

# Caracterización de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los estudiantes del programa Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Tolima

Alejandro Leal Castro<sup>1</sup>

**Resumen.** Este trabajo muestra las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que presenta un grupo de siete docentes en formación en el área de ciencias naturales y educación ambiental, seleccionados a partir de un muestreo intencional, recurriendo a un estudio de carácter cualitativo donde se implementó la entrevista en profundidad semiestructurada como instrumento y la técnica del análisis de contenido para develar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en los futuros licenciados. Los resultados reflejan la existencia de una noción imprecisa de ciencia construida más desde el sentido común que por algunos consensos sobre lo que contemporáneamente caracteriza la actividad científica. Además, las concepciones de los docentes en formación son eclécticas, pero con tendencia hacia posiciones de corte positivista. Lo anterior refleja la necesidad de incluir una enseñanza explícita de aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia en los maestros en formación con el objetivo de fomentar desde la enseñanza de las ciencias la alfabetización científica.

**Palabras clave:** concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, docentes en formación, análisis de contenido.

**Abstract.** This paper shows the conceptions of Nature of Science in a group of seven in-service teachers in the area of Natural Science and Environmental Education selected from of an intentional sampling, across to a qualitative study where semi-structured in-depth interview was implemented as a tool and content analysis technique to investigate the conceptions of Nature of Science in the future teachers. The results reflect the existence of a vague notion of science, built more from common sense than from some consensus about what contemporarily characterizes scientific activity. Moreover, in-service teachers' conceptions are eclectic, but with a tendency towards positivist positions. This reflects the

<sup>1</sup>Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Docente, Colegio Inglés, Ibagué, Tolima. Integrante del Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias, Universidad del Tolima, Colombia. alejo1150@gmail.com

need to include explicitly teaching aspects of the NoS in-service teachers" with the aim of promoting scientific literacy from the teaching of science.

**Keywords:** conceptions of in-service teachers, content analysis.

## **Introducción**

Algunas corrientes de la didáctica de las ciencias han ubicado como objetivo prioritario de la enseñanza de las ciencias impulsar la alfabetización científica (Acevedo, 2004; Martín, 2002) permitiéndole al común de los ciudadanos comprender los conceptos, las categorías y el funcionamiento sobre las ciencias y sus procesos, lo cual implica que los docentes en ciencias cuenten con una formación en aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia. La reflexión sobre este propósito de la enseñanza de las ciencias y sus posibilidades de desarrollo práctico han conducido a la realización de investigaciones que tienen por objeto indagar sobre el nivel de apropiación, comprensión y uso de las categorías y procesos que se asocian al concepto de naturaleza de la ciencia. Uno de los asuntos que más llama la atención en relación con este concepto es el problema epistemológico. Así es como a partir de la década de los años noventa la naturaleza de la ciencia se constituye en un componente principal de la alfabetización científica convirtiéndose en importante objeto de reflexión para la didáctica de las ciencias.

Diversas investigaciones señalan la presencia de concepciones sobre la naturaleza de la ciencia ligadas al positivismo, reflejadas en la existencia de un único método científico, otorgando un estatus jerárquicamente superior a la observación y a la experimentación (Erazo, 2006). Al mismo tiempo, algunos trabajos recurren al eclecticismo como categoría para caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia (Cardoso, Chaparro y Erazo, 2006). En el ámbito regional, figuran trabajos realizados acerca de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en libros de texto, profesores universitarios y estudiantes de educación básica secundaria desarrollados por el Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias de la Universidad del Tolima. Sin embargo, no se conocen estudios acerca de la caracterización de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en maestros en formación.

La pregunta de investigación de este trabajo fue ¿cuáles son las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia presentes en los estudiantes del programa Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Tolima? Para tal fin, se plantearon objetivos, posteriormente se elaboró un marco teórico, a nivel metodológico se recurrió a un estudio cualitativo donde se aplicó la entrevista en profundidad semiestructurada como instrumento que permitió recolectar información, tratándose dicha información con la técnica del análisis de contenido.

