



**Natalia Katherine García Ramírez**  
Universidad Regional del Noroeste  
del estado de Rio Grande  
del Sur Unijuí, Brasil.  
nkgr@hotmail.com

**Leonardo Fabio Martínez Pérez**  
Universidad Pedagógica Nacional de  
Colombia  
lemartinez@pedagogica.edu.co

Artículo de Investigación

Recepción: 20 de septiembre de 2014  
Aprobación: 24 de noviembre de 2014

Praxis  
& Saber

Revista de Investigación y Pedagogía  
Maestría en Educación. Uptc

# INCIDENCIA DEL ABORDAJE DE UNA CUESTIÓN SOCIO- CIENTÍFICA EN LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE JÓVENES Y ADULTOS<sup>1</sup>

## Resumen

Los procesos de alfabetización científica y tecnológica (ACT) desarrollados con comunidades de jóvenes y adultos, generalmente no trascienden el aula de clase, aconteciendo simplemente como un requisito para la obtención de un título. En ese contexto el presente artículo expone los resultados de una investigación cuyo propósito fue analizar la incidencia de la discusión de los aspectos controvertidos de una cuestión socio-científica (CSC), en el proceso de ACT de un grupo de jóvenes

---

1 Este artículo es producto del proyecto de investigación titulado «Alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos desde el trabajo con cuestiones socio-científicas», desarrollado en el marco del macro proyecto «Programa colombo-brasileño de formación de profesores de ciencias en la interfaz universidad-escuela», adscrito al grupo de investigación «Alternativas para la enseñanza de las ciencias» de la Universidad Pedagógica Nacional y financiado por Colciencias mediante el contrato RC531 de 2012.

y adultos que realizaban su bachillerato por ciclos en el municipio de Chía, Cundinamarca (Colombia). Para ello se diseñaron e implementaron una serie de actividades basadas en la CSC relacionadas con la contaminación de la subcuenca del río Frío (Cundinamarca, Colombia) por causa de la acción industrial. A partir de lo anterior se evidenció que el trabajo con la CSC en procesos de alfabetización permite la formación de un sujeto crítico y participativo, incentivando el aprendizaje de los conceptos propios de las ciencias y su relación con implicaciones sociales y tecnológicas.

**Palabras clave:** educación en ciencias, formación ciudadana, CTSA, investigación cualitativa crítica.

## THE IMPACT OF A SCIENTIFIC ISSUE APPROACH ON THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL LITERACY OF YOUTH AND ADULTS

### Abstract

The processes of the scientific and technological literacy (STL) developed with communities of youth and adults do not usually emerge beyond the classroom, these are simply compulsory for obtaining a degree. In such a context, this paper presents the results of a research whose purpose was to analyze the impact of the discussion about controversial aspects of a socio-scientific issue (SCI) on the SLT process of a group of youth and adults who studied a secondary school program by cycles in the town of Chia, Cundinamarca (Colombia). Some SCI-based activities related to the pollution caused by the industrial action in the Rio Frio sub-basin river (Cundinamarca, Colombia) were designed and implemented for the analysis. It was found that working with SCI in literacy processes allows the formation of a critical and participatory subject, thus encouraging the learning of science concepts and their relationship with social and technological implications.

**Keywords:** science education, citizenship education, CTSA, critical qualitative research.

## INCIDENCE DU TRAITEMENT D'UNE QUESTION SOCIOSCIENTIFIQUE DANS L'ALPHABÉTISATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE DES JEUNES GENS ET DES ADULTES

### Résumé

Les processus d'alphabétisation scientifique et technologique (AST) développés dans des communautés de jeunes gens et d'adultes, ne dépassent généralement pas la salle de classe, se considérant simplement comme une exigence pour l'obtention du diplôme. Dans ce contexte, le présent article expose les résultats d'une recherche dont le but était d'analyser l'incidence de la discussion des aspects controversés d'une question socio-scientifique (QSS), dans le processus d'AST d'un groupe de jeunes gens et d'adultes qui réalisaient leur baccalauréat par cycle dans la Municipalité de Chia, Cundinamarca (Colombie). Pour se faire, on a conçu et implémenté une série d'activités basées sur la QSS, se rapportant à la contamination du sous-bassin de la rivière Frío (Cundinamarca, Colombie) par suite de l'implantation industrielle. Sur base de ce qui précède, on a mis en évidence que le travail de la QSS dans des processus d'alphabétisation permettait la formation d'un individu critique et participatif, stimulant l'apprentissage des concepts propres des sciences et leur relation avec les implications sociales et technologiques.

**Mots clés:** éducation des sciences, formation citoyenne, STSE, recherche qualitative critique.

## INCIDÊNCIA DA ABORDAGEM DE UMA QUESTÃO SOCIO-CIENTÍFICA NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE JOVENS E ADULTOS

### Resumo

Os processos de alfabetização científica e tecnológica (ACT) desenvolvidos com comunidades de jovens e adultos, geralmente não ultrapassam a sala de aula, acontecendo simplesmente como um requisito para a obtenção de um título. Neste contexto o presente artigo expõe os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo analisar a incidência da discussão dos aspectos controvertidos de uma questão sócio-científica (CSC), no processo de ACT de um grupo de jovens e adultos que realizavam seu ensino médio por ciclos no município de Chia, Cundinamarca (Colômbia). Para isto desenharam-se atividades baseadas na CSC relacionadas com a contaminação da sub-bacia do Rio Frio (Cundinamarca, Colômbia) por causa da ação industrial. A partir do anterior evidenciou-se que o trabalho com a CSC em processos de alfabetização permite a formação de um sujeito crítico e participativo, incentivando a aprendizagem dos conceitos próprios das ciências e sua relação com implicações sociais e tecnológicas.

**Palavras chave:** educação em ciências, formação cidadã, CTSA, pesquisa qualitativa crítica.

## Introducción

Las prácticas de enseñanza heredadas del siglo XIX están limitadas a proponer sistemas científicos aislados de toda dimensión histórica y contexto (Fourez, 1997), por lo tanto, no suplen la necesidades requeridas por la sociedad, ni reconocen en parte, los procesos históricos que han permitido la construcción de dichos saberes. Por tal motivo cuando estos procesos se llevan a cabo con comunidades de jóvenes y adultos que están terminando su proceso de escolarización, se dan como acontecimientos vacíos sin ninguna intencionalidad aparente, ya que constituyen simplemente un requisito para la obtención de un título y, en consecuencia, más y mejores opciones laborales.

Los procesos de Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) deben brindar la posibilidad al ciudadano de tomar una postura crítica con respecto a las situaciones en las que se encuentra involucrado a diario, y no solo colmarlo de un banco de conceptos descontextualizados y poco eficaces (Fourez, 1997).

Así, la enseñanza debe pensarse, ya no como una transferencia de saberes, si no como la formación de un individuo capaz de asociar cada uno de los aspectos de su contexto con los conocimientos construidos en los procesos de formación. Es entonces cuando surge la necesidad de una ACT que responda a las necesidades de la sociedad actual y que no se limite únicamente a una transferencia de conceptos poco útiles e irrelevantes en el momento de tomar una decisión respecto a una situación específica (Fourez, 1997).

En este sentido el trabajo propuesto presenta aspectos relevantes de una investigación que tuvo como objetivo el análisis de la alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos desde los aportes de la discusión de los aspectos controvertidos de las Cuestiones Socio-Científicas (CSC) con base a una situación controvertida local. De acuerdo con este objetivo se buscó generar espacios de discusión que involucraran las implicaciones de la ciencia y la tecnología, en el contexto local de participación social de los sujetos, para la toma de decisiones frente a los problemas sociales, culturales y medio-ambientales que genera la contaminación de los recursos hídricos por la acción industrial.

En suma, el trabajo se orientó a que los procesos de ACT, con jóvenes y adultos, formen ciudadanos críticos, conscientes de las implicaciones tanto favorables como desfavorables, propias de las temáticas que envuelven la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. Entonces, la implementación de

la CSC se torna importante en estos procesos, pues estimula en el estudiante la conformación de las relaciones existentes entre los entornos: medio-ambiental, económico, político, social y cultural de situaciones reales, que admiten la discusión en forma dinámica y articulada de contenidos científicos; lo que permite a su vez que los estudiantes comprendan el mundo social en el que viven y desarrollen actitudes y valores comprometidos con la ciudadanía (Martínez & Torres, 2010).

