminar microorganismos
  - c. Evitar consumirla por su alta peligrosidad
  - d. Decantarla para eliminar impurezas insolubles

**¿Por qué?**

---

---

---

---

6. En nuestro país existen comunidades que no cuentan con el suministro de agua potable ya que en sus regiones no hay plantas de tratamiento y su fuente directa de abastecimiento son los ríos y las quebradas. Las técnicas recomendadas para la recolección y tratamiento de sus aguas deberían ser:

---

---

---

---

---

## ANEXO M

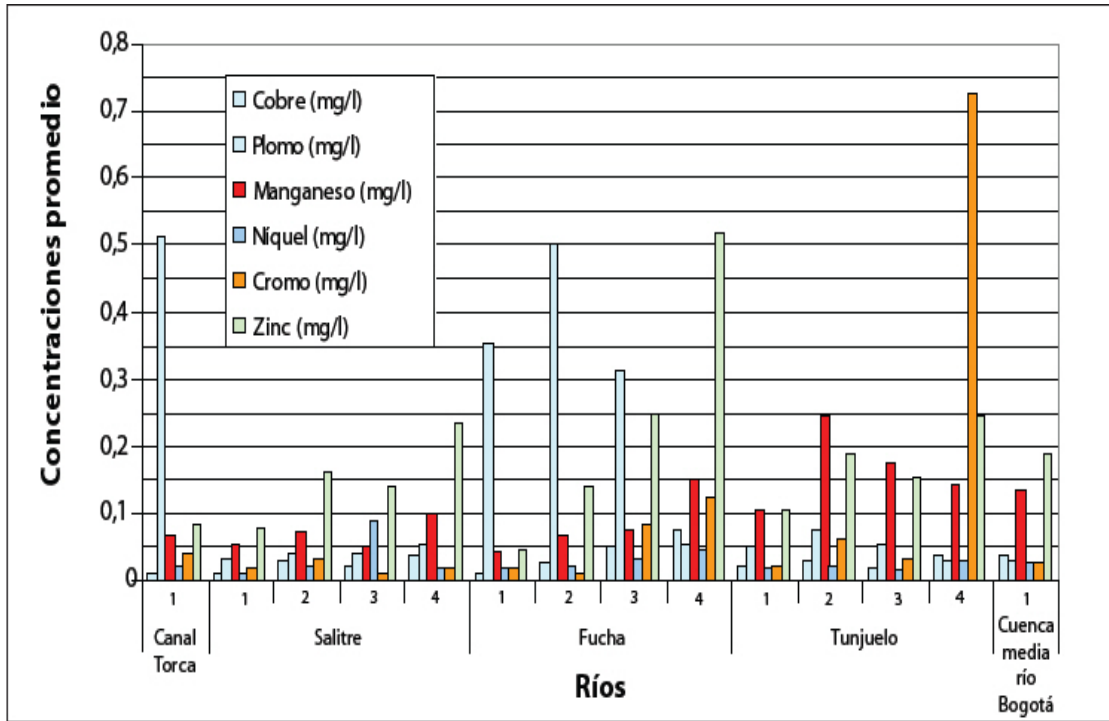
### Instrumento de evaluación N° 3

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>USO DE EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	

Apreciado estudiante, teniendo en cuenta la información de la siguiente gráfica conteste las preguntas que se le presentan a continuación.

### CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL SISTEMA HÍDRICO DE BOGOTÁ



Fuente: Convenio 005/2006 SDA - EAAB-ESP.

En la gráfica se presentan los resultados de los muestreos de metales pesados producto de la contaminación industrial, en diferentes tramos de los afluentes y la cuenca media del Río Bogotá.

1. De acuerdo al gráfico de barras presentado se puede afirmar que el principal metal contaminante de las aguas del Río Tunjuelo es
- a. Plomo
  - b. Cromo
  - c. Zinc
  - d. Manganeso

**¿Por qué?**

---

---

---

2. En el canal Torca se observa que el plomo presentó la mayor concentración promedio respecto a los otros metales. ¿Cuál fue la concentración de plomo registrada en el estudio?
- a. 0,51 mg/l
  - b. 0,05 mg/l
  - c. 0,1 mg/l
  - d. 0,09 mg/l

**¿Por qué?**

---

---

---

3. En el estudio realizado sobre la calidad del agua del Río Bogotá y sus afluentes, los investigadores tuvieron en cuenta variables como
- e. Metales pesados y diferentes tramos del río
  - f. Concentración de metales pesados y tramos de los afluentes
  - g. Contaminantes del agua y efectos en la salud
  - h. Metales pesados y concentración oxígeno disponible

**¿Por qué?**

---

---

---

4. El estándar de calidad para el consumo de agua y el uso agrícola, indica que la concentración de metales debe ser menor o igual a 0.05 mg/l para el caso del Plomo y menor a 0.2 mg/l para el caso del Cadmio. De acuerdo los datos de la gráfica, es correcto

afirmar que el riesgo de enfermedades por consumo de agua contaminada por plomo se puede considerar:

- a. Alto en las aguas del río Tunjuelo.
- b. Bajo tanto en las aguas del río Bogotá como en las del Fucha.
- c. Alto en las aguas del canal del Torca y Fucha
- d. Igual en los diferentes afluentes y la cuenca media del río Bogotá.

**¿Por qué?**

---

---

---

5. Cuando se introducen desechos industriales como los de las curtiembres a las aguas de los ríos, se modifican las condiciones de pH generando graves problemas de contaminación. Teniendo en cuenta esta afirmación y los datos presentados en la gráfica se puede concluir que:
- a. En los Ríos Fucha y Tunjuelo el pH de sus aguas esta alterado a causa de las altas concentraciones de cromo proveniente de los desechos de las curtiembres
  - b. El Río Bogotá está altamente contaminado a causa de los desechos industriales
  - c. El Río Bogotá tiene un pH alterado ya que el mayor aporte de cromo proviene del río Tunjuelo
  - d. El río Tunjuelo presenta graves problemas de contaminación debido a la presencia de curtiembres

**¿Por qué?**

---

---

---

6. En el estudio realizado se esperaba que en el río Fucha se presentaran las mayores concentraciones de zinc, asociado a la contaminación generada por el sector productivo de la Metalmecánica en sus alrededores, en procesos como la galvanoplastia y el zincado de piezas metálicas. Indica si esta afirmación es cierta o falsa y justifica tu respuesta.

