

Incidencia de una secuencia didáctica sobre algunos aspectos del componente sociológico de Naturaleza de la Ciencia, en la evolución de las concepciones de los estudiantes de décimo grado del Colegio Herman Gmeiner SOS, de Ibagué

**Norma Luz García García¹
Edna Eliana Morales Oliveros²**

Resumen. Este trabajo de investigación se fundamenta en determinar la influencia de la aplicación de una secuencia didáctica sobre el componente sociológico de la Naturaleza de la Ciencia (NdC), en el cambio de concepciones sobre NdC, que presentan los estudiantes de décimo grado del colegio Herman Gmeiner SOS. de Ibagué

La propuesta corresponde a la intervención directa, mediante la aplicación de una secuencia didáctica sobre algunos aspectos de la sociología de la ciencia a los estudiantes.

Se adelantaron cuatro fases, conforme al modelo de investigación acción en función de los objetivos específicos: 1). determinar las concepciones de NdC de los estudiantes; 2). reflexión pedagógica para formular la secuencia didáctica sobre NdC; 3). la aplicación de la secuencia didáctica al grupo de estudiantes; 4. el análisis de los resultados obtenidos.

Se concluye que la aplicación de la secuencia didáctica sobre algunos aspectos del componente sociológico de NdC permitió identificar la evolución de algunas de las concepciones en los estudiantes participantes, hacia concepciones mejor elaboradas, lo cual se evidenció en los resultados de los análisis de contenidos establecidos a todo el proceso desarrollado.

Palabras clave: Naturaleza de las ciencias, Didáctica de las ciencias. Concepciones sociológicas.

Abstract. This research seeks to determine the influence of the application of a didactic sequence on the sociological component of the Nature of Science (NdC- for

¹Magister en Educación, Docente Catedrática, Facultad de Ciencias de Educación, Universidad del Tolima. Investigadora del Grupo de Investigación Didáctica de las Ciencias, Universidad del Tolima, Colombia. normaciencia@gmail.com

²Magister en Educación. Profesora, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima. Investigadora del Grupo de investigación Didáctica de las Ciencias, Universidad del Tolima, Colombia. ednaelianamorales@gmail.com

its name in Spanish) in the changes of conceptions about the NdC presented in the students of tenth grade of Herman Gmeinner SOS School.

The developed proposal corresponds to the direct intervention by means of the application of a didactic sequence of some sociological aspects of science to the students.

Following the action research model, four phases were developed: 1). Determine the NdC conceptions of the students. 2). Pedagogical and didactic reflection to formulate the didactic sequence of NdC. 3). Application of the didactic sequence to students. 4. Analysis of results.

It is possible to conclude that the application of the didactic sequence on some aspects of the sociological component of NdC, made it possible to identify the evolution of some conceptions towards more elaborated ones in the students who participated in the research, which was evident in the results of the analysis done to the established content throughout the process.

Key words: Nature of Science, Didactics of Science, sociological conceptions.

Introducción

Existe una diferencia abismal entre la ciencia de punta y la ciencia que se enseña y se aprende, esto debido a que los cambios de la ciencia se dan de manera vertiginosa y la mayoría de profesores los ignoran o no se adaptan fácilmente a ellos, pues se requiere a su vez cambios en el currículo al ritmo de dichos cambios y de aspectos relacionados con la NdC para enseñar lo que permite la comprensión del mundo, para que los estudiantes puedan incursionar en él de manera crítica, reflexiva y participativa.

Por ello, cada vez es mayor el acuerdo para incluir una enseñanza explícita de NdC en el currículo de ciencias; o sea, una enseñanza sobre qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo construye su conocimiento, cómo se relaciona con la sociedad, qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional, etc. Este consenso se ha visto reflejado en los currículos de ciencias reformados en diversos países durante los años noventa (Matthews, 1998; McComas, Clough y Almazroa, 1998; McComas y Olson, 1998).

Se propone entonces, incorporar aspectos del componente sociológico de la NdC, de manera explícita, mediante la aplicación de una secuencia didáctica. Este proceso de transformación debe ser resultado de una propuesta reflexionada, diseñada y sustentada expresamente que conduzca a una adecuada transposición de la NdC.

Marco teórico

“La naturaleza de la ciencia (NdC), se puede definir como un metaconocimiento sobre la ciencia, que surge de las reflexiones interdisciplinarias de una variedad de componentes relacionados con la filosofía, historia, sociología y psicología de la ciencia” (Mc Comas *et al.*, 1998; Tamayo, 2001).

La NdC permite apreciar las ciencias naturales como un producto intelectual muy destacado de la humanidad, y al mismo tiempo conocer sus alcances y sus límites para poder gozar de sus beneficios en forma autónoma, crítica, responsable y solidaria. Es por ello que este componente se debe incluir de forma urgente en la didáctica de las ciencias.

Citando a Barnes y Edge, (1982), Echeverría afirma:

La ciencia es una actividad social que está determinada por sus orígenes, y los valores, creencias y normas que le dan sentido a su praxis, su actividad y producciones, los cuales están dados por el contexto social en el cual se desarrolla y que son cambiantes dependiendo de la vigencia que le da la sociedad en sus diferentes instituciones. En otras palabras, la ciencia incluye una serie de prácticas sociales y comunitarias que deben estar regidas por una axiología de la ciencia. (p. 262).

Según los expertos, la participación ciudadana en las decisiones tecnocientíficas de interés social requiere la comprensión de elementos de NdC (Acevedo, 2008; Adúriz, 2005; Carrascosa, 2005; Lederman, 2006), y Cardozo y Morales (2012) hacen referencia a lo expuesto por diferentes autores; “Por tal motivo la inclusión de la NdC se ha constituido en un importante campo de la didáctica de las ciencias” (p. 91). La comprensión del concepto de ciencia, cómo se elabora y se valida, las diferencias del conocimiento científico con otros tipos de conocimientos, y en especial, la carga axiológica de la ciencia, su relación con la cultura, la subjetividad de los científicos y la naturaleza de las comunidades científicas, son considerados elementos relevantes para un entendimiento complejo de la ciencia como conocimiento y actividad cultural.

En este sentido es importante aclarar que se concibe una concepción como un proceso que se desprende de una actividad elaborada, que lleva implícito un sistema que lo referencia. En otras palabras, la concepción está determinada por sistemas de ideas (García, 1998), con una organización particular cuyo orden responde a un sustrato teórico (inconexo-conexo, adecuado-inadecuado). Para este caso, el sentido se asocia al sistema de ideas construidas consciente o inconscientemente, intencionado o no por los estudiantes sobre aspectos relacionados con el componente sociológico de la NdC, producto de experiencias de aula, información de los medios de comunicación y los dispositivos culturales en los que se encuentran inmersos, etcétera.

A su vez la ciencia está concebida entonces, como actividad regida por múltiples valores sociales, valorada filosóficamente por sus postulados y la axiología de la ciencia como el conjunto de reglas que rigen la actividad científica, por lo que es plural y su metodología también lo es, relacionando entonces la enseñanza de la ciencia como acción intencional sujeta a la pluralidad de los valores que le influyen y que varían por el momento histórico y la cultura.