En este orden de ideas la investigación se fundamentó en una conceptualización de la alfabetización científica y tecnológica y en el abordaje de CSC en la educación de adultos, resaltando aquellas cuestiones que tienen una incidencia local.

### **Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT)**

La lectura y la escritura, contempladas tradicionalmente como acciones mecánicas y habilidades técnicas que no tienen implícitas ninguna responsabilidad aparente a nivel cultural ni social, pasan a convertirse en acciones que conllevan una lectura de la realidad y un movimiento cultural que tiene implicaciones fuertes dentro de las esferas sociales (Freire, 1990). Desde esta perspectiva, aprender a leer y a escribir es un compromiso de carácter social, político y ético, que no solo contempla un conjunto de símbolos y significados, si no que emplea estos como herramientas de interpretación de las realidades sociales desde la experiencia y las vivencias de cada individuo y las articula con los saberes estipulados (Fourez, 1997).

Siguiendo lo anterior, Fourez (1997) plantea que la ACT combina tres ejes de valor: el económico-político, el social y el humanista. El eje económico-político resalta que es necesario la participación de la población en la cultura científica y técnica, para que las economías no tengan problemas y no se demoren en despegar; el eje social admite que si hay una cultura científica y tecnológica en los sistemas democráticos, no serán más dependientes de la tecnocracia, y que por lo tanto el objetivo de la ACT es divulgar a la población los conocimientos necesarios para que las decisiones de los técnicos puedan ser comprendidas y controladas, delegando responsabilidades a la sociedad, de tal forma que los ciudadanos puedan ejercer un papel más activo frente a las ciencias y las tecnologías. Por último, el eje humanista pretende que cada ser humano tome parte de la cultura científica y tecnológica, que se comunique con los otros acerca de las cosas que pasan en el mundo y que mantenga una posición al respecto.

Desde esta perspectiva la ACT persigue tres finalidades: la primera es la autonomía del individuo, permitiendo que este establezca una relación más pareja e igualitaria con los expertos y/o especialistas. La segunda, es la comunicación con los demás en su contexto cultural, social, ético y teórico; proveyendo palabras, conceptos y estructuras de representación que permitan comunicar a otros las vivencias. La tercera y última pretende que el ciudadano adquiera un cierto manejo del entorno, lo cual implica un saber hacer y un poder hacer (Fourez, 1997). De lo anterior se afirma que los procesos de ACT constituyen procesos sociales que permiten un cambio cultural, en donde el individuo toma responsabilidad a propósito de las situaciones que envuelven lo relacionado con la ciencia, la tecnología y la sociedad, buscando la justicia y la equidad social.

En suma, según lo expuesto por Santos (2007), involucrar las relaciones existentes entre la ciencia, la tecnología y la sociedad es promover una Educación en Ciencias en los ciudadanos, ayudándolos a construir conocimiento, habilidades y valores necesarios para tomar decisiones y soluciones responsables en relación con su realidad. En ese orden de ideas la ACT debe, de igual forma, desarrollarse como un proceso cultural que contemple las necesidades e implicaciones de la misma en la comunidad y en los sectores políticos, económicos y ambientales; como lo enuncia Fourez (1997), dejar de lado la idea de que el estudio de las ciencias busca una verdad absoluta y, en cambio, asociarla con las condiciones actuales de la sociedad.

En esta línea de trabajo, la investigación desarrollada, retoma la clasificación de los niveles de alfabetización científica propuestos por Shen (1975), (citados en Sabariego & Manzanares (2006), y por Marco (2000) (citados en Gil, Sifredo, Valdés, & Vilches 2005), que consideran aspectos de los ejes de formación expuestos por Fourez (1997), los cuales son:

- ❖ Un primer nivel de alfabetización científica práctica que permita utilizar los conocimientos en la vida diaria con el fin de mejorar las condiciones de vida, el conocimiento de sí mismos, etc. Aquí surge un tipo de conocimiento científico y tecnológico que puede utilizarse para ayudar a resolver las necesidades básicas de salud y supervivencia.
- ❖ Un segundo nivel de alfabetización científica cívica para que todas las personas puedan intervenir socialmente con criterio científico en decisiones políticas, es decir, que el ciudadano tenga participación en la resolución de los problemas sociales.

- ❖ Un tercer nivel de alfabetización científica cultural relacionada con los niveles de la naturaleza de la ciencia, con el significado de la ciencia y la tecnología y su incidencia en la configuración social, es decir que la ciencia sea concebida como producto de la cultura humana.

## Las CSC en la ACT de jóvenes y adultos

Es necesario tener en cuenta lo importante que es implementar las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en los procesos de ACT, las cuales se abordan desde las CSC relacionadas con los entornos: medio-ambiental, económico, político, social, cultural y ético de situaciones reales, que permiten la discusión en forma dinámica y articulada de contenidos científicos. Esto permite al alfabetizando comprender el mundo social en el que vive y desarrollar la capacidad de toma de decisiones con una mayor responsabilidad, como agentes sociales activos, en relación con cuestiones implícitas en la ciencia y la tecnología. Esta discusión también implica actitudes y valores comprometidos con la ciudadanía, en la búsqueda de la preservación y conservación del medio ambiente, junto a la reducción de las desigualdades económicas, sociales, culturales y étnicas.

Entonces, el trabajo con CSC fortalece en los individuos habilidades de pensamiento crítico, el cual es importante en la educación científica para la formación de futuros ciudadanos con conocimientos y capacidades que les permitan tomar decisiones en una sociedad cada día más influenciada por los avances de la ciencia y la tecnología. De lo anterior se evidencia la importancia de la implementación de las CSC en el proceso de ACT y en la divulgación de las ciencias en el aula (Jiménez-Liso et ál., 2010).

Es por eso que al introducir las CSC con un enfoque CTSA se transforman los roles tradicionales del estudiante y del profesor, pues se considera al estudiante como un sujeto crítico en formación, que se prepara para ejercer su ciudadanía en una sociedad influenciada directamente por la ciencia y la tecnología y, por lo tanto, el estudiante comprende el conocimiento científico a nivel conceptual y metodológico, analizando las implicaciones sociales y ambientales que este desarrolla, permitiéndose de esta forma construir valores y actitudes éticas (Martínez, Peña & Villamil, 2007).

En suma, el profesor debe comprender el medio social y económico en el que se desenvuelven los ciudadanos, para disponer de los recursos de intervención necesarios en el reconocimiento del carácter y de las necesidades

de la comunidad, lo que permite realizar una revisión crítica acerca del intercambio de saberes, valorando los conocimientos de los sujetos, y utilizando a la vez herramientas emergentes del contexto para conseguir así un diseño didáctico que se relacione directamente con las condiciones de los participantes que conforman la comunidad; y que a su vez les permita un ejercicio de participación e incidencia en su realidad social. Por lo tanto el profesor asume el rol de un guía que forma sujetos sociales que reconocen su situación, lo que les brinda la posibilidad de cambiar su realidad.

Por consiguiente, la implementación de una CSC en la ACT incentiva la apropiación de las temáticas abordadas, integrando las implicaciones sociales, económicas, culturales y ambientales; requiriendo por parte de los individuos una reflexión y la adquisición de una postura crítica que le permita la toma de decisiones y contribuya en su formación como ciudadano.

Particularmente en esta investigación se hizo énfasis en CSC del orden local de los estudiantes, ya que al trabajar su realidad cercana se tenían mayores posibilidades de motivación y trabajo particular sobre el entorno. De esta forma se propuso trabajar la cuestión local relacionada con la contaminación del río Frío por parte de la actividad industrial, que se presenta en la región de los jóvenes y adultos que participaron de la investigación.

### **El trabajo con Cuestiones Socio-Científicas Locales (CSCL)**

Las CSC son problemas abiertos, complejos y controvertidos, muchos de ellos sin respuestas definitivas, frente a los cuales se encuentran muchas posturas sociales a favor o en contra; lo cual denota su relevancia a medida que transcurre el tiempo y aumentan los avances de la ciencia y los problemas ambientales. Estos acontecimientos emergentes, al ser reales y cercanos, posibilitan el análisis de los problemas globales que caracterizan la situación actual del planeta y la consideración de posibles soluciones (España & Prieto, 2009). En este sentido la situación relacionada con la contaminación del río Frío por la acción industrial en el municipio de Cajicá, Cundinamarca, se constituye como una CSC de orden local. La caracterización de dicha cuestión es presentada en la tabla 1 en conformidad con los aportes conceptuales propuestos por Ratcliffe y Grace (2003) a propósito de la naturaleza de las CSC.