Cierta\_\_\_\_ Falsa\_\_\_\_

**¿Por qué?**

---

---

---

---

## ANEXO N

### Test de Actitudes

#### I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

<b>FECHA:</b>	<b>NOMBRE:</b>
<b>TEST DE ACTITUDES</b>	

SITUACIÓN	SI / NO	¿POR QUÉ?
¿Te parece interesante conocer en qué forma los adelantos científicos y tecnológicos alteran los recursos naturales?		
¿Es importante para ti conocer las consecuencias que trae para tu vida y el medio el uso de diferentes sustancias y materiales?		
¿Consideras importante para tu formación vincular procesos de investigación en el aprendizaje de las ciencias?		
¿Crees que la investigación científica es el camino para resolver los problemas que aquejan a la humanidad?		
¿Consideras importante adelantar acciones tendientes a disminuir la contaminación de las fuentes hídricas?		
¿Estarías dispuesto a cambiar muchos de tus hábitos de vida con el fin de contribuir en la descontaminación del río Bogotá?		

**ANEXO O**  
**CÓDIGOS Y NOMBRES DE LOS ESTUDIANTES**

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE</b>
1	ALFONSO RODRIGUEZ INGRID KATHERINE
2	ALVARADO SILVA JEFRY ALEJANDRO
3	BOCANEGRA CAMPUZANO MIGUEL ANGEL
4	BOHORQUEZ JIMENEZ ERIKA JOHANNA
5	CARDENAS FLOREZ ANA MILENA
6	CARREÑO CABRERA DUVAN STEVEN
7	CASTAÑEDA SANCHEZ ANDRES FELIPE
8	DEHOYOS CAVADIA OLGA PATRICIA
9	DELGADO HURTADO CAROLINA
10	DIAZ CRUZ CRISTIAN CAMILO
11	FONSECA MORENO LINA PAOLA
12	FUNEME MAYORAL CAREN NIYETH
13	GARCIA NAVARRO MICHAEL ALEXIS
14	GONZALEZ ESCOBAR ANDRES FELIPE
15	GONZALEZ MORA ANDERSSON DAVID
16	HERRERA CAÑON DEYVI ARTURO
17	HURTADO DIAZ KAROL TATIANA
18	JIMENEZ HERNANDEZ DIEGO ALEJANDRO
19	MAYORGA FONSECA ERIKA DANIELA
20	MENDOZA ROMERO WILLIAMS RAUL
21	MORALES ESCOBAR ANGEL NICOLAS
22	MORENO CABALLERO VALERY ALEJANDRA
23	NOPE HERRERA CRISTIAN HERNANDO
24	OVIEDO MARTINEZ INGRID CAROLINA
25	PEÑA ROMERO JEISSON FERNANDO
26	PEREZ CASTRO DAVID RICARDO
27	PORRAS VELASCO BRIGITH ASTRID
28	QUEZADA DE HOYOS JUAN SEBASTIAN
29	QUIROGA SALCEDO JEISON STIVEN
30	QUIROGA SANCHEZ GINA PAOLA
31	RODRIGUEZ BARRERA CRISTIAN PASCUAL
32	RODRIGUEZ GARCIA DIANA LORENA
33	RODRIGUEZ QUIROGA MICHAEL YEISON
34	RODRIGUEZ GUTIERREZ MAT AUGUSTO
35	ROJAS GUERRERO JOSE LEONEL
36	ROMERO BAQUERO JHON SEBASTIAN
37	RUIZ CAMACHO ANGIE PAOLA
38	SANCHEZ JARAMILLO JENNY DANIELA
39	SANCHEZ CORREA JUAN PABLO
40	SANCHEZ VEGA EDUAR
41	SANTOS CARDOZO LEONARDO ANDRES
42	SIERRA PEREZ JASBLEIDY
43	TORO NIÑO LEONEL DAVID
44	TORRES LARA DANIEL FELIPE
45	VARGAS CORTES MAYERLY
46	VARGAS RUBIO JOSE EDUARDO

## ANEXO P

### EJEMPLO DE PRUEBA DE ENTRADA 1

Puntaje 8

Prueba de Entrada N° 1

I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

FECHA:	NOMBRE: <u>Eduar Sanchez Vega</u>
--------	-----------------------------------

IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS

Apreciado estudiante lea detenidamente el siguiente artículo y conteste las preguntas que se le presentan a continuación seleccionando la que usted considere correcta

#### EL RÍO TUNJUELITO, ALCANTARILLA ABIERTA DE USME

La explotación de gravilleras y la contaminación del río Tunjuelito son los principales problemas ambientales de Usme, según el diagnóstico elaborado por la agenda ambiental de esa localidad. En el primer caso, la industria extractiva ha ocasionado un deterioro del suelo y un movimiento de masas que amenaza a los residentes vecinos con futuros deslizamientos.

Al interior de la localidad de Usme, entre las vertientes medias y bajas de los cerros del suroccidente, en lo que respecta a las colinas alargadas del sur, se presenta una explotación antitécnica de canteras que junto a la urbanización espontánea y de condiciones precarias, han desestabilizado una serie de sectores donde el peligro de movimientos en masa de las tierras ya no es potencial sino real, con el carácter de ser zonas de riesgo declarado.

Esa situación, a su vez, ha generado problemas de erosión como por ejemplo en el barrio Diana Turbay donde cerca de 25 mil personas viven en permanente riesgo de deslizamiento, carcavamiento o hundimientos activos.