El fundamento sociológico, permite así, la inclusión de la epistemología, historia y la sociología de la ciencia como parte del discurso metateórico, que ha permitido recontextualizar y revalorar la ciencia, como factores internos y externos que mantienen o modifican significados propios del pensamiento científico, puesto que la ciencia hace parte del amplio contexto cultural y los científicos son permeados por la cultura misma; entonces, la ciencia como actividad cultural, es permeada por los ámbitos sociales y los valores de la cultura donde se desarrolla, ya que el conocimiento nunca puede llegar a ser totalmente objetivo, y los datos, observaciones e inferencias están condicionados por las teorías existentes.

Por tanto, se debe dar una visión distinta de la ciencia, que los estudiantes comprendan el significado de las ideas científicas y que conozcan sus avances pero también sus límites, que identifiquen los procesos que lleva un avance científico, que no existe un único método en el trabajo científico, y que la ciencia evoluciona y conduce a cambios en las teorías y en los modelos construidos por los científicos.

La enseñanza de las ciencias debe, por tanto, tener en cuenta, las necesidades de la sociedad, la cultura y valores de la sociedad y el científico, que limitan la ciencia, como también las características propias del lenguaje científico desarrollado en un contexto plural y comunitario, pues el propósito es de transformación social y cultural y por ello deben construirse estrategias pertinentes para permitir a los estudiantes un conocimiento adecuado de la ciencia que conduzca a incursionar en el mundo de la ciencia y la tecnociencia de manera crítica y reflexiva.

Los aspectos mencionados han constituido la esencia básica de la categorización que orientó los procesos de análisis de las actividades de esta propuesta desarrolladas con los estudiantes, con miras a obtener resultados acordes con los avances teóricos alcanzados por los estudios expuestos.

El marco teórico descrito se ilustra por medio de la tabla 1, en la que se pueden observar las categorías utilizadas del fundamento sociológico que se tuvieron en cuenta, tomando como referencia el cuadro categorial de Aduriz Bravo (2001)

Tabla 1. Cuadro categorial

CATEGORÍA	CONTEXTO	VALORES	LENGUAJES
Subcategoría	<p>Ámbitos sociales</p> <p>Validación de la ciencia</p> <p>Comunidades científicas</p>	<p>Valores que guían las ciencias</p> <p>Relaciones entre ética y ciencia.</p>	<p>La ciencia como producto cultural.</p> <p>Lenguaje propio de la ciencia</p>
Preguntas generadoras	<p>¿En qué ámbitos sociales se desarrolla la ciencia?</p> <p>¿Cómo se crea, acepta, aplica evalúa, valida y se enseña el conocimiento científico dentro de una sociedad?</p> <p>¿Qué comunidades intervienen?</p>	<p>¿Cuáles son las posibles relaciones entre la ciencia y la ética?</p> <p>¿Qué normas y valores guían a las ciencias?</p>	<p>¿Qué características tiene la ciencia como producto cultural?</p> <p>¿Cuál es el lenguaje propio de la ciencia?</p>
Concepción clásica	<p>Se concibe un científico que trabaja de forma aislada e individual, cuyos hallazgos surgen por azar o imaginación de momentos, sus hipótesis se comprueban por experimentación y son validados por sí mismos y algunos por la sociedad.</p> <p>No desarrollan la idea de comunidad científica, y por lo tanto no se le asigna a esta la función de validar el conocimiento científico.</p> <p>Se considera que la ciencia surge en ámbitos de conflicto y problemáticos que demandan su desarrollo para dar solución a estos.</p>	<p>La ciencia es considerada como el surgimiento de nuevos conocimientos que se desarrollan, desconociendo el contexto social, los valores costumbres, creencias y prejuicios tanto de la sociedad como del científico.</p> <p>No establecen ningún tipo de relación entre la ciencia y la ética. Se cree en una ciencia neutra en cuanto a intereses sociales.</p>	<p>Se desconoce la importancia y el concepto de lenguaje científico, únicamente se asume el lenguaje como forma de comunicación.</p> <p>Consideran que a los científicos no les corresponden tomar en cuenta el lenguaje, ya que este elemento es propio de otras disciplinas.</p> <p>El lenguaje sobre ciencia solo sirve a los científicos para explicar los resultados alcanzados por la ciencia, pero no se hace alusión a sus procesos, esfuerzos, dificultades y alcances.</p>