Tabla 1. Caracterización de la CSCL seleccionada

CRITERIO	SITUACIÓN SELECCIONADA
Tiene una base en ciencia.	Tiene una base en la ciencia por dos motivos, el primero establece que los niveles de contaminación son determinados con base a métodos científicos y, por otro lado, los contaminantes producto de procesos industriales son de carácter químico, en este caso, la descarga de grasas animales por parte de la empresa en cuestión (CAR, 2010).
Involucra la formación de opiniones, tanto a nivel personal como social.	Se consolidan múltiples opiniones direccionadas a la acción de los entes reguladores, el proceder de la empresa y las implicaciones de la situación a nivel social, en cuanto a la incidencia sobre la comunidad por el posible cierre de la empresa, o las garantías que debe tener la empresa para funcionar, entre otros.
Es frecuentemente reportada en medios de comunicación, con base en los propósitos del comunicador e información incompleta.	Fuente: El Tiempo – Reportaje ‘Larga agonía del río Frío’; Por Nullvalue (1997). Fuente: El Espectador – Reportaje: Ríos al límite de la contaminación; Por Redacción Vivir (2012). Fuente: RCN Radio – Reportaje: Ordenan cierre preventivo de importante planta de lácteos por contaminar el río Bogotá (2012). Fuente: El Tiempo – Reportaje ‘Multada La Alquería por contaminar el río Frío’ (1998).
Se direcciona hacia dimensiones locales, nacionales o internacionales, atendiendo a estructuras sociales y políticas.	La cuestión socio-científica trabajada tiene una dimensión local, pues se enmarca en una situación concreta del contexto en el que se da el proceso de alfabetización científica y tecnológica de los participantes de la investigación.
Involucra el análisis de la relación costo-beneficio, probabilidad y riesgo.	Involucra el análisis de la relación costo-beneficio de la actividad industrial que contribuye con la contaminación del río Frío, pero también ofrece opciones laborales a la comunidad, así como la oferta de productos de consumo humano.
Involucra consideraciones desde la sustentabilidad.	Considera temáticas alrededor de la preservación y conservación de los recursos hídricos, la creación de normas y entidades reguladoras que garanticen el cuidado de las aguas, y apunta a la concientización de los integrantes de la comunidad en la participación y toma de decisiones desde la responsabilidad social que implica esto con la naturaleza, los recursos naturales y las futuras generaciones (Leff, 2008).
Involucra el razonamiento ético y moral.	El razonamiento ético y moral se evidencia en los aspectos positivos o negativos de las decisiones que se tomen respecto a la situación controvertida seleccionada. Es decir las posturas y acciones de las partes involucradas en la controversia.
Es un tema frecuente de la vida cotidiana.	En la actualidad se escuchan frecuentes campañas alrededor de la conservación y preservación de los recursos hídricos, a causa de la creciente escasez del mismo.

Fuente: elaboración propia.

En concordancia con lo expuesto en la tabla 1, el trabajo con la problemática socioambiental del río Frío se constituyó como una CSCL que concibe la labor científica como una construcción humana y cultural en permanente evolución, tal y como se debe contemplar en los procesos de ACT, en donde existen determinados contextos sociales delimitados por valores, intereses y conflictos (Martínez, 2012).

De acuerdo con lo expuesto, la CSCL fue apropiada para desarrollar procesos de ACT con los jóvenes y adultos del contexto local, pues la problemática controvertida emergió de la realidad social y ambiental de la comunidad, lo que posibilitó el planteamiento de un debate que no fuese ajeno al individuo, permitiendo así análisis de situaciones controvertidas que aportaron con el desarrollo del proceso de ACT, buscando con esto una lectura crítica de la realidad y la participación ciudadana (España & Prieto, 2009). De acuerdo con lo anterior se establece que las CSC se pueden abordar desde la ACT, ya que su misma naturaleza permite proponer diversas soluciones en donde se incentiva la participación social y política del individuo.

## Metodología

La investigación se desarrolló en la Fundación Estudiarte, sede Chía, en el primer semestre del año 2013, con un grupo de 21 individuos entre jóvenes y adultos de género masculino y femenino, cuyas edades oscilaban entre los 17 y 64 años, quienes estaban terminando su proceso de formación básica en dicha institución.

La metodología de investigación fue cualitativa siguiendo los planteamientos de Rodríguez, Gil & García (1996) y empleó como instrumentos para la construcción de los datos, la observación participante, encuestas, registros en audio y escritos de tipo descriptivo de diferentes actividades (entrevistas, discusiones grupales, debates, juegos de rol) que fueron contempladas en el desarrollo de una secuencia de enseñanza.

La investigación cualitativa asumió un enfoque crítico, teniendo en cuenta que el proceso de alfabetización se fundamentó teórica y metodológicamente en autores tales como Paulo Freire (1921 - 1997), cuyos planteamientos favorecen una reflexión crítica de la realidad de los individuos que hacen parte de la investigación, siendo estos concebidos como sujetos activos que hacen parte del proceso y no como elementos u objetos de estudio (Kincheloe & McLaren, 2012).

De acuerdo con lo anterior, la investigación se desarrolló en las siguientes fases:

**Fase 1:** Se caracterizó cómo el grupo de jóvenes y adultos abordó la CSCL relacionada con la contaminación del río Frío, y el vínculo establecido entre la misma y los saberes científicos que conocían; así como los intereses y razones por las cuales se encontraban terminando su educación media. Para determinar el nivel inicial de alfabetización científica y tecnológica de los jóvenes y adultos, se realizó un análisis de los argumentos construidos por los estudiantes, el uso de lenguaje científico y las posturas que demostraron en cada caso, mediante la resolución de una encuesta (anexo 1) y un ejercicio de trabajo de campo desarrollado tiempo antes de iniciar la implementación de este trabajo y que permitió, por un lado, la determinación de la situación controvertida local y, por otro, conocer el grupo de jóvenes y adultos que participaron en esta investigación.

**Fase 2:** De acuerdo con la caracterización llevada a cabo en la fase 1, en esta fase se diseñaron, seleccionaron y validaron con juicio de experto cada una de las actividades que conformaron la secuencia de enseñanza (anexo 2), por medio de la cual se discutieron los aspectos controvertidos de la situación sociocientífica local y las implicaciones de esta en la comunidad de los jóvenes y adultos.

Los objetivos de la secuencia se encaminaron a la comprensión, análisis, reflexión y propuesta de solución de la CSCL, a través de la incorporación e implementación de diferentes conocimientos provenientes de la ciencia. En ese sentido se implementaron videos de reportajes, artículos noticiosos, lecturas, debates y prácticas de laboratorio tal y como se describe en la tabla 2. Las actividades se dividieron en tres momentos: «Al empezar», en el cual se abordó la situación socio-científica local seleccionada; «En desarrollo», en donde se realizó el desarrollo de la secuencia a través de una serie de actividades diseñadas teniendo en cuenta la CSCL y el conocimiento científico inmerso en dicha cuestión; y por último «Tomando decisiones» constituyó la actividad de cierre de la secuencia en donde se pretendía la integración de lo abordado en el proceso de alfabetización y la toma de posturas y propuestas de solución por parte de los participantes.

Tabla 2. Descripción de actividades de la secuencia de enseñanza

MOMENTOS	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Al empezar	Contaminación del río Frío	Se presentó una noticia publicada por el periódico El Tiempo en la cual se anuncia una multa por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca a la empresa La Alquería por contaminación directa sobre el río Frío, y un video reportaje en donde se pregunta a personas de forma aleatoria sobre la responsabilidad en la contaminación del río Bogotá.
En desarrollo	Ubicándonos en el mapa	Se hizo un recorrido por terrenos cercanos al río Frío; la idea era ubicar a los estudiantes en la zona en la que se encontraban, destacando la relación entre fuentes hídricas, industrias, zonas de cultivo y la población aledaña.
	¿De qué está compuesta el agua?	Se planteó un laboratorio virtual cuyo fin era identificar la estructura y composición del agua a nivel práctico.
	¿Cómo circula el agua en la tierra? ¿Cómo llega al río Frío?	Se presentó una explicación a propósito de cómo sucede el ciclo del agua y una práctica de laboratorio cuyo fin era entender cómo transita el agua en la corteza terrestre y forma la subcuenca del río Frío.
	Principales contaminantes del agua	Se presentaron dos tablas sobre los tipos de contaminación del agua y los contaminantes según el sector industrial, con el fin de reconocer y diferenciar esos aspectos.
	No se puede excluir	Se mostró un texto y un mapa conceptual cuyo objetivo era reconocer la incidencia de las empresas a nivel social, posteriormente un video documental acerca de la contaminación del río Bogotá.
Tomando decisiones	Asumiendo roles	Fue la actividad de cierre que desarrolló un juego de roles en donde se incluyeron varias partes implicadas en la cuestión, y cuyo objetivo era la integración de los aspectos trabajados a lo largo de la secuencia en un ejercicio de creación y participación en torno a la problemática planteada inicialmente.