Problemas similares se registran en los barrios Barranquillita, Santa Marta, La Sureña y San Juan que están construidos sobre terrenos abandonados por la industria extractiva y ladrilleras y que, como si fuera poco, se localizan en cercanías a la quebrada Santa Librada.

En otro caso, está el hecho de que de los cerros de La Fiscala baja gran cantidad de sedimentos de las canteras, que afectan los barrios cercanos a la avenida Caracas.

La agenda ambiental local llama la atención sobre el hecho de que Usme es una de las zonas con el mayor número de asentamientos ilegales. En 1985 el sector ocupaba el quinto puesto con el mayor número de lotes subnormales. Cinco años después, con un crecimiento del 102 por ciento, ocupó el segundo lugar después de Ciudad Bolívar.

En cuanto a la contaminación del río Tunjuelito, asegura que las cargas contaminantes que a él llegan confirman que es una alcantarilla abierta. Este río presenta una concentración muy alta de demanda bioquímica de oxígeno compuesta por cadmio, cromo, mercurio y plomo, así como detergentes y fenoles, siendo el más contaminado químicamente de todos los afluentes del río Bogotá, dice el documento y agrega que el Tunjuelo aporta 570 toneladas diarias de las 868 que recibe el río Bogotá.

Al Tunjuelito fluyen las aguas negras de los barrios ilegales de Usme y las basuras que no son recogidas periódicamente. Esa situación origina inundaciones frecuentes en barrios como Brazuelas, ya que el cauce del río disminuye para dar cabida a la basura y la contaminación. Como si fuera poco, del funcionamiento de las gravilleras se desprende otro problema: la contaminación del aire, debido a que la extracción de material se adelanta a cielo abierto.

Sin embargo, la agenda no da mediciones sobre la calidad del aire en ese sector. Usme también afronta problemas por el déficit de zonas verdes. Según los cálculos, de los 1.033 parques de barrio que hay en la ciudad, a esa localidad le corresponden 13 y no precisamente en buenas condiciones.

La agenda hace referencia también a los requerimientos de la comunidad para mejorar la calidad de vida. Los principales problemas referidos por los habitantes son acumulación de basuras, proliferación de animales en las vías, deficiencias de alcantarillado, barrios que

consumen agua no tratada, el humo de las fábricas y clircales y la contaminación de las quebradas Santa Helena y Yomasa.

Por último afirma que en Usme existen 28 fábricas de materiales de construcción y ladrilleras, seis gravilleras, ocho canteras, tres curtiembres y cuatro mataderos con licencia.

Control a gravilleras Uno de los principales programas para solucionar los problemas ambientales de Usme está en el control a la industria extractiva para lo cual se propone la aplicación de normas del Código de Recursos Naturales.

Esa labor será adelantada por el Departamento del Medio Ambiente, Ingeominas, la Junta Administradora Local y la Alcaldía. Así mismo se

proyecta crear bosques de avifauna, con el fin de reforestar la localidad con especies nativas. A ese trabajo se espera vincular a los estudiantes de los colegios de la localidad.

Y para reducir los aportes contaminantes al río se pretende implantar un plan de manejo y disposición de basuras, lo mismo que la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado. Para ello es necesario construir un interceptor en el río Tunjuelito que ya está proyectado por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado.

Publicación eltiempo.com Sección Bogotá  
Fecha de publicación 21 de febrero de 1994  
Autor NULLVALUE

1. El título del artículo: "El río Tunjuelito, alcantarilla abierta de Usme", sugiere que desarrollará temas científicos relacionados con:

- a. El acueducto y alcantarillado de Usme
- b. Las problemáticas ambientales del sector 2
- c. Los principales afluentes del río Bogotá
- d. La explotación ilegal de ladrilleras

¿Por qué lo consideras un tema científico?

Por que nos dan a conocer todo las problemáticas y las formas en las cuales se esta contaminando el ambiente, de igual manera nos dan a conocer que sustancias toxicas tiene el agua y los suelos. 1

2. Al río Tunjuelito fluyen las aguas negras de los barrios ilegales de Usme y las basuras que no son recogidas periódicamente. De la anterior afirmación es posible concluir científicamente que:

- a. El Río Tunjuelito tiene muchos afluentes
- b. Existen muchos barrios ilegales en Usme
- c. Las aguas del Río Tunjuelito están altamente contaminadas por materiales orgánicos 2
- d. Los barrios de Usme no cuentan con servicio de acueducto y alcantarillado

¿Por qué consideras que es una conclusión de carácter científico?

Por que al rio estan llegando todas las desperdicios de las personas, pero ademas de esto esas materiales que llegan alli tienen un alto indice de ser toxicos y no convenientes para los demás barrios por donde pasa el rio. 0

3. Los principales problemas ambientales que se derivan de la explotación de gravilleras y la contaminación del Río Tunjuelito que se pueden comprobar mediante investigación científica son:

- a. Contaminación del aire y enfermedades de tipo respiratorio
- b. Desgaste de recursos naturales y debilitamiento de los suelos 0
- c. Aumento de las basuras y plagas
- d. Pérdida de terrenos aptos para la construcción de viviendas

Justifica tu respuesta

Porque las empresas que trabajan en la extracción de materiales provenientes del suelo y zonas naturales, lo que hacen es desvitalizar y causar contaminación para el medio ambiente y después del tiempo estos lugares ya no son aptos para vivir.

4. El río Tunjuelito presenta una concentración muy alta de demanda bioquímica de oxígeno compuesta por cadmio, cromo, mercurio y plomo, así como detergentes y fenoles, siendo el más contaminado químicamente de todos los afluentes del río Bogotá, dice el documento y agrega que el dicho río aporta 570 toneladas diarias de las 868 que recibe el río Bogotá.