<p>CONCEPCIÓN CONTEMPORÁNEA</p>	<p>Cuando la filosofía de la ciencia toma una connotación social, los sociólogos tienen gran influencia en la ciencia y encuentran la estrecha interacción que tiene con la sociedad, ya que la ciencia está dada en función de las necesidades de la sociedad, debe buscar siempre el beneficio de esta a partir de sus avances y construcciones.</p> <p>Por un lado la ciencia ha dejado de ser considerada una forma autónoma de saber, los hallazgos y avances científicos se deben a comunidades científicas que trabajan de forma colectiva, en la que cada científico aporta desde su saber disciplinario, e interactúa con la multidisciplinariedad de los demás.</p> <p>ya que, según Merton “el objetivo de la ciencia es la extensión del conocimiento y constituye un producto de colaboración social, ya que la ciencia es cooperativa y competitiva” (Merton 1980 p. 67).</p> <p>La ciencia está altamente influenciada por la sociedad, en términos de que es producida por hombres, y aceptada y evaluada por hombres.</p> <p>Por otro lado, la ciencia debe ser enseñada y dada a conocer a los estamentos sociales y es a estos como sociedad o como comunidades científicas a quienes corresponde aprobar o desaprobado dichas construcciones bajo conocimiento previo adquirido mediante una adecuada alfabetización científica.</p> <p>En cuanto a esta validación del conocimiento científico, este también está mediatizado por la sociedad y no solo por la comunidad científica, pues es esta la que acepta o no hechos, hipótesis, problemas e innovaciones y dicho juicio está dado por los valores de la sociedad los cuales son cambiantes.</p> <p>Morin establece: “la científicidad ya no se nos muestra como la pura transparencia de las leyes de la naturaleza. Descubrimos que lleva en sí un universo de teorías, de ideas y de paradigmas, y que todo esto se halla inscrito en la cultura, la historia y la sociedad “(Morin 1982 p. 108).</p> <p>De acuerdo con Echeverría la valoración de las propuestas científicas constituye todo un proceso complejo que recorre a varios criterios de evaluación y que están directamente relacionados con la axiología de la ciencia y toda la praxis científica.</p> <p>También se evalúa el proceso de aprendizaje del conocimiento y la práctica científica, la cual consiste en una labor transformadora en términos de adquirir no solo conocimiento e información, sino también destrezas y habilidades prácticas. (Echeverría, 1998)</p>	<p>La ciencia está permeada por una axiología de la ciencia provista de valores que intervienen. Ahora se deben estudiar las interrelaciones con otras disciplinas o ciencias que activen la construcción de saberes científicos ya que estos deben ser aprobados por la sociedad, dentro de un contexto social determinado por los valores y creencias culturales.</p> <p>De igual manera, los prejuicios, deseos, valores de los científicos influyen directamente tanto en sus propuestas y proyectos como en la forma de desarrollarlos, luego la ciencia incluye una axiología de la ciencia que constituye un procedimiento eficiente con preinscripciones morales y reglas obligatorias (Merton 1977).</p> <p>La ciencia no es neutra, ya que los intereses intervienen en la formulación de observaciones, en las evaluaciones de teorías y en las creencias compartidas por los científicos.</p> <p>Los valores influyen en la práctica científica positivamente, pero también pueden marcarle límites, ya que interactúan en la praxis del científico, la planeación, los datos, las metodologías y teorías de este. De esta manera la actividad científica depende en gran medida de la vigencia de los valores que surgen en instituciones como escuelas, universidades, laboratorios etcétera.</p> <p>Entonces, la ciencia no es solo cognición, es actividad social que está regida por una pluralidad de valores que dan sentido a la praxis científica. En este sentido la ciencia trata de contribuir a mejorar el mundo físico, social e histórico. (Echeverría 1998)</p>	<p>Comprensión de la ciencia, de los períodos históricos de esta y los términos científicos, es decir del conocimiento científico del mundo.</p> <p>El científico debe tener la capacidad de dar a conocer sus construcciones mediante un lenguaje apropiado a los diferentes contextos sociales de sus receptores., pues como afirma Echeverría la ciencia se convierte en un saber en la medida en que es enseñado y aplicado por aquellos que lo han aprendido.</p> <p>La enseñanza de la ciencia posee sus propias técnicas de expresión de las teorías científicas las cuales están mediadas por la sociedad que delimita los conocimientos y las habilidades básicas de un futuro científico. Por lo tanto, se requiere identificar las necesidades sociales y determinar las estrategias pertinentes para permitir a los estudiantes un conocimiento adecuado de la ciencia que conduzca a incursionar en el mundo de la tecnociencia de manera crítica y reflexiva,</p> <p>“la necesidad de una educación científica para la democracia y la ciudadanía” (Gil, Vilches y González,2001)</p> <p>Echeverría plantea que la ciencia tiene dos valores importantes la comunicabilidad, de la que todos los seres humanos tenemos la posibilidad de acceder a ella, y la universalidad que equivale a que el saber teórico y práctico de los científicos es translingüístico y transcultural puesto que puede ser enseñado en cualquier lenguaje y cualquier cultura (Echeverría, 1998).</p> <p>La ciencia actual es una construcción social altamente artificializada que se aplica a los diversos ámbitos para producir transformaciones. Por tanto la enseñanza de las ciencias busca la construcción de representaciones mentales adecuadas y dichas construcciones no son una actividad individual sino que está regulada por los contextos sociales del individuo.</p> <p>“La ciencia y la tecnociencia es una acción modificadora y transformadora de la realidad del mundo” (Echeverría, 1998)</p> <p>Sin embargo, los estudiantes todavía pueden adquirir una imagen distorsionada de la ciencia como actividad y de la ciencia como cuerpo de conocimiento, a menos que se preste atención a la manera como cambia el lenguaje a medida que la ciencia crece, (Sutton, 2003)</p> <p>Según Sutton, los científicos tienen una nueva forma de ver, hablar y hacer las cosas, por lo tanto el profesor en cualquier temática de su disciplina debe buscar la revolución cultural y lingüística mediante el uso de imágenes y términos adecuados y con sentido, que logren el impacto esperado.</p>
--	---	---	--

Fuente del cuadro categorial. Aduriz Bravo (2001)

Metodología

El estudio se realizará mediante un proceso de tipo cualitativo con el diseño de investigación acción (IA), por lo tanto, no se realizará prueba estadística de hipótesis.

Latorre, citando a Carr y Kemmis (1988), plantea:

La IA debe contribuir a la transformación crítica de las prácticas mismas, a identificar las herramientas para la superación de las limitantes que esta pueda tener, ya que no es suficiente con la comprensión interpretativa y la metodología, sino que esta sea capaz de permitir estudiar una situación educativa particular, y analizar sus posibles dinámicas de cambio y mejora (p. 45)

En el estudio se desarrollan cuatro fases básicas: identificación de las concepciones de NdC de los estudiantes, elaboración de la secuencia didáctica, la aplicación de esta en el grupo correspondiente, y, finalmente, el análisis de los resultados de la acción.

El proceso se realizó durante 2011 y 2012; la fase inicial en 2011, cuando los estudiantes se encontraban cursando el grado noveno, y las fases siguientes en 2012.

La Primera Fase

Para la identificación de concepciones de la NdC en los estudiantes del grado noveno del colegio Herman Gmeinner SOS, se recurrió a la metodología cualitativa aplicando un análisis semiótico de imágenes, en el que los estudiantes del grupo que participaron en el proceso elaboraron carteles con las imágenes solicitadas a fin.

La Segunda Fase

Consiste en el diseño y preparación de la secuencia didáctica. En tal sentido el proceso investigativo inició con la teorización, reflexión y diseño de la secuencia didáctica, que se constituyó en toda una secuencia alternativa para la enseñanza de las concepciones de naturaleza de las ciencias. Se desarrolló sobre el componente sociológico de NdC, se implementaron diferentes estrategias metodológicas sobre el colectivo de cuarenta estudiantes que participaron en el proceso, en clases de ciencias naturales.

La Tercera Fase

Consiste en la acción propiamente dicha, esto es, la aplicación de la secuencia didáctica, la reflexión y la observación de las nuevas comprensiones de NdC y las actividades por parte de los estudiantes mediante diagnóstico y corrección permanente con lo cual se hace espiral el proceso. En esta fase la participación activa de los estudiantes fue fundamental en función del cumplimiento de los principios básicos de la IA como lo es tener en cuenta sus problemas, concepciones y posibles soluciones. En esta fase se hicieron filmaciones, grabaciones y consignaciones de cada de las actividades y discusiones que se generen a manera de memoria del proceso.

La Cuarta Fase

La última fase comprende el análisis de los resultados, lo cual se desarrolló a partir de la sistematización de cada una de las actividades realizadas. Posteriormente se hizo la caracterización de la información mediante el programa de Atlas Ti, que permite construir redes de conceptos y concepciones comunes y aisladas, resultados de los procesos desarrollados, para así determinar donde se han presentado sus avances, dificultades y reflexiones de las evoluciones de las concepciones sobre NdC de los participantes, con lo cual se realizó el análisis final. La tabla 2, contiene el proceso realizado.