Fuente: elaboración propia.

La implementación de la secuencia se llevó a cabo en un tiempo total de siete sesiones, cada una con una duración de dos horas. Cada sesión fue consignada por medio de grabaciones de audio que después fueron transcritas para analizar el proceso de alfabetización científica y tecnológica.

**Fase 3:** En esta fase se realizó el análisis de resultados que estuvo supeditado a la identificación de los aportes de la discusión de los aspectos controvertidos de la CSCL a la alfabetización científica y tecnológica de los jóvenes y adultos del municipio de Chía, Cundinamarca, participantes de la investigación; para esto se tuvieron en cuenta los planteamientos expuestos por Fourez (1997) y Shen (1975) (citados en Sabariego & Manzanara, 2006) y Marco (2000) (citados en Gil, Sifredo, Valdés & Vilches, 2005), a partir de los cuales se propusieron los criterios de análisis relacionados a continuación en la tabla 3, para identificar la ACT durante las intervenciones y el desarrollo del trabajo de campo.

Tabla 3. Criterios ACT

DIMENSIÓN	CRITERIOS
<b>Práctica</b>	Emplea los conocimientos científicos en la construcción de explicaciones.
<b>Cultural</b>	Relaciona la dinámica de la ciencia con la realidad.
<b>Cívica</b>	Toma una postura y propone soluciones a las situaciones que se presentan con un criterio científico.

Fuente: elaboración propia.

Para el procesamiento y análisis de la información recolectada fue necesario establecer las siguientes convenciones:

Tabla 4. Convenciones para el análisis

CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>CSCL</b>	Cuestión Socio-Científica Local
<b>ACT</b>	Alfabetización científica y tecnológica
<b>J1 – J21</b>	Joven o adulto participante
<b>P</b>	Profesor
<b>SE</b>	Secuencia de enseñanza
<b>A1</b>	Actividad inicial: Contaminación del río Frío
<b>A2</b>	Actividad 2: Ubicándonos en el mapa
<b>A3</b>	Actividad 3: ¿De qué está compuesta el agua?
<b>A4</b>	Actividad 4: ¿Cómo circula el agua en la tierra? ¿Cómo llega al río Frío?
<b>A5</b>	Actividad 5: Principales contaminantes del agua
<b>A6</b>	Actividad 6: Entorno real
<b>A7</b>	Actividad Final: Asumiendo roles
<b>IE</b>	Intervención escrita
<b>IO</b>	Intervención oral

Fuente: tomado y adaptado de Beltrán (2013).

## Resultados y análisis

Para dilucidar la incidencia del trabajo con la CSCL relacionada con la contaminación del río Frío por la acción industrial, en el proceso de ACT de los jóvenes y adultos que hicieron parte de la investigación, se tuvieron en cuenta las dimensiones teóricas en las que circula la ACT expuestas y consolidadas en la fundamentación teórica de esta investigación a propósito de lo que una persona alfabetizada científica y tecnológicamente es capaz de hacer.

En ese sentido el análisis se realizó desde tres dimensiones: la dimensión práctica, la dimensión cultural y la dimensión cívica, y teniendo en cuenta los criterios planteados para cada dimensión, expresados en la tabla 3. De acuerdo a esto se expone a continuación el análisis de cada dimensión y el desarrollo evidenciado en el proceso de alfabetización:

### Construcción de explicaciones desde el conocimiento científico

La discusión de los aspectos controvertidos de la CSCL permite la construcción de explicaciones a partir de los conocimientos científicos abordados, ya que involucra aspectos más allá de los saberes propiamente científicos, relacionándose con el campo social, económico, político, ambiental y ético (Moreno & Jiménez-Lizo, 2011). Desde esta perspectiva la intervención en los procesos de formación con la CSCL permite la integración de las esferas cotidianas en los procesos de ACT.

De acuerdo con los resultados obtenidos para este criterio de análisis, se observó que en la construcción de las explicaciones, los sujetos pasaron de no hacer uso a utilizar de forma creciente el conocimiento científico en las explicaciones, a medida del desarrollo de la secuencia, como se puede evidenciar en la tabla 5; integrando así el conocimiento científico adquirido durante el proceso para responder a cada una de las preguntas propuestas en cada actividad.

Tabla 5. Uso del conocimiento científico para la construcción de explicaciones

ACT	PREGUNTA ORIENTADORA	INT	RESPUESTAS DE LA POBLACIÓN
A1	¿Conoce los efectos causados en el río? ¿Cuáles son?	IO	J6: Como que el agua está más negra, antes era como más clara.
A2	Realice una descripción detallada de la zona visitada.	IE	Descripción (IE) J1 y J6: “[...] el recorrido realizado por nosotros fue en el municipio de Cajicá, la zona conocida como Canelón, en donde encontramos principalmente tres industrias de flores y una industria de refinamiento de sal (Refisal). La principal problemática que encontramos ahí fue el tema de los vallados, porque algunos se encuentran tapados por escombros, además también se podía ver cómo las empresas de flores vertían sus aguas directamente sobre los vallados, los cuales desembocan sin ningún tratamiento en el río y lo contaminan, ya que en las empresas de flores usan muchas sustancias químicas para que las flores tengan mayor vida útil, sin que ninguna plaga las afecte. El aspecto del río es turbio y comienza a tomar un olor [...]”
A3	¿Por qué el agua es considerada como unas las fuentes principales de la vida?	IO	J6: Es el hábitat de muchas especies de organismos vivos, o sino solo es observar las plantas acuáticas o los peces.
A4	¿En qué parte del ciclo hidrológico ubica el agua que transcurre por el río Frío?	IO	J6: Según lo que hemos visto en el ciclo del agua, la parte del ciclo en la que se encuentran los ríos es la escorrentía, que es cuando el agua cae al suelo y se desliza por la superficie.
	En el ciclo del agua, ¿qué tipo de cambios se dan? Explique.	IO	J6: Son cambios físicos porque la estructura del agua se mantiene.
A5	¿Utilizaría el agua del río Frío para beber? ¿Por qué?	IO	J6: Noooo, eso no lo haría, además de todo lo trabajado aquí he visto a veces materia en descomposición y eso según lo trabajado indica la presencia de bacterias peligrosas para la salud.

Fuente: elaboración propia.

A medida que transcurre la secuencia de enseñanza se evidencia el uso de términos de carácter científico que permitieron la construcción de explicaciones para cada caso desde los saberes adquiridos en el proceso. Hacen uso de términos científicos generales y al emplear un término

científico, describen primero su concepto (desde lo que comprendieron), y luego lo emplean en una explicación; se encuentra en ocasiones la alternancia entre el lenguaje científico y el adquirido culturalmente, de tal forma que según lo expuesto por Fourez (1997), se comienza a evidenciar el control del saber científico, entendiéndose las implicaciones sociales de la ciencia en el contexto social y en la problemática planteada desde la CSCL.

Desde esta postura las intervenciones realizadas por el grupo de jóvenes y adultos participantes en la investigación, se clasifican en este criterio porque requirieron de los saberes aprendidos y apropiados por ellos para proponer la explicación necesaria y evidenciar de forma oral la manera como interactúan con esos conocimientos y con la situación que se presenta (DNGC-FD; MEC-T, 2007).

Ahora bien, la implementación de la CSCL generó en ellos un interés mayor por conocer la problemática que emerge de su entorno, las causas y las consecuencias de la misma, para conocer los riesgos que enfrentan todos los días de manera involuntaria, y de igual forma poder explicarlas haciendo uso no solo del conocimiento adquirido durante la experiencia personal, sino también de los conocimientos implicados en la situación que pretenden explicar.