Los estudios que permitieron llegar a dicha conclusión debieron incluir principalmente

- a. Análisis experimental de contaminantes del agua del río Tunjuelito
- b. Recopilación de documentos históricos sobre el río
- c. Una observación de la fauna y flora del río
- d. Un escrito sobre los factores bióticos y abióticos del río.

Justifica tu respuesta

Por que nos dan a conocer todos los compuestos bioquímicos, y la cantidad de basura que tiene y transporta el río tunjuelito diariamente.

5. En el artículo se afirma que: "En cuanto a la contaminación del río Tunjuelito, se asegura que las cargas contaminantes que a él llegan confirman que es una alcantarilla abierta".

¿Qué evidencias científicas permiten hacer dicha afirmación? ¿Por qué?

Yo creo que se le denomina una alcantarilla abierta ya que toda persona arroja sus desechos al río sin ningún problema ni preocupación, pero sin saber que después de un tiempo estos materiales van a tomar una composición más química y tóxica, por lo tanto este río día tras día va a ser más contaminado y perjudicial para la población.

6. Menciona cual es factor principal que debe ser controlado para reducir los aportes de contaminantes bioquímicos al río Tunjuelito no arrojar basura al río ya que con estos materiales se forman compuestos bioquímicos

Formula un plan de acción adecuado para minimizar los efectos de contaminación del río por dicho factor.

un buen plan sería que la alcaldía de la localidad o desde la misma presidencia decidiera poner en marcha un plan de construcción de alcantarillado y orden al momento de hacer la recolección de basura y así los dichos barrios ilegales tengan un modo digno de vivir y así no se vean en la decisión de arrojar los desechos diarios al río tunjuelito.

Otro método sería que todas las empresa de extracción de materiales del suelo tengan un delimitado espacio de trabajo y así no sigan tomando más terreno para la extracción de dicho material, así no se propagarían tantos deslizamientos y el lugar sería apto para vivir.

## ANEXO Q

### EJEMPLO DE PRUEBA DE EVALUACIÓN 1

**Instrumento de evaluación N° 1**  
**I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS**

FECHA:	NOMBRE:
<b>IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS</b>	

Apreciado estudiante, lea detenidamente el siguiente artículo y conteste las preguntas que se le presentan a continuación.

**AGUAS ARRIBA, AGUAS ABAJO EN EL TUNJUELITO**  
*Juan Carlos Soto Castillo*

Hasta hace medio siglo el río Tunjuelo era fuente de vida; ahora, al internarse en la urbe pierde el encanto y la pureza que trae del páramo y se convierte en la alcantarilla fluvial del sur.

.....En un principio todo es agua. Está en el aire, en el viento, se condensa en las hojas de una vegetación paramuna y se desliza gota a gota. Agua que se vuelve charco, charco que se vuelve laguna, laguna que se vuelve quebrada, quebrada que se vuelve río. Allí, en un paraje tranquilo del Parque Nacional Natural del Sumapaz—que también es una localidad de la capital—, llena de verde, de frailejones y de musgo, nace el río Tunjuelo.

**Del campo a la ciudad**

Del páramo de 3.860 metros sobre el nivel del mar, desciende el río hacia la represa de Chisacá, para después escurrirse hacia el embalse de La Regadera. Es allí donde empieza a llamarse Tunjuelo. Las obras de estos embalses y la construcción en 1950 de la planta El Dorado permiten el suministro de agua potable para 250.000 habitantes de las localidades ribereñas.

Luego llega al antiguo Usme, donde comienza el ritual de contaminación con los residuos que las carnicerías del otrora municipio arrojan en él. A partir de allí recibe 28 afluentes que vienen de zonas altas de sus localidades vecinas: Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Rafael Uribe.

Continúa su suave fluir y pintado de un tono carmesí baja hasta la presa seca de Cantarrana. Es una estructura de 38 metros de altura y 600 metros de longitud con capacidad para almacenar hasta 2,5 millones de metros cúbicos de agua. Fue una obra realizada en tiempo récord durante la administración de Luis Eduardo Garzón: se construyó en tan sólo ocho meses. Su propósito primordial desde 2007 es evitar las inundaciones producidas por las crecientes del río Tunjuelo en los meses de mayo, octubre y noviembre.

Con sus aguas controladas se va por el lado bajo del relleno sanitario Doña Juana. En este enorme complejo donde se disponen y entierran las basuras de los bogotanos, el río es invadido por la peste y los lixiviados, el líquido que emanan las 6.000 toneladas de basura que diariamente arrojan allí las cinco

1

empresas operadoras del sistema de aseo, por disposición de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos del Distrito. El veneno humano que se vierte en el Tunjuelo cada segundo está compuesto por elementos como el cromo, el cobalto, el molibdeno, hierro, níquel, grasas y aceites. Las autoridades distritales estiman que en la cuenca del Tunjuelo que corre del relleno para abajo se encuentran asentadas alrededor de tres millones de personas, que día a día conviven con ese sustrato cargado de sustancias peligrosas.

**Enemigos por todo el camino**

En Ciudad Bolívar, una vez que el río entra en pleno contacto con la zona urbana de Bogotá, el cauce es modificado de manera drástica por los mineros que lo aprovechan al máximo en lo que han dado en llamar los parques minero industriales del Tunjuelo, del Mochuelo y de Usme. Estas zonas del río han sido privatizadas por las cementeras y otras industrias para la extracción de arenas, gravas, areniscas y arcillas: son los materiales básicos para la construcción de la capital del siglo XXI.

Surcando la falda de las montañas cortadas por las canteras su claridad desaparece por completo. Entonces se vuelve marrón.

En Tunjuelito —la localidad nombrada en honor del río y construida en lo que fuera la hacienda del artesano Pedro Nel Uribe—, las aguas color café bordean el barrio de las curtiembres, San Benito. En inmensas bodegas, que abarcan 10 cuadras a lo largo del río, hay cueros colgados secándose para ser cortados y tinturados. Por angostas calles pasan camionetas llenas de grasa y de jirones de carne, residuos de las pieles que luego calzarán los bogotanos.