A partir de las reflexiones contempladas en el análisis de contenido, surgen unas conclusiones y, derivado de ello, se plantean unas líneas con las implicaciones que tales

concepciones suscitan para la educación científica regional exponiendo, además, algunas ideas que pueden orientar la discusión sobre la fundamentación epistemológica de esta licenciatura que sugieren una enseñanza explícita de contenidos relativos a la naturaleza de la ciencia.

## **Marco teórico**

### **El concepto de concepción**

Las concepciones “pueden ser entendidas [...] como una serie de estructuras mentales que median la relación de los individuos con la realidad, un conjunto de esquemas internalizados que condicionan la interpretación que el sujeto puede tener del mundo” (Chaparro y Rojas, 2009, p. 4). Dentro de las características que se le otorgan a las concepciones, Chaparro y Rojas sostienen que “tienen orden y sistematicidad, coherencia y gran poder explicativo, por lo cual se convierten en un tamiz que permite o impide la recepción o asimilación de nueva información o nuevo conocimiento” (Chaparro y Rojas, 2009, p. 4).

Concebidas como estructuras mentales integradas, las concepciones presentan gran estabilidad en el individuo. Los profesores poseen ideas sobre qué es la ciencia, cómo funciona, cuál es su papel en la sociedad, en qué consiste el método científico, cómo cambia el conocimiento científico, cuál es el papel de los errores en la actividad científica, qué relación existe entre ciencia-sociedad, cómo es la relación entre teoría-observación, quiénes hacen ciencia y otros aspectos relacionados con las características de la actividad científica. De tal forma, las concepciones van a ser entendidas como estructuras mentales integradas que se caracterizan por poseer gran estabilidad y consistencia pero que al mismo tiempo pueden ser removidas. Estas estructuras mentales son una especie de tamiz o mediador que le permite al futuro docente comportarse de una manera determinada en el ámbito de la enseñanza de las ciencias.

### **Breve recorrido sobre el debate en filosofía de la ciencia a partir del siglo XX**

La primera institución que realizó estudios sobre filosofía de la ciencia fue la Universidad de Viena en 1922 (Echeverría, 1998). Con la constitución del círculo de Viena inició un siglo que presentó múltiples debates en torno a las características de la ciencia. El gran proyecto del círculo fue la enciclopedia para la ciencia unificada, que surgió con el objetivo de culminar el programa positivista de Comte y en oposición a la metafísica (Mardones, 1991). Así, cualquier fenómeno que no presentara correlato empírico era considerado como pseudocientífico. La inducción y la verificabilidad también eran características de la escuela de Viena.

La tradición del círculo de Viena fue predominante hasta la década de los años cincuenta. En 1962, Putnam propuso el nombre “concepción heredada” que sostenía la

distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación propuesta por Reichenbach (Echeverría, 1998). El énfasis se centraba en el resultado final, relegando a un segundo plano los estudios sobre la génesis del conocimiento científico. La ciencia solamente debía centrarse en la justificación de lo descubierto. Como postura que comporta al círculo de Viena, la concepción heredada planteaba que era posible realizar la distinción teórico/observacional. Una cosa era la teoría y otra era la observación. Además, el progreso científico se presentaba de manera acumulativa.

A partir de la década de los años sesenta se produjeron varios cuestionamientos a las tesis de la concepción heredada. Popper, Hanson, Toulmin y Kuhn debilitaron, con sus aportes, las tesis de dicha concepción. Toulmin insistió en la dinámica de las teorías, en la importancia de la historia y del contexto de descubrimiento; Hanson planteó la visión como una acción cargada de teoría; Popper criticó el inductivismo, la distinción teórico/observacional y el verificacionismo; y Kuhn disintió fuertemente de las tesis de la concepción heredada, considerándolas ahistóricas y cuestionando la distinción entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación. Justamente, este último autor marcó un giro en los estudios sobre filosofía de la ciencia. “La estructura de las revoluciones científicas” (Kuhn, 1962) supuso la entrada de aspectos sociales e históricos en los estudios sobre la ciencia, considerando la importancia del contexto histórico-social en el cual se produce el conocimiento científico.