Tabla 2: Construcción metodológica

<p>ETAPA II</p> <p>Desarrollo del concepto de comunidad científica</p>	<p>Marzo de 2012</p>	<p>Propiciar en los estudiantes la identificación del concepto de comunidad científica.</p>	<p>Con base en los resultados del diagnóstico (Etapa I) se presenta una idea de ciencia que se desarrolla de forma individual, y desconoce la idea de comunidad científica. En consecuencia se propone cuestionar dicha idea mediante una lectura grupal sobre La mirada del lince, la cual narra la historia de una academia científica de gran trascendencia. A partir de la lectura se da un cuestionario de preguntas a desarrollar y se socializan en plenaria.</p>	<p>Documento La mirada del lince</p> <p>Sistematización del cuestionario (04)</p>
<p>ETAPA III:</p> <p>Reconocimiento de la relación ética - ciencia -</p>	<p>Abril de 2012</p>	<p>Facilitar en los estudiantes la identificación de la relación existente entre la ciencia y la ética</p>	<p>La etapa I que se desarrolló con los estudiantes permite identificar que estos no identifican la relación existente entre la ética y la ciencia. Para lograr este propósito se propone proyectar la película Los niños perfectos de Hitler y a partir de ella, se realiza una discusión que tenga como eje central el contexto, los intereses y creencias que tienen los científicos y cómo afectan su trabajo y a su vez, el contexto en el que se desarrollan. (valores científicos y sociales). Posteriormente los estudiantes respondieron unas preguntas y socializaron dicha actividad en una plenaria.</p>	<p>Película Los niños perfectos de Hitler.</p> <p>Cuestionario de preguntas</p> <p>Sistematización de la plenaria(05)</p>

<p>ETAPA IV: Fortalecimiento del concepto de comunidad científica</p>	<p>Mayo 15 de 2012</p>	<p>Reconocer la formación de comunidades científicas como forma de organización para el trabajo de la ciencia.</p>	<p>Para fortalecer la idea de comunidad científica en los estudiantes, se propone por grupos investigar sobre las academias científicas que existieron o que aún se mantienen, sus características, disciplinas en las que se desempeñan y desarrollos científicos. Finalmente cada grupo socializa lo consultado sobre la academia asignada y se construyen conclusiones de la actividad con todo el grupo.</p>	<p>Sistematización de la socialización de la actividad (06).</p>
<p>ETAPA V Identificación del trabajo científico y el trabajo tecnológico.</p>	<p>Agosto 8 de 2012</p>	<p>Identificar la diferencia entre el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico.</p>	<p>La primera actividad de la etapa II permitió vislumbrar que los estudiantes presentan confusión con relación al conocimiento científico y tecnológico. En este sentido se propone realizar un video foro con el documental de la máquina del tiempo, invitando a los estudiantes a identificar el aporte y desarrollo tanto del conocimiento tecnológico como del científico. Sobre esta actividad se desarrolló un conversatorio; para identificar las posturas de los estudiantes frente a ella.</p>	<p>Sistematización de la plenaria realizada (07).</p>
<p>ETAPA VI: Afianzamiento de evolución en las concepciones de ciencia.</p>	<p>Septiembre 5 y 6 de 2012</p>	<p>Fortalecer las ideas de ciencia y científico más contemporáneas</p>	<p>Las actividades desarrolladas en las etapas de secuencia didáctica, han permitido evidenciar una evolución de las concepciones de trabajo científico individual y de laboratorio. Se propone entonces realizar una entrevista con investigadores de ciencia, la entrevista se da con un enfoque en las características del trabajo del investigador, el trabajo en equipo que realiza y las dificultades y logros presentados en dicho proceso investigativo. Al respecto se presentan algunos videos y se termina con un conversatorio que incluye una video conferencia.</p>	<p>Sistematización de la entrevista y el conversatorio (08).</p>
<p>ETAPA VII Determinación de cambio de concepciones de Ndc</p>	<p>Octubre 23 del 2012</p>	<p>Determinar la influencia de la aplicación de la secuencia didáctica aplicada, en las concepciones iniciales.</p>	<p>Una vez aplicadas las diferentes actividades de la secuencia didáctica, se busca determinar si se realizó algún cambio significativo en el grupo de estudiantes participantes, mediante la aplicación de una última actividad que consiste en desarrollar unas preguntas y construir los mismos gráficos que presentaron en la actividad inicial o diagnóstica.</p>	<p>Sistematización de las respuestas a las preguntas elaboradas (09). Gráficos de los estudiantes.</p>

Fuente el autor

Desarrollo

Etapas 1. Reconocimiento de concepciones acerca de la ciencia y los científicos

En una primera etapa se identifican las concepciones presentes en los estudiantes, mediante el desarrollo de tres actividades:

Actividad 1. Construcción de gráficos sobre la idea de científico y de cómo se hace ciencia. Las categorías orientadoras son:

- Categoría 1. ¿En qué ámbitos sociales se desarrolla la ciencia? y, ¿qué comunidades intervienen?



Figura 1.

Las imágenes elaboradas por los estudiantes no muestran un contexto social específico, ya que en todas, aparece un hombre solo (figura 1), ubicado en un recinto a manera de laboratorio, con instrumentos de química generalmente, pero no hay evidencias de trabajo grupal ni otros escenarios que puedan determinar la parte social. Esta caracterización evidencia la concepción de que la ciencia surge de manera individual, desconociendo las comunidades que intervienen en la producción de los conocimientos científicos y el contexto social en el que se desarrollan.

Categoría 2. ¿Cómo y dónde se crea, valida, formaliza, aplica, evalúa y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad?



Figura 2



Figura 3

Los estudiantes asumen que la ciencia se genera a partir de preguntas que les surgen sobre un suceso, de una necesidad emergida en su contexto, mediante la observación, pero desconocen los procesos, los ensayos y errores, las dificultades y

las intervenciones de otros para lograr sus propósitos, así como la manera en que la ciencia se desarrolla, se acepta y se comunica. Otra imagen muestra cómo un científico se forma con base en una experiencia de vida que lo lleva a pensar en la solución a un problema personal o social, así lo ilustran las figuras 2 y 3.

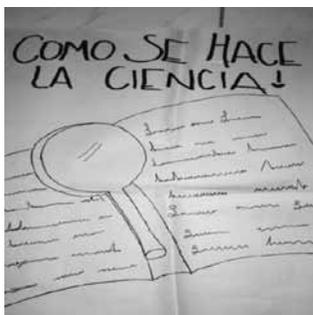


Figura 4

En la figura 4 los estudiantes muestran que la ciencia surge a partir de textos escritos o teóricos, asumen que los científicos hacen ciencia únicamente leyendo teorías ya desarrolladas, desligan así la práctica y la teoría y desconocen la idea de ciencia como práctica social que incluye la confirmación de teorías mediante un trabajo que integra procesos de aplicación de técnicas, ensayos y pruebas para comprobar sus hipótesis y teorías.

Categoría 3. ¿Qué características tiene la ciencia como producto cultural y cuál es su lenguaje propio?



Figura 5

La figura 5, correspondiente a uno de los grupos de estudiantes, en la que particularmente aparece una mujer para representar la idea de científico, puede significar que estos estudiantes han hecho una inclusión cultural de la mujer en el mundo de la ciencia, no común a los demás grupos, que siempre graficaron un hombre como científico, reiterando la idea de género que se ha cultivado socialmente, en la cual se reconoce la ciencia como asunto exclusivo masculino.

Categoría 4. ¿Qué normas y valores guían las ciencias?, ¿cuáles son las posibles relaciones entre ciencia y ética?