Casi no hay niños o son invisibles. Un jarillón (especie de montaña de contención) fue construido hace 13 años para evitar desbordamientos, pero mantiene a los habitantes de San Benito aislados de la vertiente.

“Hacia 1950 el agua para las primeras curtiembres se recogía en unas canecas enormes. Además, se irrigaban los cultivos de frutas y legumbres, sustento de los habitantes”, dice Zenón Carreño, un viejo estibador de cueros de una pequeña marroquinería que ha visto correr mucha agua por el cauce. Hoy, los residentes son indiferentes y aceptan al inevitable río contaminado.

Los cortidores llevan años pidiendo ser reubicados. La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá localizó allí una planta filtradora de residuos, pero no es suficiente y el río sigue su curso llevando ahora una carga más pesada, a la que se suma un tremendo coctel de cromo, plomo, mercurio, tanino, alcanfor, benceno y ácido sulfúrico. Así se va para el suroccidente.

Recuperado de:

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/memorias-del-agua/aguas-arriba-aguas-abajo>

2

29-04-2013

Eduar Sanchez Vega

Once 110

1. De acuerdo con el texto anterior es posible identificar como principales fuentes de contaminación del río Tunjuelito actividades humanas como:
- El vertimiento de sustancias tóxicas como cromo, plomo, mercurio
  - La construcción de embalses y plantas de tratamiento de aguas
  - El aumento de las industrias y rellenos sanitarios
  - El trabajo en las curtiembres y la actividad minera

#### Justifica tu respuesta

Por que como la lectura nos dice, el aumento de industrias como lo son la explotación de suelos, y todos los lixiviados y basuras que emanaron del relleno sanitario "doña Juana", que luego llegan al río, y de allí se generan todas las sustancias tóxicas.

2. La extracción de materiales para la construcción como arenas y arcillas han generado contaminación en el Río Tunjuelito. Se considera ello un problema ambiental porque:
- Libera partículas que contaminan el aire
  - Genera gran cantidad de residuos sólidos
  - Desgasta la capa vegetal de los jarillones
  - Aporta materiales contaminantes solubles en agua

#### Amplía tu respuesta

aparte de causar deterioro en los suelos y contaminar el aire, las aguas que utilizan han directamente al río generando sustancias como lo son el cromo, cobalto, hierro, níquel, etc.

3. En el texto anterior es posible identificar algunos temas de interés científico que permiten desarrollar proyectos de investigación. De los siguientes aspectos indique cual NO corresponde a cuestiones científicas
- El nacimiento del río Tunjuelito y su recorrido por la ciudad
  - Los efectos contaminantes de los lixiviados del relleno sanitario
  - La carga de contaminantes producto de las curtiembres
  - Los efectos de la actividad minera sobre la vida acuática del río

#### ¿Por qué NO lo consideras un tema científico?

no se considera científico ya que no requiere de tanta investigación ya que tenemos en claro donde nace y por donde se desplaza, por lo tanto no es de carácter científico.

3

4. La actividad de las curtiembres consiste en el aprovechamiento del cuero para la industria marroquinera, generando beneficios económicos para el hombre pero causando graves problemas de contaminación a las fuentes hídricas. Esta afirmación puede hacerse ya que las curtiembres:

- Generan una alta carga contaminante de metales pesados, compuestos orgánicos e inorgánicos que vierten en los ríos y quebradas
- Vierten a los ríos elementos como: cromo, cobalto, molibdeno, hierro, níquel, grasas y aceites
- Producen lixiviados que contaminan los ríos y quebradas
- Alteran las propiedades del agua, como el color, olor y densidad con los residuos del cuero que arrojan a los ríos

#### Amplía tu respuesta

estas industrias contribuyen mucho a la contaminación ya que al tratar con los cueros necesitan de agua, que luego es arrojada de nuevo al río pero con distintos elementos y sustancias tóxicas como lo son los metales pesados, compuestos orgánicos, que son muy solubles en el agua.

5. En el texto se afirma que "...hasta hace medio siglo el río Tunjuelo era fuente de vida; ahora, al internarse en la urbe pierde el encanto y la pureza que trae del páramo y se convierte en la alcantarilla fluvial del sur..." la explicación científica de esta afirmación proviene de:
- La formulación de hipótesis basadas en las observaciones del autor
  - El resultado de pruebas fisicoquímicas que indican que las aguas de este río no son potables
  - Las enfermedades que padecen las personas que viven en las riveras del Tunjuelito
  - Los contaminantes encontrados que se asocian a las actividades humanas cercanas al río

#### Justifica tu respuesta

ya que al realizar diferentes pruebas al agua se encontraron sustancias o compuestos tóxicos como los metales pesados, lixiviados, y por lo tanto demostraron que el agua no es potable.

6. Formule una pregunta problematizadora con su respectiva hipótesis que permita iniciar una investigación para descontaminar del río Tunjuelito

¿Cómo tratar o hacer un debido control a los residuos de las carnicerías ~~previa~~ ubicadas en usma?

hipótesis = hacer un debido proceso de almacenamiento y recolección de estas sustancias, para que no caigan directamente al río tunjuelo y así no se contamine el río, ya que estos compuestos son los que llegan inicialmente a las aguas por estar ubicados en la parte superior o donde empieza el río y su contaminación.

## ANEXO R

### EJEMPLO DE PRUEBA DE ENTRADA 2

Prueba de Entrada N° 2

I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

FECHA: 11-02-013	NOMBRE: Magerly Vargas Cortes
------------------	-------------------------------

EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS

**PURIFICADOR OIKOS 2000**

¿Quieres prevenir problemas de riñón... bebiendo agua purificada al 100%?. Piensa en tu riñón, bebe agua ultra pura.