El modelo reticular de Laudan supone un revulsivo contra las tesis del círculo de Viena. La interacción de la metodología, la historia y la axiología de la ciencia constituyen cierto distanciamiento de las tesis que centran las reflexiones sobre la ciencia en los aspectos metodológicos y epistemológicos. Ahora, los valores de la comunidad científica y el contexto social-cultural-político desempeñan un papel relevante en la actividad científica. Para Laudan, los programas y las teorías se integraban, expresando lo que los científicos investigan en tradiciones de investigación y que la ciencia era dinámica y diacrónica, esto es, que los criterios de científicidad cambian con el paso del tiempo. Este mismo autor propone un diálogo entre cuatro posturas filosóficas: relativismo, realismo, pragmatismo y positivismo (Laudan, 1993).

Los puntos de convergencia y divergencia de estas cuatro posturas filosóficas son considerados como soporte de las categorías y procesos asociados a la naturaleza de la ciencia. De hecho, el grupo de trabajo de Vázquez sostiene la posibilidad de “establecer un núcleo de ideas en torno a la naturaleza de la ciencia sobre la base de cuatro paradigmas fundamentales: positivismo, realismo, instrumentalismo y relativismo” (Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2009, p. 135 ) asumiendo que “El consenso y la controversia entre estas posiciones proporciona las bases para adelantar una concepción global coherente y avanzada para enseñar la naturaleza de la ciencia” (Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2009, p. 135). Así, el diálogo que plantea Laudan (1993) supone la existencia de referentes teóricos que constituyen la sustancia, esencia de la naturaleza de la ciencia, por lo que es plausible plantear que la gran diversidad de corrientes contemporáneas se originan en los postulados de dichas escuelas filosóficas que se

constituyen en horizontes teóricos importantes para la formación del profesorado de ciencias.

### **Concepción sobre la naturaleza de la ciencia que se abordará en el trabajo**

Es común percibir que numerosas personas, inclusive aquellas que acceden a la educación superior, afirman taxativamente que disciplinas como la física, la biología y la química son de carácter científico y no dudan en catalogarlas como ciencias. Sin embargo, muy pocos reflexionan sobre las características que ellas deben presentar para designarlas como ciencia. “Una cosa es saber realizar correctamente una actividad y otra bien distinta saber en qué consiste realizar esa actividad correctamente” (Rocha, 2010, s. p.). En este sentido, resulta pertinente distinguir entre saber ciencia y saber qué es la ciencia.

Justamente, la naturaleza de la ciencia, en sentido genérico, pretende aproximarse a esta cuestión. Así, se la puede concebir como la “capacidad de dar razón de lo que la ciencia es, lo que puede expresarse también sumando los titulares de los libros de Chalmers: ¿qué es esa cosa llamada ciencia? y ¿cómo se fabrica, o cómo se construye?” (Stiefel, 2005, p. 35). Acevedo plantea que la expresión naturaleza de la ciencia es el resultado de una reflexión en torno a:

Qué es la ciencia, cómo funciona internamente y externamente, cómo se construye y desarrolla el conocimiento que produce, cuáles son los métodos que usa para validarlo y difundirlo, qué valores están implicados en las actividades científicas, qué caracteriza a las comunidades científicas, qué vínculos tiene la ciencia con la tecnología, qué relaciones se establecen entre ciencia, tecnología y sociedad (Chaparro y Rojas, 2009).

La naturaleza de la ciencia es un metaconocimiento sobre la ciencia que adquiere sustento en saberes de segundo orden, tales como la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia. La inclusión de estas dos últimas minimiza el riesgo de incurrir en reduccionismos propios del círculo de Viena y la concepción heredada. Echeverría (1998) plantea que a partir de la década de los ochenta es menester referirse a una filosofía de la actividad científica y no solamente a una filosofía de la ciencia o epistemología.

El concepto de naturaleza de la ciencia es complejo. La variedad de significados que se le otorgan dejan entrever que no existe una sola naturaleza de la ciencia, sino que por el contrario, coexisten múltiples enfoques al momento de abordar estudios sobre esta área. Acevedo (2008) sostiene que en la educación científica no existe una posición única al momento de conceder un significado a esta expresión. De este modo, cualquier aproximación que se realice será parcial.