Las figuras 6 y 7 describen un científico con aspecto maquiavélico, por su mirada y demás características. Esta forma de expresión está asociada con algunos prototipos vendidos por los medios de comunicación, sobre científicos que se dedican a inventar sustancias con fines malvados, visión deformada de la ciencia, en la que se ignora el componente axiológico en que se fundamenta.



Figura 6



Figura 7

Actividad dos: Elaboración de cuentos de ciencia ficción

Categoría 1: *¿Dónde se desarrolla, formula, valida, comunica y enseña la ciencia?*

En los estudiantes predomina la idea de producción de conocimiento científico sobre todo a partir de la experimentación, como estrategia que permite el desarrollo de prácticas que conducen a alcanzar los objetivos propuestos. Además consideran que dicha experimentación generalmente se realiza en el laboratorio, el cual permite comprobar las teorías y realizar descubrimientos importantes en las investigaciones. Otros estudiantes piensan que la ciencia puede surgir por imaginación o sueños que tienen los científicos, los cuales pueden llevar al desarrollo de nuevos conocimientos de la ciencia.

Categoría 2: *¿En qué ámbitos sociales se desarrolla la ciencia? ¿qué comunidades intervienen?*

Frente a los contextos sociales en los que se desarrolla la ciencia, los estudiantes describen situaciones de caos producto de explosiones que dejan a la humanidad en total desequilibrio social y natural. En consecuencia, los científicos se presentan como salvadores y recuperadores. Algunos ubican los científicos en ambientes militares, donde la ciencia está al servicio de estas entidades estatales. Ejemplo: “Todo era caos y escombros, no existía vida inteligente en el continente americano y en la mitad del mundo solo estaba él, la única persona inmune a la explosión, su nombre era Demócrito”.

En las construcciones de algunos estudiantes se vislumbra además el concebir la existencia de comunidades científicas que intervienen, reconocen los avances de las ciencias y los evalúan. Por ejemplo: “En 1932 James Darwin pasó a revisar entre las cosas de su padre que se habían perdido hace cinco años, descubrió las notas que había estado escribiendo toda su vida y descubrió que había muchos compuestos y elementos, quiso demostrárselo a la casa de la ciencia, no lo creían si no lo podía demostrar”.

Categoría 3. ¿Qué normas y valores guían las ciencias?

Los estudiantes reconocen en los científicos unos valores que guían su trabajo, por lo cual evitan que las producciones científicas afecten a la humanidad. Por ejemplo: “Pero el átomo era partícula indivisible que para las fuerzas malvadas del mundo era muy útil, puesto que tenían un plan malvado, bastante dañino para la humanidad, pero Clark no iba permitir por nada que el átomo fuese entregado o vendido a esas fuerzas malvadas del mundo”.

Describen en sus cuentos la forma como la sociedad ejerce influencia en la ciencia y sus avances, en la medida en que deposita sus esperanzas en los científicos frente a situaciones graves que atraviesa, confiando en ellos la solución a las problemáticas sociales que tiene de conflicto, guerra o maldad, Así:

“Pero aún existía una pequeña esperanza, el ADN de Demócrito contenía la cura”. La figura 8 sintetiza lo anterior.

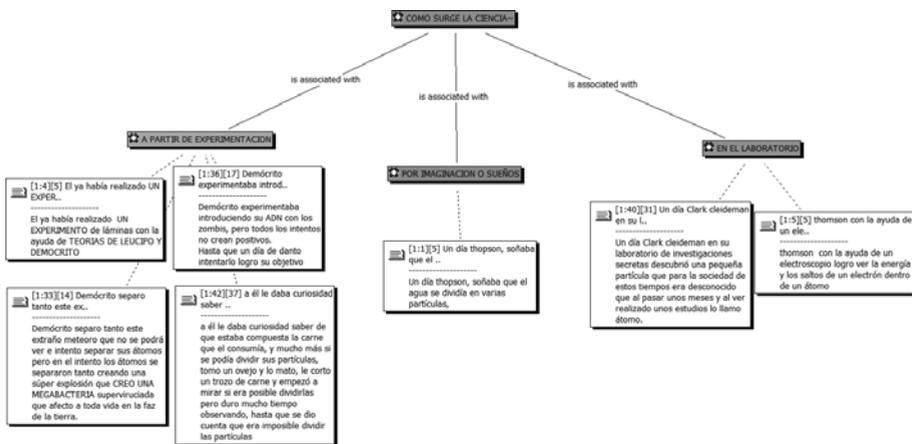


Figura 8. Versiones de cómo surge la ciencia (Atlas Ti)

Actividad 3. Dramatizados sobre un acontecimiento científico

Categoría 1: ¿Dónde se desarrolla, valida, aplica, comunica y enseña la ciencia?

En las fotos 1 y 2, tomadas de las escenas dramatizadas por los estudiantes, reiteramos una ciencia desarrollada en un lugar de trabajo como especie de laboratorio, el cual constituye el lugar de aislamiento del científico para desarrollar sus investigaciones. Generalmente el trabajo es individual, sin la participación de otros científicos o grupos científicos; más bien, ilustran la dedicación de los personajes que se proponen alcanzar sus metas.



Figura 8



Figura 9

Otros grupos muestran el trabajo de forma grupal en el desarrollo de un proyecto, en el que cada uno aporta (fotos 3 y 4). Reconocen la participación de una comunidad científica, cómo los avances de un científico se le dan a conocer y esta aprueba las nuevas teorías; y además asumen que posteriormente los avances científicos son reconocidos públicamente.



Figura 11



Figura 12

Etapa II. Desarrollo del concepto de comunidad científica

De acuerdo con los resultados del diagnóstico, se plantea una lectura grupal sobre *La mirada del lince*, que narra la historia de una academia científica de gran trascendencia, con el objetivo de determinar su naturaleza, actividades y logros alcanzados.

A partir de la actividad los estudiantes valoran el trabajo científico como el espacio para producir saberes, formar comunidad científica e inventar productos útiles a la sociedad. En general se cree que los mayores logros de la ciencia tienen que ver con los hallazgos en medicina, porque son los más aprovechados por la humanidad.

En cuanto a la influencia de la ciencia en la sociedad, asumen que la ciencia es fundamental para el desarrollo de esta, permite el progreso de la humanidad y mejora la calidad de vida. Algunos estudiantes creen también que la sociedad en muchos casos no cree en la ciencia y rechaza sus teorías.

Se percibe en los estudiantes una ciencia de productos útiles al hombre, pero no la idea de una ciencia productora de teorías o conocimientos.

Etapa III. Reconocimiento de la relación ciencia- ética

La etapa I permite identificar que estos no reconocen la relación existente entre la ética y la ciencia. Se proyecta la película “*Los niños perfectos de Hitler*” y se centra la discusión en cómo el contexto, los intereses y creencias de la sociedad y aun de los científicos afectan su trabajo y elaboraciones.

Algunos consideran, al observar la película, una ciencia que hace daño a la sociedad para cumplir con la ideología y los propósitos del gobierno de la época, una ciencia regida por el un gobierno y sus intereses de guerra. Ejemplo: “El gobierno manda a los científicos y no podían hacer lo contrario. La ciencia se ve regida por las leyes de la cultura existente. La ciencia busca ayudar la ideología de la época”.