**Ventajas de agua purificada:**

- 1.- Purifica el agua mediante la destilación por vaporización y filtración con carbono activo eliminando el 100% de todas las impurezas del agua del grifo de la red o mineral.
- 2.- Elimina todos los contaminantes, incluyendo bacterias, metales pesados, contaminantes químicos, contaminantes radiactivos, etc.
- 3.- Produce cuatro litros de agua pura cada 5 horas, 3 a 5 veces menos coste que el agua mineral embotellada.
- 4.- Se adapta a cualquier espacio en la cocina, con un diseño estético, compacto y ligero.
- 5.- Medidas: 38 cm. de alto x 23 cm. de diámetro. Peso neto: 3 Kg.
- 6.- Fabricado en acero inoxidable de alta duración. La resistencia eléctrica no entra nunca en contacto con el agua.
- 7.- Se desconecta solo, por lo cual se puede dejar funcionando durante el día y la noche.
- 8.- Previene de dolores articulares (artritis, artrosis, lumbago, cervicales...)

Apreciado estudiante a continuación encontrará las partes que constituyen el purificador de agua OIKOS 2000. De acuerdo con la información anterior conteste las siguientes preguntas.



1. Los cambios de estado del agua que se presentan durante su proceso de purificación son respectivamente
  - a. Condensación y fusión
  - b. Evaporación y condensación
  - c. Fusión y ebullición
  - d. Sublimación y condensación

Explica tu respuesta

Se habla que en el proceso de purificación del agua hay una "destilación por vaporización" hay un cambio en el agua debido a la calor que hace hervir la misma, y existe un tubo que enfría (condensa) el agua.

2. En la imagen el punto 3 representa un sistema de ventilación del purificador de agua. La función del sistema de ventilación es:
  - a. Liberar la presión de vapor que se genera al interior del purificador
  - b. Permitir que algunos contaminantes químicos que son más ligeros que el agua salgan vaporizados por la parte superior.
  - c. Liberar los malos olores que se puedan generar durante el proceso
  - d. Permitir la salida del exceso de vapor de agua producida durante el proceso

Explica tu respuesta

Al presentarse el proceso de evaporación dentro del purificador, todas aquellas partículas contaminantes deben ser expulsadas por medio de la evaporación para que el agua sea purificada, y a través del sistema de ventilación (rejilla) se puede lograr esto.

3. Durante el proceso de purificación del agua se necesita un tubo serpentín refrigerador que se ubica en el punto 4 de la figura. ¿Cuál es la función de este serpentín?
  - a. Captura las impurezas que se evaporan del agua
  - b. Permite conducir el vapor de agua hasta el filtro
  - c. Capturar el vapor de agua
  - d. Condensa el vapor de agua y lo transporta al recolector

Explica tu respuesta

El tubo de serpentín sirve como recolector de agua ya evaporada y pura, permitiendo dividir este vapor de los contaminantes, en donde el tubo transporta el vapor transformado en agua hacia el recipiente que recolecta dicha agua lista para su utilización.

4. El anuncio del purificador de agua OIKOS 2000 sugiere que al beber agua pura se previenen problemas de riñón porque:
  - a. El agua sin purificar causa infección en los riñones
  - b. La ingesta de agua pura controla cualquier posibilidad de infección en la orina
  - c. Es necesario beber una buena cantidad de agua pura al día para mejorar el funcionamiento del riñón
  - d. Facilita el trabajo de filtrado, purificación y eliminación de exceso de agua, sales y toxinas por parte del riñón

5

## ANEXO S

### EJEMPLO PRUEBA DE EVALUACIÓN 2

**Instrumento de evaluación N° 2**

I.E.D. NUEVO SAN ANDRÉS DE LOS ALTOS 22

FECHA: 30 DE Abril 2013	NOMBRE: Mayrily Vargas Cortés
EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE FENÓMENOS	

**AGUA POTABLE**

Apreciado estudiante, observa la siguiente figura en la que se muestra cómo se potabiliza el agua que se suministra a las viviendas en las ciudades y contesta las preguntas que se presentan a continuación.

Recuperado de:  
<http://www.educacion.gob.es/dctm/evaluacion/internacional/ciencias-en-pisa-para-web.pdf?documentId=0901e72b8072f577>

- En la figura anterior se observa el proceso de potabilización de agua, la cuarta etapa consiste en la adición de cloro con el propósito de:
  - Disminuir la acidez del agua e impedir la proliferación de bacterias
  - Eliminar las bacterias y otros microorganismos
  - Mejorar el sabor del agua y hacerla apta para el consumo
  - Hacer que el agua quede incolora

¿Por qué?  
Al añadir los microorganismos quedan próximos al agua hasta el punto de floculación, se agregan los químicos de floculación para aglutinar y eliminarlos completamente.
- La potabilización del agua suele hacerse en varias etapas que requieren técnicas diferentes. La función del decantador es:
  - Separar algunos microorganismos
  - Incorporar oxígeno al agua a través del movimiento continuo
  - Depositar en el fondo la grava y la arena
  - Descomponer las sustancias tóxicas

¿Por qué?  
El agua en reposo queda en reposo, con el fin de separar los residuos sólidos insolubles presentes en el agua, pasando por una de las etapas consistiendo únicamente en el reposo del agua sola.
- El agua que se encuentra bajo la tierra se llama agua subterránea y en ella se hayan menos bacterias y partículas contaminantes que en las aguas superficiales, como lagos y ríos. De lo anterior se puede deducir que el proceso de potabilización de las aguas subterráneas es más sencillo teniendo en cuenta
  - Bajo la superficie del suelo no se contaminan
  - Tienen poco contacto con bacterias y microorganismos de la superficie
  - Son incoloras y no requieren de adición de cloro
  - Cuando descienden a través del suelo, son filtradas por las rocas y la arena