Este criterio evidenció también las relaciones que se establecen entre los conocimientos abordados en el proceso de formación y la situación real que se presenta y se vincula con la CSCL, estableciéndose así un vínculo entre el conocimiento científico y la realidad. Desde esta postura el grupo de jóvenes y adultos partícipes de la investigación, desarrollaron habilidades interpretativas y explicativas a partir de los conocimientos abordados durante el proceso de discusión de los aspectos controvertidos de la CSCL (Moreno et ál., 2011).

### **Relación de la dinámica de la ciencia con la realidad**

La configuración de la ciencia en la sociedad se relaciona con la forma en la que tradicionalmente se ha hablado del saber científico y la construcción del mismo, desvinculándolo de la vida cotidiana; esto sumado al desconocimiento por parte del ciudadano de la incidencia que tiene el desarrollo científico y tecnológico en su realidad tanto de forma positiva como negativa.

En ese sentido el proceso de alfabetización evidenció las ciencias como parte de la cultura humana y la incidencia de las mismas en cada una de las esferas sociales. De esa forma, durante las sesiones y actividades realizadas, se socializó implícitamente una versión y visión de las ciencias y del ejercicio científico en donde se abordaron sus ventajas y limitaciones, sin menospreciar los otros saberes necesarios que posibilitan la formación de un ciudadano crítico y participativo, capaz de intervenir en su entorno y en las decisiones que se toman en este.

Desde esta postura, en las primeras sesiones del proceso, el grupo de jóvenes y adultos no establecía con claridad la relación que tenía la ciencia y la tecnología con la situación controvertida presentada y, por consiguiente, las intervenciones carecían de un criterio científico y no evidenciaban la relación de las dinámicas de la ciencia con esa realidad en particular.

Sin embargo, a medida que avanzó el proceso, las intervenciones establecían cada vez más la relación existente entre la labor científica y la realidad, como se presenta en el discurso del estudiante relacionado en la tabla 6; esto favorecido por la discusión de los aspectos controvertidos de la CSCL, haciendo referencia a causas, consecuencias y soluciones de la problemática presentada y, en ese sentido, integrando la ciencia como parte de la cultura humana, y no como un agente externo; preparándose de esta manera para el ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática, en clave de ciencia y tecnología y en mutua dependencia con ellas (Blanco, 2004).

Tabla 6. Relación de las dinámicas de la ciencia con la realidad

ACT	PREGUNTA ORIENTADORA	INT	RESPUESTA DE LA POBLACIÓN
A1	¿Quiénes están siendo afectados por esta situación?	IO	J4: Los animalitos que viven en el río y los que usan esa agua para algo.
A6	¿Qué papel desempeña la industria en la contaminación del río?	IO	J4: Pues la industria es la responsable de la contaminación en parte a nivel de químicos y sustancias tóxicas, por ejemplo a nivel de agricultura usan mucho los plaguicidas y los fertilizantes que también se filtran y van a dar al río.

Fuente: elaboración propia.

### Toma de postura y propuestas de solución a partir del criterio científico

La toma de postura y la formulación de propuestas de solución a los problemas actuales del contexto social, evidencia en los sujetos un ejercicio de la ciudadanía y participación política. Desde esta perspectiva, el proceso llevado a cabo con los jóvenes y adultos durante el desarrollo de la presente investigación, propició espacios de participación y reflexión mediante los cuales se pretendía generar en los individuos una abstracción de su responsabilidad social y de la necesidad de conocer los saberes científicos y tecnológicos para realizar una interpretación más completa de su realidad y, asimismo, poder incidir en ella.

Al iniciar con la investigación se encontró que los integrantes del grupo de jóvenes y adultos efectivamente tomaban una postura frente a la situación presentada, sin embargo, esta no evidenciaba un criterio científico, ni una reflexión crítica de la situación que se estaba presentando, pues la posición que ellos asumían la fundamentaban en la opinión personal de acuerdo a su parecer. En la tabla 7 se presenta el caso en particular de la postura y propuesta de solución presentada por uno de los estudiantes que hicieron parte del proceso.

Tabla 7. La toma de postura y propuestas de solución a partir de criterio científico

ACT	PREGUNTA ORIENTADORA	INT	RESPUESTA DE LA POBLACIÓN
A1	¿Consideras que el cierre de la empresa sería lo mejor?	IO	J7: Pues sería un buen escarmiento, pero los empleados qué hacen.
A5	¿Considera que usted y su comunidad han contribuido con la contaminación de los recursos hídricos?	IO	J7: Sí, creo que todos hemos contribuido a la contaminación del agua, porque todos producimos aguas de desecho en nuestras casas y botamos basura.
A6	¿Cuál es la responsabilidad del ciudadano?	IO	✓ J7: Hacer uso de ella de una manera responsable, mantener las fuentes hídricas limpias.
A7	Juego de roles: Alquilería enjuiciada por vertimientos de agua a los vallados.	IO	✓ J2, J7, J16 y J20 (Jurados): [...] la planta debe recibir alguna sanción, ya que es evidente con las pruebas que mostraron los analistas y los delegados de la CAR que son culpables, pero no nos parece que la solución sea el cierre de la planta, mas bien una regulación más rigurosa y que la planta pague un multa pero además ayude en la descontaminación de las aguas [...]

Fuente: elaboración propia.

Cabe resaltar que la presente investigación no pretendía la sustitución de dichas posturas, sino que estas se enriquecieran con otros elementos importantes al momento de tomar parte en una situación; de tal forma que entendieran cómo la ciencia, la tecnología y la sociedad se influyen mutuamente y, en ese sentido, fueran capaces de emplear conocimientos en la toma de decisiones en su vida diaria (Blanco, 2004).

A lo largo del desarrollo de las actividades se evidenció una integración de los aspectos trabajados en la construcción de posturas y formulación de soluciones a la CSCL trabajada. En la sesión final del proceso, en la cual se desarrolló un juego de roles, se observaron intervenciones construidas desde criterios científicos con relación a la situación planteada; en suma, las demás actividades propuestas durante la sesión propiciaban espacios de participación y socialización en donde alrededor de preguntas orientadoras, los jóvenes y adultos participantes realizaban intervenciones que permitieron observar la integración de las esferas sociales en el abordaje de la CSCL.

Por lo tanto, la ACT desde la dimensión cívica pretendió la autonomía del individuo, en cuanto a los conocimientos que desea aprender y apropiarse, adquiriendo la posibilidad de comunicarse con otros dentro del componente cultural, social, ético y teórico (Fourez, 1997).

## Conclusiones

La educación es el proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes, con el objetivo de ser formada para poder desarrollarse y participar activamente en la sociedad actual. Esto implica, además, conocer las prácticas que se dan en el entorno y, asimismo, la participación inminente como un factor activo de la realidad a la que se hace parte.

En esa medida, el proceso de alfabetización desarrollado permitió la integración de aspectos relacionados con diferentes saberes propios de la realidad de los jóvenes y adultos, de la comunidad participante y del conocimiento científico, abordando las situaciones no solo en la dirección causa-efecto, sino también en la relación efecto-origen (Morin, 2003), imposibilitando la formulación de una solución simplista de la problemática abordada, abriendo puerta a posturas y alternativas construidas por los sujetos partícipes del proceso, en relación a aspectos sociales, en cuanto a la problemática que afecta el contexto social de

los participantes de la investigación (riego de planta con agua contaminada y contaminación ambiental); contemplando así las diferentes implicaciones asociadas a esto en relación con la salud, la economía, el bienestar, la cultura, el cuidado y la conservación del medio ambiente.

De esta manera se logró que los jóvenes y adultos realizaran una lectura de la realidad, la cual los llevó a plantear preguntas, críticas y reflexiones, que constituyen el inicio de un proceso hacia la concientización que a lo largo de la vida se fortalece, pues según Freire (1990) el acto de leer y escribir son construcciones culturales y una acción política que amplía las posibilidades de vida y libertad, ya que permite la construcción de identidades personales y sociales.

En consecuencia, la discusión de los aspectos controvertidos de la CSCL, relacionada con la contaminación del río Frío por la acción industrial, permitió generar en los sujetos la ACT desde las dimensiones práctica, cultural y cívica.

Desde la dimensión práctica en tanto que ellos fueron capaces de utilizar los conocimientos científicos para la construcción de explicaciones respecto a las causas y consecuencias de la contaminación del río Frío, así como las implicaciones sociales y ambientales que emerge de esta problemática, donde utilizaban los términos apropiados alternando entre lo construido en su cotidianidad y lo aprendido durante el proceso.