El grupo en general ha encontrado la relación que existe entre la ciencia y el entorno social en que se encuentre es necesaria para la producción de conocimiento y saberes que la ciencia desarrolle. Los estudiantes comprenden que la ciencia no opera sola o de forma aislada, sino que está regida por condicionamientos políticos o económicos.

La mayoría de estudiantes sostienen que la ciencia puede ser utilizada por ellos Gobiernos como estrategia para obtener sus propósitos, aunque estos carezcan de ética. Algunos grupos consideran que la ciencia como en la película, ha sido partícipe de proyectos no de forma obligatoria, sino guiados por la ambición, la fama o el poder, que en lugar de traer beneficios a la sociedad, le ocasionan perjuicios.

Etapa IV. Fortalecimiento del concepto de comunidad científica

Para fortalecer la idea de comunidad científica en los estudiantes, los grupos investigan sobre las academias científicas que existieron o que aún se mantienen, y finalmente cada grupo socializa lo consultado.

Como resultado, el grupo en general valida el concepto de comunidad científica y su importancia en la ciencia, ya que es la encargada de validar y acompañar los procesos realizados por los científicos.

Los alumnos son conscientes de las dificultades que se pueden presentar cuando no se obtienen los resultados esperados y se pierden los recursos y tiempo invertidos en los proyectos. Además consideran que la dificultad más grande que presenta la ciencia

es la contradicción que tienen con la Iglesia y sus postulados que han constituido un obstáculo para los avances de la ciencia. Esta concepción no se considera como desactualizada, ya que si bien la situación que se narra es de otra época, continúa existiendo una gran controversia entre la ciencia y la Iglesia.

Etapas V. Identificación del trabajo científico y el trabajo tecnológico.

La primera actividad de la segunda etapa evidencia que los estudiantes presentan confusión con relación al conocimiento científico y tecnológico. Se propone un video-foro con el documental “*La máquina del tiempo*”, la actividad consiste en el desarrollo de un conversatorio para identificar el aporte y desarrollo tanto del conocimiento tecnológico como del científico.

Aquí los estudiantes identifican la participación de diversas disciplinas y de científicos que trabajan en equipo para obtener una meta común. Reconocen que la ciencia tiene una estrecha relación con la tecnología, ya que le permite hacer evidentes y visibles teorías y postulados de los científicos. Determinaron la relación de la ciencia y la ética, en la medida en que los principios y prejuicios de los científicos influyen en sus propósitos y en las decisiones que toman frente a los hallazgos de la ciencia.

A pesar de los avances alcanzados es importante anotar que otra actividad con el mismo propósito podría ampliar dudas de algunos estudiantes, que continúan con la confusión entre la ciencia y la tecnociencia.

Etapas VI. Afianzamiento de evolución en las concepciones de ciencia.

Del conversatorio de los estudiantes con el grupo de investigadores de la universidad del Tolima, podemos concluir que

los estudiantes acercaron su idea de ciencia, e investigación científica, dado que concebían estos conceptos como propios de personajes especiales y lejos de sus posibilidades. Reconocieron que los resultados de la ciencia son producto de un trabajo científico grupal, lleno de esfuerzos, dificultades y dedicación.

Sin embargo, a pesar de que los investigadores hablan de su labor y desempeño con mucho entusiasmo e invitan a los estudiantes a hacer parte de estos procesos, algunos estudiantes no parecen tener mucho interés en la ciencia y la investigación; tal vez dicha actitud se vea influenciada por los medios de comunicación, que fomentan más lo tecnológico y lo técnico.

Etapa VII. Determinación del cambio de concepciones:

Para determinar el grado de incidencia de la aplicación de la secuencia didáctica en el cambio de concepciones de los estudiantes, se aplican dos actividades.

La primera, construir los mismos gráficos que presentaron en la actividad inicial o diagnóstica, sobre el concepto de científico y cómo se hace ciencia.

Al respecto encontramos una idea un poco más evolucionada de los estudiantes sobre la ciencia, la cual se desarrolla no de forma individual y aislada, sino en trabajo grupal, con el aporte de varios científicos desde su saber. La imagen del científico, con gafas, avanzada edad y bata blanca ha evolucionado, así como la del científico loco. Así lo muestran las figuras 9 y 10:



Figura 13

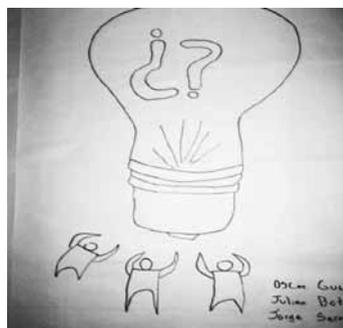


Figura 14

Respecto a la categoría “¿Dónde se crea, valida, formaliza, aplica, evalúa y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad?” los gráficos muestran evolución en cuanto, a que ya no solo relacionan como escenario el laboratorio sino otros espacios de investigación (figuras 11 y 12).



Figura 15



Figura 16

Los estudiantes, en sus gráficos, desconocían los procesos que se llevan a cabo en la producción de conocimientos científicos, en su validación, y formalización y comunicación. Este ejercicio permite evidenciar evoluciones significativas al respecto teniendo en cuenta que dibujan ideas de comunidad científica a la que presentan sus teorías, hallazgos o hipótesis (figura 13).



Figura 17

La figura 14, por ejemplo, muestra un proceso sistemático de la forma como se desarrolla la ciencia; el científico elabora un antídoto contra una enfermedad y lo da a conocer a la comunidad científica, y luego la intervención de la sociedad en él, la que a su vez se encarga de validarlo.



Figura 18

Se hace énfasis en la idea de género que manejan los estudiantes respecto a la ciencia, dado que en la etapa I solo un grupo dibujó la mujer como científica. En esta etapa, los gráficos son más abiertos a la concepción de ciencia, e incluye el género femenino con iguales posibilidades. Ejemplos (figuras 15 y 16):



Figura 19



Figura 20

Además el ejercicio inicial mostraba la concepción de que los científicos solo trabajaban las ciencias naturales, descartando otras disciplinas. En esta etapa podemos vislumbrar un adelanto en la evolución de dichas concepciones manifestadas en las imágenes construidas (figura 17):



Figura 21

Sin embargo, no todos los estudiantes han evolucionado la concepción sociológica de NdC, por lo menos respecto a la imagen de científico, pues un grupo presenta en su dibujo un científico que al parecer ha basado su conocimiento en los libros, lo que indica que efectivamente las concepciones no son tan fáciles de cambiar o evolucionar y algunos estudiantes requieren más de una secuencia didáctica u otras actividades (figura 18).



Figura 22

La segunda actividad está basada en unas preguntas relacionadas con las categorías trabajadas, a las cuales los estudiantes responden de manera individual.

1. ¿Cómo se crea, evalúa, valida y acepta el conocimiento científico? ¿Qué comunidades intervienen?
2. ¿Qué características tiene la ciencia como producto cultural? ¿Existe un lenguaje propio de la ciencia?
3. ¿Qué relaciones existen entre la ética y la ciencia? ¿Existen normas que rigen el trabajo científico?