¿Por qué?  
Las aguas subterráneas que han pasado por un proceso de filtración de contaminación de residuos insolubles por medio de la filtración que presentan rocas y la arena en esta.
- Los sistemas de potabilización fueron creados por el hombre debido a los problemas de salud que se presentan en las personas por el consumo de agua contaminada. Los síntomas más comunes atribuidos a este problema son:
  - Alteraciones en el sistema nervioso
  - Problemas digestivos como la diarrea
  - Infección respiratoria aguda
  - Cáncer de vías urinarias


¿Por qué?  
Al consumir agua contaminada el síntoma más común sería la diarrea, por tener una composición que no es apta en el organismo humano y produciría efectos negativos en el mismo.
- Suponga que los científicos que analizan el agua de la potabilizadora, descubren la presencia de bacterias peligrosas en ella después de haber concluido el proceso de potabilización y haber permitido el suministro a las viviendas. La recomendación que deben hacer los expertos a los consumidores para purificar el agua en sus hogares antes de beberla es
  - Utilizar un filtro micro poroso para sólidos suspendidos
  - Hervirla para eliminar microorganismos
  - Evitar consumirla por su alta peligrosidad
  - Decantarla para eliminar impurezas insolubles

¿Por qué?  
La manera más sencilla de evitar la vida de beber el agua de beber llegar a un punto de ebullición debido a la presencia de las bacterias presentes en esta, siendo más apta para el consumo humano.
- En nuestro país existen comunidades que no cuentan con el suministro de agua potable ya que en sus regiones no hay plantas de tratamiento y su fuente directa de abastecimiento son los ríos y las quebradas. Las técnicas recomendadas para la recolección y tratamiento de sus aguas deberían ser:
  - Recoger el agua necesaria del río o quebrada
  - Separar los residuos sólidos suspendidos en esta (basura)
  - Colocarlos en un recipiente y dejarlo en reposo para que los residuos insolubles queden en el fondo. (Proceso de decantación)
  - En el caso de un tanque terminal de filtrar el agua, para que no existan presencia de sólidos
  - Por último hervir el agua para eliminar bacterias que puedan existir.

## ANEXO T

### EJEMPLO TEST DE ACTITUDES

I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS		
FECHA: 21/02/13	NOMBRE: Valery Alejandra Moreno	
CONTEXUALIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
<b>VIDEO: SALVANDO EL RÍO BOGOTÁ</b>		
Apreciado estudiante, de acuerdo al video observado conteste las preguntas que se le presentan a continuación		
		
<a href="http://www.youtube.com/watch?v=Ing4D_FSvJQ">http://www.youtube.com/watch?v=Ing4D_FSvJQ</a>		
SITUACIÓN	SI / NO	¿POR QUÉ?
1. ¿Te parece interesante el trabajo realizado por los investigadores?	SI	Porque es una investigación que tiene todo tipo de información y al verlo podemos aprender que por contaminación ocasionados por nosotros nos afecta.
2. ¿Te gustaría participar en este tipo de proyectos?	SI	Porque si una persona participa en este tipo de proyectos va ha estar más concentrada de los cosas que el que los ve. Adicionalmente el trabajo de laborar para aprender.
3. ¿Crees que la problemática presentada en el video te afecta directamente?	SI	Si afecta porque en el estudio se ve que por los malos olores posemos enfermedades respiratorias y por acumulación de contaminantes como inundaciones. Todo esto es culpa de nosotros mismos.
4. ¿Es importante para ti conocer los resultados de este tipo de investigaciones?	SI	Claro es importante para que la gente vea lo que se esta ocasionando a si misma. Para que vean que no vale la basura donde se debe no tiene si no solo afectaciones en el ambiente perjudicandolos.
5. ¿Consideras que tus actividades cotidianas han contribuido a la contaminación del río Bogotá?	SI	Lamentablemente, porque uno en ocasiones no es consciente de lo que hace si no hasta que ve este tipo de trabajos.
6. ¿Te interesa conocer las posibles soluciones a esta problemática?	SI	Seria interesante porque aparte podriamos saber si se salva todo el proceso y si no para que la gente vea como cambia con la naturaleza por contaminación.

I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS		
FECHA: 21/feb/13	NOMBRE: Juan Quesada	
CONTEXUALIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
<b>VIDEO: SALVANDO EL RÍO BOGOTÁ</b>		
Apreciado estudiante, de acuerdo al video observado conteste las preguntas que se le presentan a continuación		
		
<a href="http://www.youtube.com/watch?v=Ing4D_FSvJQ">http://www.youtube.com/watch?v=Ing4D_FSvJQ</a>		
SITUACIÓN	SI / NO	¿POR QUÉ?
1. ¿Te parece interesante el trabajo realizado por los investigadores?	SI	por que nos hace ver en que condiciones de alta contaminación se encuentra el rio.
2. ¿Te gustaría participar en este tipo de proyectos?	SI	para mostrarle al resto de la comunidad como el rio se a convertido practicamente en una basura.
3. ¿Crees que la problemática presentada en el video te afecta directamente?	NO	Directamente no pero con las enfermedades que trae la contaminación del rio se pueden ir propagando hasta afectar al resto de la comunidad.
4. ¿Es importante para ti conocer los resultados de este tipo de investigaciones?	NO	No gano nada con solo saber el resultado si no hay solución al problema.
5. ¿Consideras que tus actividades cotidianas han contribuido a la contaminación del río Bogotá?	SI	Por que hay veces que las basuras que botamos a los alcantarillas llegan hasta al rio para contaminarlo.
6. ¿Te interesa conocer las posibles soluciones a esta problemática?	SI	Para tratar de no cometer el mismo error y racional como se encuentra el rio, si mal estado que afecta a la comunidad.