En la dimensión cultural, ya que ellos lograron concebir la ciencia como parte de la cultura humana y así reconocer que los deterioros ambientales producto de su avance, son también producto de acciones humanas, visualizando entonces que tanto la ciencia como la tecnología tienen limitaciones y perjuicios, así como beneficios, y que depende del uso que se haga de ellos para que se manifiesten en la comunidad.

Y en la dimensión cívica, pues se logró incentivar por medio del proceso, la intervención social con criterio científico en decisiones políticas, sociales y ambientales, buscando la participación del ciudadano en la solución de la problemática presentada por la cuestión, desde los espacios de reflexión y discusión generados durante el proceso, en donde se evidenció la construcción de argumentos sólidos entorno a las causas, efectos y consecuencias de la problemática, así como las propuestas de solución pertinentes para la situación.

Finalmente, en lo que se refiere a la contaminación del agua del río Frío por la acción industrial, se espera que, a partir del trabajo realizado con los jóvenes y adultos, se genere una reacción con la cual se pueda empezar a dar solución desde los dirigentes del municipio, la comunidad y las industrias.

## Referencias

- BLANCO, A. (2004). 'Relaciones entre la Educación Científica y la Divulgación de la Ciencia'. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [1 (2) 70-86].
- BELTRÁN, J. & MARTÍNEZ L. (2013). *Argumentación en clases de química, a partir de una cuestión socio-científica local (CSCL)* [Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional, Colombia].
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL (CAR) (2010). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá*. Recuperado el 4 de marzo de 2013 de [http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T\\_NORMA\\_ARCHIVO&p\\_NORMFIL\\_ID=305&f\\_NORMFIL\\_FILE=X&inputfileext=NORMFIL\\_FILENAME](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=305&f_NORMFIL_FILE=X&inputfileext=NORMFIL_FILENAME)
- DIRECCIÓN NACIONAL DE GESTIÓN CURRICULAR Y FORMACIÓN DOCENTE (DNGCyFD) Y MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA REPÚBLICA DE LA ARGENTINA (MECyT) (2007). *Proyecto de alfabetización científica y transposición didáctica*. Argentina: MECyT.
- ESPAÑA, E. & PRIETO, T. (2009). 'Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos'. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [6 (3) 345-354].
- FOUREZ, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- FREIRE, P. (1990). *La naturaleza política de la educación: cultura poder y liberación*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- GIL, D.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P. & VILCHES, A. (2005). '¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual?' U. O. Caribe *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años (15-29)*. Santiago de Chile: Andros Impresores.
- JIMÉNEZ-LISO, M.; HERNÁNDEZ-VILLALOBOS, L. & LAPETINA, J. (2010) Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la

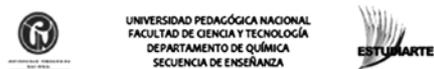
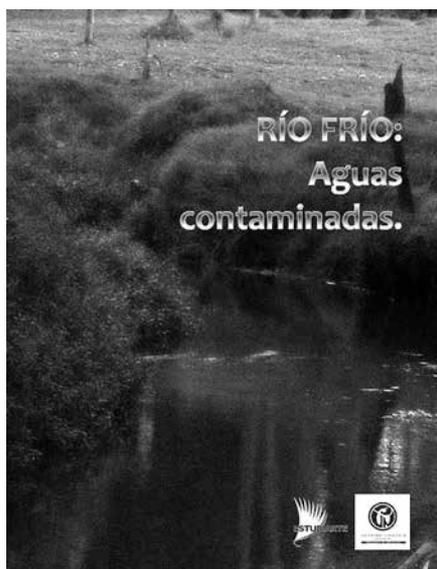
- prensa en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [7 (1) 107-126].
- KINCHELOE, J. & MCLAREN, P. (2012). 'Replanteo de la teoría crítica y de la investigación cualitativa'. DENZIN, N. & LINCOLN, Y. *Manual de investigación cualitativa* [(2) 241-315]. Barcelona: Editorial Gedisa.
- LEFF, E. (2008). *Discursos sustentables*. México: Siglo XXI Editores.
- MARTÍNEZ, L. (2012). *Questões sócio-científicas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo: Editora Unesp.
- MARTÍNEZ, L. F. & TORRES, N. Y. (2010). 'Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones socio-científicas de los xenobióticos'. *Tecné, Epísteme y Didaxis* [(29) 65-85].
- MARTÍNEZ, L., PEÑAL, D. & VILLAMIL, J. (2007). 'Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente a partir de casos simulados: una experiencia en la enseñanza de la química'. *Revista Ciência & Ensino* [N.º especial (1) 104-129].
- MORENO, D. F.; LÓPEZ, N. C.; CARVALHO, W. L. & MARTÍNEZ, L. F. (2011). A abordagem de uma questão sócio-científica na educação de adultos. SANTOS, W. & AULER, D. [org] *CTS E Educação Científica: Desafios Tendências E Resultados De Pesquisa*. Brasil: EDU – UNB (347-371).
- MORENO, N. D. & JIMÉNEZ-LIZO, M. R. (2011). 'Las controversias socio-científicas: temáticas e importancia para la educación científica'. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* [(91) 54-70].
- MORIN, E. (2003). *Introdução ao pensamento complexo* [4ª Edição]. Instituto Piaget.
- RATCLIFFE, M. & GRACE, M. (2003). *Science Education For Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Oxford: Open University Press.
- RODRÍGUEZ, G.; GIL, J. & GARCÍA, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, Archidona: Editorial Aljibe.
- SABARIEGO, J. & MANZANARES, M. (2006). 'Alfabetización científica'. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS + I*. México.
- SANTOS W. L. P. (2007) Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. 'Revista Ciência & Ensino' [N.º especial (1) 149]

## ANEXOS

### Anexo 1. Caracterización de la población

	UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN	
NOMBRES Y APELLIDOS: _____ EDAD: _____ SEXO: _____		
Apreciado estudiante, a continuación se presenta una serie de preguntas, a propósito de su lugar de residencia, información personal, familiar y algunas situaciones relacionadas con su entorno. Les solicitamos responder cada una con la mayor disposición, agradecemos su colaboración.		
1. Indique el nombre de la ciudad o municipio en donde vive:		
a. Chía	b. Cajicá	c. Zipacrán
d. Tibito	e. Cota	f. Otros: _____
2. Su casa se encuentra ubicada en:		
a. Área rural.		b. Área urbana.
3. ¿Actualmente se encuentra trabajando? ¿En qué?		
_____ _____ _____		
4. ¿Cuál es la razón por la cual desea terminar el bachillerato?		
_____ _____ _____		
5. ¿Planea seguir estudiando?		
_____ _____		
6. ¿Considera importante en su formación el estudio de las ciencias? ¿Por qué?		
_____ _____ _____		
7. ¿Conoce usted el río frío? Describa brevemente lo que sabe a cerca de este río.		
_____ _____ _____		
8. ¿Usted o su familia hacen uso de las aguas del río Frío?		
_____ _____		
9. ¿Conoce algún problema relacionado con el uso del agua del río frío? ¿Cuál sería este?		
_____ _____ _____		

### Anexo 2: Secuencia de enseñanza. Río Frío: aguas contaminadas.



#### TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	2
GENERAL .....	2
CONCEPTUALES .....	2
PROCEDIMENTALES .....	2
ACTITUDINALES .....	2
<b>AL EMPEZAR...</b> .....	3
CONTAMINACIÓN DEL RÍO FRÍO .....	3
<b>EN DESARROLLO...</b> .....	5
UBICÁNDONOS EN EL MAPA .....	5
¿DE QUÉ ESTA COMPUESTA EL AGUA? .....	6
¿CÓMO CIRCULA EL AGUA EN LA TIERRA? ¿CÓMO LLEGA AL RÍO FRÍO? .....	7
PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA .....	10
ENTORNO REAL .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>TOMANDO DECISIONES...</b> .....	14
ASUMIENDO ROLES .....	14



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
SECUENCIA DE ENSEÑANZA



### PRESENTACIÓN

Los procesos de educación y formación de ciudadanos, deberían ofrecer al individuo la posibilidad de asumir un papel activo en las situaciones que lo involucran diariamente, ya que, si bien es importante el aprendizaje de conceptos, uno de los propósitos de ese aprendizaje es que el individuo tenga las herramientas para enfrentar el mundo que lo rodea y del cual él hace parte.