En cuanto a las respuestas, encontramos los siguientes avances:

Los estudiantes en general consideran que la ciencia surge a partir de interrogantes o hipótesis que se desarrollan de forma grupal, y están de acuerdo en que hay intervención de comunidades científicas, las cuales hacen ciencia, evalúan el trabajo científico, dan a conocer los avances de la ciencia a la sociedad. En este sentido han desarrollado la idea de comunidad científica que desconocían al inicio del proceso.

Consideran que la ciencia es aceptada por la sociedad, integrada por comunidades científicas y por comunidades civiles que validan los avances científicos a partir del impacto positivo que genera, es decir, que se tienen en cuenta las ventajas y desventajas de dicho proyecto para ser aceptado o no.

La mayoría de estudiantes considera que la ciencia influye en la cultura de una región o población en la medida en que puede constituir el cambio de valores y determina un valor agregado ya que proporciona nuevas perspectivas a la comunidad.

Otro elemento en que fundamentan los estudiantes la intervención de la ciencia en la cultura es como generadora de soluciones a problemáticas de la sociedad, lo que incide en los cambios a las condiciones de esta.

Respecto al lenguaje en la ciencia se registra poca comprensión de este, en la medida en que se asume como idioma, aunque algunos admiten que las ciencias tienen un lenguaje que es universal y comprendido, independientemente del idioma. Sin embargo, es necesario reforzar en esta categoría.

Un elemento importante es la relación que establecen de la ciencia con la investigación como proceso requerido para producir nuevos avances y hallazgos científicos.

Con referencia a la relación entre la ciencia y la ética los estudiantes consideran que la ciencia debe incluir unos valores éticos que impidan el desarrollo de proyectos en contra de la humanidad. Algunos asumen que dichos valores pueden o no ser respetados por los científicos dependiendo de su ética particular. Otros creen que

definitivamente no hay relación entre las dos, porque cada una trabaja de forma independiente; posiblemente esto se debe a la falta de conceptualización.

Tabla 3. Síntesis de las categorías y subcategorías identificadas en las concepciones de los estudiantes.

Categoría	Subcategorías	Temática
Epistemología	Método	¿Cómo se elabora la ciencia?
	Racionalidad	¿Cómo se garantiza la validez del conocimiento científico?
	Demarcación	¿Qué distingue el conocimiento científico de otro tipo de conocimiento?
Histórica	Innovación	¿Cómo se producen las novedades de la ciencia?
	Evolución	¿Cómo cambia el conocimiento científico?
	Juicio	¿Qué papel desempeña el científico individual y la comunidad científica?
	Intervención	¿Cómo incide el nuevo conocimiento científico, en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo?
Sociológica	Contextos	¿En qué ámbitos sociales se desarrolla la ciencia? ¿Dónde se desarrolla, valida, acepta, aplica, evalúa y comunica el conocimiento científico? ¿Qué comunidades intervienen?
	Lenguajes	¿Qué característica tiene la ciencia como producto cultural? ¿Cuál es el lenguaje de la ciencia?
	Valores	¿Qué normas y valores guían las ciencias? ¿Cuáles son las posibles relaciones entre ciencia y ética?
Emergentes	¿Cómo son los científicos?	Científico, solitario, aislado o loco
	¿Cómo trabajan los científicos?	Trabajo individual Trabajo grupal Dificultades del trabajo científico
	Relación ciencia-sociedad	Ciencia al servicio de la sociedad Ciencia al servicio del Estado Producción de novedades Ambientes de guerra y conflicto Influencia de la ciencia en la sociedad
	Características de las academias científicas	Producciones Trabajo en equipo Trascendencia Diferentes disciplinas de trabajo
	Relación ciencia-tecnología	Cómo se relaciona la ciencia con la tecnología.

Conclusiones

A partir del objetivo principal propuesto en este trabajo, la aplicación de la secuencia didáctica en los estudiantes del grado décimo del colegio Herman Gmeinner SOS, se hace una revisión a cada uno de los objetivos específicos para determinar su grado de desarrollo.

El primer objetivo específico consiste en la determinación de las concepciones de NdC presentes en los estudiantes, y podemos concluir a partir de las actividades realizadas para tal fin, que se logró identificar dichas concepciones acordes con los estudios realizados, en las que se argumenta la ciencia como propia del género masculino, con personajes de alta intelectualidad que practican la ciencia en laboratorios aislados de la sociedad, la ciencia es de carácter individual y no se conoce la idea de comunidad científica para reconocer, y validar los constructos científicos.

También se pudo evidenciar la confusión que los estudiantes presentan entre el conocimiento tecnológico y el científico, hablan de uno y otro sin discriminación alguna, asumiendo una estrecha pero no diferenciada relación, pues desconocen la tecnociencia como el contexto social y tecnológico de la ciencia.

Los estudiantes suponían que los científicos trabajan muy independientemente, y no existen parámetros ni del Estado ni de la sociedad que limiten sus proyectos, por lo tanto los valores y la ética no hacen parte de la ciencia, ya que cada desarrollo científico depende de la ética personal de quien trabaja en él y por tanto puede ser favorable o desfavorable a la sociedad.

En cuanto a la ciencia como producto cultural, se encontró que los grupos asumen que la ciencia siempre está relacionada con el progreso y desarrollo de un país y es la forma como trasciende en la cultura; relacionan directamente las construcciones científicas con las producciones tecnológicas, como aparatos y artefactos que facilitan la vida.

Respecto al lenguaje, no consideran que el lenguaje tenga intervención en la ciencia, ni desempeñe un papel importante, puesto que ven la ciencia de forma muy cognitiva y experimental, lo que no da lugar a un lenguaje específico, más cuando consideran que la forma de comunicación de los científicos es mínima, básicamente cuando exponen sus construcciones.

El segundo objetivo proponía preparar la secuencia didáctica de acuerdo con los elementos que se encontraron en la etapa de diagnóstico, para lo cual se tuvieron en cuenta los últimos estudios realizados al respecto, las características de los estudiantes y de la institución donde se realiza el proceso, así como los procesos de enseñanza de las ciencias que han tenido dichos estudiantes.

A partir de estas premisas se buscó desarrollar una secuencia de actividades que permitiera incidir explícitamente en las concepciones menos actualizadas encontradas en los estudiantes. Inicialmente se tomó como referencia una secuencia didáctica ya elaborada, para seleccionar algunas actividades y aplicarlas con al finalidad de lograr el objetivo, y luego, de acuerdo con los resultados que se iban obteniendo, se planeaban nuevas actividades para ser aplicadas. Alternamente se hacen lecturas de documentos que alimentan la experiencia y permiten ir haciendo análisis de las actividades realizadas.

La aplicación de la secuencia didáctica al grupo de estudiantes, que corresponde al tercer objetivo específico, se realizó de forma secuencial, paulatina, a partir de la investigación-acción; es por ello que algunas actividades parecen retomar procesos ya desarrollados, pero, requerían ser reforzados, como es el caso de la concepción de comunidad científica, que se reiteró con el propósito de que los estudiantes asumieran esta forma de trabajo científico como la más apropiada.