## ANEXO U

### EJEMPLOS MATRICES DE LOS PROCESOS DE LAS COMPETENCIAS

Tema: Desechos Domésticos

Residuos orgánicos  
Hidrocarburos  
Lixiviados

MATRIZ ANEXA 45

Nombre del estudiante: Maryuri Vargas Cortés

Para iniciar el proyecto de investigación debes diligenciar de forma individual el siguiente formato de acuerdo a los pasos que allí se especifican.

COMPETENCIA	PROCESOS	DESARROLLO
OK	1. Formulación del problemas susceptibles de investigación	<p>1. ¿Cómo podemos investigar los residuos orgánicos en el campo rural?</p> <p>2. ¿De qué manera podemos identificar los residuos orgánicos en nuestra casa?</p> <p>3. ¿De qué están compuestos los residuos orgánicos?</p> <p>4. ¿Qué tratamiento recibe los residuos orgánicos en un campo rural?</p>
OK	2. Identificación de palabras o temas claves para buscar información.	<p>Residuos orgánicos</p> <p>→ que son</p> <p>→ Composición</p> <p>→ Clasificación</p> <p>→ Biodegradación</p> <p>→ Organismos descomponedores</p> <p>→ Utilización de compost</p>
IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS	3. Formulación de hipótesis	<p>4. Debe ser un tratamiento especial regido por una serie de procesos acompañados por variables físicas y químicas para biodegradar en su totalidad de los residuos y</p>
P	4. Reconocimiento de variables	<p>Tratamiento de Residuos</p> <p>Composición química?</p> <p>Complementar</p>

MATRIZ ANEXA → Industriales - Ácidos y Fenoles

Nombre del estudiante: Valery Alejandra Moreno Caballero 22

Para iniciar el proyecto de investigación debes diligenciar de forma individual el siguiente formato de acuerdo a los pasos que allí se especifican.

COMPETENCIA	PROCESOS	DESARROLLO
OK	1. Formulación del problemas susceptibles de investigación	<p>¿Qué efectos trae el ácido y fenol en los animales y plantas?</p> <p>Relato su relación con la contaminación del agua.</p>
OK	2. Identificación de palabras o temas claves para buscar información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición de los ácidos y fenoles</li> <li>- Desechos de ácidos y fenoles</li> <li>- Efectos de los ácidos y fenoles en los organismos</li> <li>- Desechos de ácidos y fenoles</li> <li>- La utilización de fenoles</li> <li>- Reacción del medio ambiente con los ácidos y fenoles</li> </ul>
IDENTIFICACIÓN DE CUESTIONES CIENTÍFICAS	3. Formulación de hipótesis	<p>Para solucionar se buscaría que los empresas que utilizan estos productos lleven un debido proceso para que estas sustancias tengan un debido depósito y no afectan de una manera negativa.</p>
NO	4. Reconocimiento de variables	<p>las variables sería tener un conocimiento químico de las sustancias y los consecuencias que trae en las plantas y animales</p>

## ANEXO V

### EJEMPLO DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS AL AGUA DE LA QUEBRADA

ETAPA DE DESARROLLO

I.E.D. NUEVO SAN ANDRES DE LOS ALTOS

FECHA: 02/04/2013	NOMBRE: Mayerly Vargas Cortes
<b>INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS AL AGUA DE LA QUEBRADA CHIGUAZA</b>	

ok

- Apreciado estudiante con base en los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos realizados al agua de la quebrada Chiguaza, complete la información que se presenta en la siguiente tabla apoyado en la consulta bibliográfica sugerida por el docente.

COMPETENCIA	PROCESOS	DESARROLLO
USO DE EVIDENCIA CIENTÍFICA	5 Interpretación de pruebas o evidencias científicas	Dureza 95 mg/l El agua de la quebrada es blanda, no posee calcio y magnesio en grandes cantidades
	6. Formulación de conclusiones a partir de la evidencia	Con los datos obtenidos podemos concluir que a la quebrada no llegan grandes cantidades de jabones
	7, Reconocimiento de las implicaciones sociales de los desarrollos científicos.	Hay que concientizar a la comunidad que le hacemos al medio ambiente cuando arrojan los residuos y contaminan los cuerpos hídricos causando enfermedades en los seres humanos, debemos contribuir depositando los residuos correctamente en áreas separadoras

**ANEXO W**  
**EJEMPLO DE DIARIO DE CAMPO**

<i>Diario de Campo</i>		
<p><i>Fecha: 21-02-13</i> <span style="float: right;"><i>Lugar : aula de inglés</i></span>  <i>Tema: contextualización a la investigación científica</i>  <i>Tipo de Actividad: Trabajo en equipos- socialización de resultados- test de actitudes</i>  <i>Planeación: 2 horas clase</i>  <i>Se concluye el trabajo de grupo; se socializa resultados, ampliación y aclaraciones; trabajo individual test de actitudes</i></p>		
Descripción de la actividad	Observaciones	Reflexión
<p>Los estudiantes conformaron su grupo de trabajo y tuvieron 20 min para concluir la actividad pendiente de la clase anterior, luego cada grupo lee sus resultados, se discuten y analizan y se clarifican los procesos de la investigación científica. Posteriormente se aplica el test de actitudes en forma individual.</p>	<p>Hubo bastantes interrogantes sobre los diferentes procesos ya que hay un conocimiento muy limitado al respecto. La mayoría de las soluciones son de tipo intervención social, la mayoría de explicaciones se dan desde el conocimiento cotidiano.p.e concientizar, sensibilizar que no boten basura, limpiar ¿ cómo se concibe o no como problema?</p>	<p>Tener en cuenta clarificar y delimitar muy bien los problemas p.e averiguar los motivos por los cuales la gente vota la basura al río, sería un problema de investigación?  Disminuir los aportes de las alcantarillas al río</p> <p>Es necesario clarificar muy bien esta parte para orientar a los estudiantes.  La mayoría de las propuestas van orientadas a simples actividades cotidianas, como limpiar, hacer campañas..  Se destacan grupos propositivos que bien orientados pueden ser potencialmente buenos investigadores....</p>