El diseño y estructuración de esta secuencia de enseñanza, tiene como propósito que los jóvenes y adultos que se encuentran validando el bachillerato por ciclos en el municipio de Chía, Cundinamarca, participen de un proceso de alfabetización científica y tecnológica que más allá de permitirles obtener un título, incida de forma directa en sus acciones y razonamientos a propósito de las situaciones a las que se enfrentan, ejerciendo el papel político que les pertenece y tomando una postura crítica en el contexto en el que se desenvuelven.

La estructura y diseño de la secuencia está basada en actividades que centran la atención en una cuestión socio-científica local relacionada con la contaminación del río río, sus agentes contaminantes, incidencia de dicha contaminación en la economía, la salud y la calidad de vida.

La secuencia incluye, en primer lugar el impacto ambiental de la contaminación del río a causa de las industrias y la población, seguida de una conceptualización con respecto a lo que es el agua, su importancia para la vida, sus cambios y propiedades físicas, su ciclo y los tipos de agua que se pueden encontrar. De igual forma, cada actividad está apoyada por videos y lecturas, que favorecerá el proceso de alfabetización científica y tecnológica en los participantes del proceso.

Las lecturas y videos empleados como apoyo en la secuencia de enseñanza, son de dos tipos: por un lado, explicativos, pues se refieren a cómo se dan los procesos de contaminación o ayudan al fundamento conceptual de la secuencia en relación con el agua; y por otro lado, los de carácter noticioso, relacionados con la contaminación del río, del agua, la importancia de la misma, centrados no solo en aspectos conceptuales, si no en la controversia, por medio de los cuales se pretende generar una movilización en el pensamiento de los participantes del proceso de alfabetización y la toma de posturas desde una posición crítica al respecto, teniendo en cuenta todos los aspectos implicados en la problemática.

Por último, es importante resaltar que cada una de las actividades realizadas, serán registradas con grabaciones orales y fotográficas, que permitan la colecta de información producto de dicho proceso.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
SECUENCIA DE ENSEÑANZA



### AL EMPEZAR...

#### CONTAMINACIÓN DEL RÍO FRÍO

##### MULTADA LA ALQUERÍA POR CONTAMINAR EL RÍO FRÍO.

Por: EL TIEMPO

Una multa de \$5 millones 440 mil 672 pesos le impuso la Corporación Autónoma Regional (CAR) de Zipaquirá, a la empresa Sociedad Productora Naturales S.A. La Alquería, ubicada en Cajicá, por contaminar el cauce del río Frío con vertimientos industriales. La medida fue tomada luego de un largo proceso de seguimiento y control ambiental sobre sus efluentes, que nace en Zipaquirá en el páramo de Guerrero, recorre los municipios de Tabío, Cajicá y Chía, y desemboca luego en el río Bogotá.

En marzo de 1997, la CAR ordenó la suspensión de los vertimientos de la industria hasta tanto ellos presentaran una alternativa de tratamiento de sus aguas residuales, que cumpliera con el criterio de calidad ambiental impuesto por la entidad.

En el río Frío los funcionarios de la entidad encontraron que las aguas de este cauce presentaban un leve estado de contaminación al llegar a Cajicá. Para a su paso por la Alquería y demás industrias del sector, convierten el río en una cloaca que genera trastornos en la salud de la comunidad, dijeron funcionarios.

La resolución ordena que por incumplimiento de la orden de suspensión de vertimientos y por no haber presentado ante la corporación el plan de manejo para sus aguas residuales, se le impone una multa de dos salarios mínimos legales diarios, que empezaron a contar desde marzo del año pasado, cuando se le hizo la primera suspensión hasta ahora, lo que suma unos \$5 millones de pesos, dijo Nicolás Escobar, director de la CAR regional Zipaquirá.

Escobar explicó: La Alquería no está vertiendo directamente al río Frío sino que están llevando los vertimientos por unos tuberíos a unos vallados y luego lo captan para luego. Lo que pasa es que, como autoridad ambiental, condicionamos a La Alquería para que presentaran a la Corporación su sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de darle una aprobación, pero ellos nunca presentaron nada. Lo que están haciendo no es una propuesta viable técnicamente. Además, no fue presentada a la corporación. En conclusión, el funcionario explicó que al llegar el agua a esos vallados los vertimientos se realizan al río de manera indirecta.

Carlos Enrique Cavalier, propietario de la industria, dijo que la multa no está confirmada. La CAR primero tiene que hacer una verificación. Antes de multarnos, deben tener una caracterización de las aguas. Nosotros cogemos el agua, la limpiamos, le hacemos un tratamiento y lo estamos utilizando para riego. Ellos dicen que lo estamos botando por los vallados y esto no es cierto. Tratamos el agua, le bajamos el pH, le quitamos la grasa y lo utilizamos para riego en los potreros de la industria. No estamos haciendo vertimientos al río.

La CAR, también dio órdenes de cierre para algunas cancheros y botaderos de basura, como es el caso del botadero de basura de Pacho, en el Páramo del Aguila, donde nace tres quebradas, y ya hay expediente y formulación de cargos para todas las empresas curtidoras de la zona de Chocóate.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
SECUENCIA DE ENSEÑANZA



### OBJETIVOS

#### GENERAL

- ◆ Promover la alfabetización científica y tecnológica a través de la discusión de la cuestión socio-científica "contaminación del Río Frío por acción industrial".

#### CONCEPTUALES

- ◆ Reflexionar sobre la realidad a partir de artículos noticiosos y reportajes relacionados con la problemática de la cuestión.

#### PROCEDIMENTALES

- ◆ Establecer un proceso de comunicación, donde se construya una interpretación del entorno utilizando los saberes que aporta el conocimiento científico, para aproximarse a los individuos a la alfabetización.

#### ACTITUDINALES

- ◆ Incentivar en el joven y el adulto la formación de una posición crítica y creativa, capaz de analizar, emitir puntos de vista y juicios de valor acerca de una problemática planteada.
- ◆ Promover la participación del ciudadano en la intervención de la controversia social que afecta su realidad.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
SECUENCIA DE ENSEÑANZA



Lea atentamente, discuta y reflexione:

1. ¿Cuál es la situación que se presenta?
2. ¿Conoce a las partes involucradas?
3. ¿Conoce los efectos causados en el río? ¿Cuáles son?
4. ¿Qué opina a cerca de la decisión de la CAR?
5. ¿Quiénes están siendo afectados por esta situación?

A continuación se presenta un video, que aborda una inquietud central, respecto a la contaminación de los afluentes de agua, a propósito de las condiciones en las que se encuentra el río Frío.

OBSERVEMOS Y OPINEMOS

Observe el video "Por qué está contaminado el río Bogotá?" y opine:

1. ¿Cuál es la principal razón de la contaminación del río?
2. ¿Quién contamina el Río Frío?



<https://www.youtube.com/watch?v=xkixZLH0VZ0U>

EN DESARROLLO...

UBICÁNDONOS EN EL MAPA

Realice el recorrido de la zona aledaña al río, que se encuentra más próxima a su casa o lugar de residencia y tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- o Realice una descripción detallada de la zona visitada, si es posible tome fotografías y anotaciones escritas al respecto.
- o Identifique las industrias, las fuentes hídricas y los cultivos ubicados en la zona.
- o Tome una muestra de agua del sector de su visita.
- o Construya el mapa de la zona recorrida.
- o Exponga el mapa ante sus compañeros y resuelva sus dudas.



Fuente: Google maps

¿DE QUÉ ESTÁ COMPUESTA EL AGUA?

Realice el siguiente laboratorio virtual de la electrolisis del agua en la página web <http://www.objetos.unam.mx/quimica/electrolisis/index.html>



De acuerdo con el laboratorio virtual conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el objetivo del laboratorio?
2. ¿Qué materiales y reactivos se utilizan en el laboratorio?
3. Describa paso a paso todo lo que sucede en el laboratorio.
4. Complete la siguiente tabla:

Volumen (ml) desplazado en el ánodo	Volumen (ml) desplazado en el cátodo

Tabla 1: Volumen desplazados en ánodo y cátodo.

5. De acuerdo con los datos de la tabla analice los resultados.
  6. ¿Qué se puede concluir del laboratorio?
- Socialice con sus compañeros ¿por qué el agua se considera como una de las fuentes principales de la vida?