Es importante anotar que no se contó con la disponibilidad de tiempo para que la aplicación de las actividades fuera continua cada semana, por los que hubo dificultad para retomar las ideas al inicio de cada taller o actividad aplicada, por ello la intervención hecha durante el proceso buscaba conectar las actividades para mantener el proceso y evitar que se perdieran los progresos alcanzados.

El último objetivo corresponde a determinar en qué medida la aplicación de la secuencia didáctica influye en el cambio o la evolución de las concepciones encontradas en los estudiantes.

Al respecto se considera que el proceso ha permitido identificar la evolución de algunas de las concepciones sociológicas de NdC en la mayoría de los estudiantes. En cuanto a la categoría de contexto, por ejemplo, cambiaron la idea de científico que tenían y conocieron las comunidades científicas, la forma como los científicos están vinculados a ellas y que es allí donde dan a conocer sus hallazgos para que los apoyen, aprueben o desapruében. De igual manera valoran el trabajo grupal como estrategia de interacción con científicos de otras áreas disciplinares, con sus respectivas habilidades y teorías.

En la categoría de valores es importante destacar que la actividad realizada, si bien permitió que los estudiantes comprendieran que los científicos no tienen autonomía total para elegir sus investigaciones y metodologías, pues están sujetos a requerimientos del Estado, también la actividad los llevó a creer que los científicos no actúan con ética ni valores, sino únicamente los que les impongan o sean necesarios para llevar a cabo sus metas, las cuales no siempre benefician a la sociedad.

Sin embargo, con el desarrollo de otras actividades los estudiantes comprenden que realmente la ética tiene una clara influencia en la ciencia, pues es la mediadora entre la

sociedad y el Estado, y que los científicos tienen una axiología basada en valores que acompaña todos sus proyectos y que interactúa con los valores de la sociedad.

Frente a la categoría de la ciencia como producto cultural, los estudiantes hablan de diferentes ciencias en las que trabajan los científicos, y se hace inclusión, en otros grupos de la mujer en el trabajo científico.

La trascendencia que los estudiantes aluden a la ciencia en la cultura está relacionada con el progreso y el desarrollo de una región o país, pues asumen que los avances científicos y tecnocientíficos traen grandes beneficios a la sociedad y eso repercute directamente en progreso. En este sentido se requiere, al aplicar la secuencia didáctica, mayor énfasis en una ciencia que trasciende mediante la transformación social, entendiendo que la ciencia actual es una construcción social altamente artificializada que se aplica a los diversos ámbitos para producir cambios.

En cuanto al lenguaje, podemos destacar algunos avances que se alcanzan, en términos de que inicialmente se desconoce el lenguaje como parte importante de la ciencia, pues esta se concibe con un carácter muy cognitivo y experimental; posteriormente los estudiantes reiteran que se requiere una comunicación permanente entre científicos, incluso de regiones o países distantes, que se expresan en forma particular de la ciencia frente a un fenómeno determinado pero, son comprendidos por quienes reconocen expresiones de dicha ciencia.

Es importante destacar que no todos los estudiantes desarrollaron de igual manera este proceso, ya que algunos asumen el lenguaje como la suma de fórmulas y expresiones de una ciencia determinada o simplemente consideran que la ciencia no tiene un lenguaje propio. Por este motivo considero, que las actividades aplicadas pueden no ser suficientes para algunos estudiantes, ya que es relevante dar a entender que la ciencia trasciende culturalmente, en el lenguaje y las costumbres.

La aplicación de la secuencia didáctica permitió confirmar que las dimensiones de la NdC no se pueden desligar, pues en la medida en que se fueron desarrollando las actividades, con el fin de tener cobertura en las categorías del fundamento sociológico, como correspondía al objetivo principal, surgieron unas y otras categorías tanto del fundamento epistemológico como del histórico.

De igual manera se deben tener en cuenta las categorías emergentes que surgen a partir de la realización de esta propuesta, con el fin de que puedan ser incluidas en otros trabajos de investigación.

Referencias

Adúriz, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina Autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 30-140

- Acevedo, A. (1992). Cuestiones de sociología y epistemología de la ciencia, la opinión de los estudiantes. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 6, 16-182.
- Acevedo, J. A; Vásquez, A. y Manassero, M. A. (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación*, (En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2003.328)
- Barnes, B. y Edge, D. (Eds.). (1982). *Science in Context*. Londres-Cambridge. The MIT Press.
- Cardozo, N. y Morales, E. (2012). *Unidad didáctica para la enseñanza de un tópico de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en profesores de ciencias en formación de la Universidad del Tolima (UT)-Colombia, en el marco del proyecto EANCYT*. 91-104.
- Driver, R; Leach, J; Millar, R. y Scott, P. (1996). Young People's Images of Science. *Open University Press*, 37(4), 340-362.
- Duschl, R. (1995). Beyond cognition: The epistemic and social challenges of conceptual change teaching. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Elliott, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.
- Fernández, I; Gil, D; Carrascosa, J; Cachapuz, A. y Praia, J. (2002) "Enseñanza de las Ciencias". 20(3), 477-488.
- Gil, D; Vilches, A; Edwards, M. y González, M. (2001). Análisis del contenido de una exposición sobre la protección del planeta. El jardín planetario. Reconciliar al hombre con la naturaleza. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1.
- Gutiérrez, C; (2010). Concepciones de ciencia en estudiantes de 4° y 5° grado de la institución educativa Hermann Gmeinner SOS de Ibagué, *Perspectivas Educativas* 2 183.
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. New York, NY. Routledge.
- Mc Comas, W; Clough, M; Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. *Science y Education*, 7, (6), 511-532.

- Merton, R. (1980). *Estudios sobre la sociología de la ciencia*. Madrid, Alianza.
- Morín, E. (1982). *Ciencia con conciencia*. Barcelona. Anthropos.
- Tamayo, Ó. y Orrego, M. (Septiembre-diciembre de 2005). Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias, *Educación y Pedagogía*, XVII, (43), 13-25.
- Vázquez, A. y Manassero, MA. (1997). *Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. Memoria final de investigación*. Madrid: MEC-CIDE.
- Zeidler, D. L; Sadler, T. D. y Simmons, M. L. (2003). *Morality and Socioscientific Issues in Science Education. Current Research and Practice. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education. Noordwijkerhout, The Netherlands*. Obtenido de <<http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>>.

Referencia

Norma Luz García García y Edna Eliana Morales Oliveros, “Incidencia de una secuencia didáctica sobre algunos aspectos del componente sociológico de Naturaleza de la Ciencia, en la evolución de las concepciones de los estudiantes de décimo grado del colegio Herman Gmeiner SOS de Ibagué”, revista *Perspectivas Educativas*, Ibagué, Universidad del Tolima, Vol. 5, (enero-diciembre), 2012, pp. 163 - 188

Se autoriza la reproducción del artículo para fines estrictamente académicos, citando la fuente y los créditos de los autores.

Fecha de recepción: 30/10/2012

Fecha de aprobación: 20/11//2012