¿CÓMO CIRCULA EL AGUA EN LA TIERRA? ¿CÓMO LLEGA AL RÍO FRÍO?

Cada una de esas formas en las que se puede encontrar el agua en la tierra, hacen parte de lo que se conoce como el ciclo hidrológico; en este ciclo el agua se encuentra en circulación constante trasladándose de unos lugares a otros y cambiando de fase, por tal motivo los océanos, ríos, nubes y lluvia están en constante cambio, conforme se desarrolla el ciclo.

Este proceso tiene una interacción constante con el ecosistema, ya que los seres vivos dependen de esta sustancia para sobrevivir, y a su vez ayudan al funcionamiento del ciclo hidrológico, el cual tiene diferentes estadios o procesos implicados:

- 1º **EVAPORACIÓN:** El agua se evapora en la superficie oceánica, sobre la superficie terrestre y en los organismos, por la transpiración. También se da el proceso de sublimación, en la superficie helada de los glaciares.
- 2º **CONDENSACIÓN:** El agua en forma de vapor sube y se condensa formando las nubes, constituidas por agua en pequeñas gotas.
- 3º **PRECIPITACIÓN:** Se produce cuando las gotas de agua que forman las nubes se enfrían acelerando la condensación y uniéndose las gotitas de agua para formar gotas mayores que terminan por precipitarse a la superficie terrestre, esta puede ser sólida en forma de nieve o granizo, y/o líquida en forma de lluvia.
- 4º **INFILTRACIÓN:** Ocurre cuando el agua que alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea.
- 5º **ESCORRENTÍA:** Se da cuando el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno.
- 6º **CIRCULACIÓN SUBTERRÁNEA:** Se produce a favor de la gravedad, como la escorrentía superficial, de la que se puede considerar una versión.
- 7º **FUSIÓN:** Este cambio de estado se produce cuando la nieve pasa a estado líquido al producirse el deshielo.
- 8º **SOLIDIFICACIÓN:** Al disminuir la temperatura en el interior de una nube por debajo de 0° C, el vapor de agua o el agua misma se congelan, precipitándose en forma de nieve o granizo.



Fuente: <http://factos2000.mty.fajalga.usgs.gov/tema/04/0401/ciclo-del-agua.html>

**Relacionando lo estudiado.**

Construya con sus compañeros y con la ayuda de su profesor el montaje de destilación que se presenta en la imagen:

Montaje de destilación. Fuente: autor

Observe lo que sucede durante 2 días y anótelo realizando una representación gráfica de lo que ocurre. Responda y socialice las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo relaciona el ciclo del agua con el montaje trabajado anteriormente?
2. ¿En qué parte del ciclo hidrológico ubica el agua que transcurre por el río frío?
3. ¿Cómo relaciona los procesos de contaminación del río frío con el ciclo del agua?
4. En el ciclo del agua, ¿Qué tipo de cambios se dan? Explique.

**PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AGUA**

Lea la siguiente información

PRODUCTOS	CONTAMINANTES
Desagües	Excrementos, Detergentes, Residuos, Industriales, Bacterias, Virus, Parásitos
Basura	Plásticos, Vidrios, Latas, Restos orgánicos
Relaves Mineros	Ácidos Metales tóxicos: Fe, Cu, Zn, Hg, Pb, As, Cd.

Tabla 2. Contaminantes del agua.

SECTOR INDUSTRIAL	SUSTANCIAS CONTAMINANTES PRINCIPALES
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, pH, cianuros, materia orgánica.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácido acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Acetes lubricantes, pinturas, aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones sosa y ácidas.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, bioidas.
Fibras Químicas	Acetes minerales.
Pinturas, Barnices y tintas	Compuestos organometálicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, entre otros.

Tabla 3. Contaminantes del agua según el sector industrial.

Comente y reflexione!

**IDENTIFICANDO CARACTERÍSTICAS**

El agua es entonces una sustancia que según sus características, va a tener unas propiedades físicas y químicas específicas relacionadas con las temperaturas a las que cambia de fase, el color, olor, sabor y pH

A continuación se propone especificar las propiedades físicas enunciadas con anterioridad para dos tipos de agua, según el siguiente cuadro comparativo.

Propiedad	Agua de grifo	Agua del río frío
Color		
Olor		
Turbiedad		
pH		

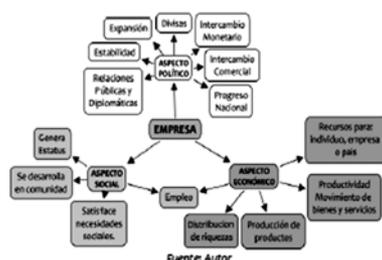
De acuerdo con lo encontrado en el ejercicio anterior discute alrededor de las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo clasifica el agua del río frío? ¿Por qué?
2. ¿Utilizaría el agua del río frío para beber? ¿por qué?
3. ¿Cómo cree que afecta a la sociedad la contaminación del agua desde lo económico, lo político, lo social y salud pública?

**NO SE PUEDE EXCLUIR**

Si bien, el entorno físico y los recursos naturales deben constituir uno de los principales aspectos en el momento de efectuar cada una de las actividades humanas, en la actualidad también se debe tener en cuenta aspectos relacionados a la forma como se desarrollan las relaciones sociales, culturales, políticas y económicas, y el papel que desempeña cada uno de sus actores; por tal motivo, es importante tener en cuenta que la industria juega un papel fundamental en la sociedad de hoy, pues además de suplir la demanda del mercado, hace parte del desarrollo económico y a su vez del sustento básico para cada una de las familias y personas que laboran en ella.

Según lo anterior, el siguiente esquema ilustra las incidencias que tienen las empresas en los aspectos políticos, económicos y sociales de una comunidad.





UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
SECUENCIA DE ENSEÑANZA



**NO SE PUEDE EXCLUIR.**

Observe el video "Una mirada al Río Bogotá" y conteste:

1. ¿Qué papel desempeña la industria en la contaminación del río?
2. ¿Qué incidencia tiene la industria en la sociedad?
3. ¿Cuál es la responsabilidad del ciudadano?

Video: "Una mirada al Río Bogotá."



<http://www.youtube.com/watch?v=Hvj3ewXCA>



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
SECUENCIA DE ENSEÑANZA



**TOMANDO DECISIONES...**

**ASUMIENDO ROLES**

**Actividad Final**

Suponga que se encuentra en un juicio, en el cual se trata de definir el futuro de la empresa "Le Alquería", en el cual participan 4 partes involucradas: la CAR, representantes administrativos de la planta, trabajadores, representantes de la comunidad afectada y analistas de aguas.

Teniendo en cuenta lo trabajado a lo largo de la secuencia de enseñanza, asuma uno de los roles que aparecen a continuación y defienda una postura.

**ROLES:**

- Delegados de la CAR (3): Son miembros del organismo gubernamental que encontró las irregularidades ambientales.
- Administrativos de la planta (2): Son los miembros de la empresa, encargados de demostrar que la planta no ejerce ninguna contaminación ambiental en torno al río.
- Trabajadores (3): Importancia de la empresa para ellos y la comunidad.
- Representantes de la comunidad (4): Afecciones en la comunidad y medio ambiente como producto de la contaminación del río frío, en todos los aspectos.
- Analistas de aguas (2): Encargados del análisis físico, químico y microbiológico de las aguas.
- Jurado (2): Son los encargados de, después de escuchar a las partes, dar una apreciación general de la situación al juez para establecer un veredicto.
- Juez (1): Es el encargado de dar un veredicto, basado en el análisis de la situación, las consideraciones de los jurados y los argumentos presentados por las partes.

Teniendo en cuenta su rol asumido, reúna la información necesaria para tomar parte en el juicio, teniendo en cuenta que el mismo tendrá el siguiente desarrollo:

- 1 - Presentación de cargos por parte del juez.
- 2 - Descripción de lo encontrado por parte de la CAR y las normas que se están infringiendo.
- 3 - Intervención de los administrativos de la planta con relación a los cargos imputados.
- 4 - Llamado al estrado a los representantes de la comunidad exponiendo las afecciones que sufre la comunidad y el medio ambiente.
- 5 - Llamado al estrado a los analistas de agua para exponer los resultados de los análisis de agua.
- 6 - Llamado al estrado de los trabajadores de la empresa para exponer la importancia de la empresa para ellos, la comunidad y sus familias.
- 7 - Consideraciones finales de los delegados de la CAR.