A pesar de la complejidad mencionada, es posible encontrar algunos consensos sobre la naturaleza de la ciencia. Ello es conveniente, pues implica sostener una postura favorable para incluir algunas características básicas que debe presentar la actividad científica en la enseñanza de las ciencias, permitiéndoles a los estudiantes aprender algo sobre la naturaleza de la ciencia.

### **Según Vázquez, Acevedo y Manassero:**

El conocimiento científico es hipotético, provisional, sujeto a cambios, empíricamente fundamentado (derivado de observaciones del mundo natural), parcialmente subjetivo (cargado de teoría), cuya construcción requiere inferencias (razonamientos), imaginación y creatividad (inventar explicaciones), debiendo distinguirse las observaciones de las inferencias (razonamientos) y con relaciones complejas entre las leyes y las teorías científicas (2004, p. 8).

En el mismo sentido, McComas, Clough y Almazo (1998), retomados por Vázquez, Acevedo y Manassero (2004), plantean un conjunto de proposiciones que alcanzan consenso:

- Aunque es duradero, el conocimiento científico tiene carácter provisional.
- El conocimiento científico se basa fundamentalmente, pero no por completo, en observación, pruebas empíricas, argumentos racionales y escepticismo.
- No existe una sola manera de hacer ciencia; por consiguiente, no hay ningún método científico universal en etapas sucesivas.
- La ciencia es un esfuerzo por explicar los fenómenos naturales.
- Las leyes y teorías desempeñan papeles diferentes en la ciencia; las teorías no se convierten en leyes acumulando más pruebas adicionales.
- Las personas de todas las culturas contribuyen a la ciencia.
- El conocimiento nuevo debe comunicarse clara y abiertamente.
- Los científicos exigen disponer de registros exactos, someterse a la revisión por iguales, información veraz y la posibilidad de replicar los resultados.
- Las observaciones científicas están cargadas de teoría.
- Los científicos son creativos.
- La historia de la ciencia revela a la vez un carácter evolutivo y revolucionario.
- La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
- La ciencia y la tecnología interactúan entre sí.
- Las ideas científicas están influidas por su entorno histórico y social.
- La ciencia tiene implicaciones globales.
- Los científicos toman decisiones éticas.

Así como se pueden establecer consensos sobre algunas características que posee la actividad científica, también es posible determinar consensos sobre lo que la ciencia no representa. A manera de mitos acerca de la naturaleza de la ciencia, McComas (1998) plantea:

- Las hipótesis se convierten en teorías, las cuales a su vez llegan a ser leyes.
- Las leyes científicas y otras ideas similares son absolutas.
- Una hipótesis es una conjetura educada.
- Existe un método científico general y universal.
- Las pruebas cuidadosamente acumuladas producirán un conocimiento cierto.
- La ciencia y sus métodos ofrecen pruebas absolutas.
- La ciencia es más procesual que creativa.
- La ciencia y sus métodos pueden resolver todos los problemas.
- Los científicos son especialmente objetivos.
- Los experimentos son el principal camino hacia el conocimiento.
- Las conclusiones científicas son revisadas por precisión.
- La aceptación de nuevos conocimientos científicos es inmediata.
- Los modelos de la ciencia representan la realidad.
- Ciencia y tecnología son la misma cosa.
- La ciencia es un empeño individual.

### **Diseño metodológico**

Se parte de la premisa de que el método de investigación debe ser el más afín al objeto de estudio que se pretende trabajar y, en este sentido, se considera que es el método cualitativo de las ciencias sociales el que más se acerca al objeto de estudio y los intereses propios de esta propuesta, presentando como base la idea de que es posible conocer la realidad desde las concepciones que elaboran los mismos sujetos que hacen parte de ella.

El instrumento que permitió la recolección de la información fue acorde con el método cualitativo y, por ello, se recurrió a la entrevista en profundidad semiestructurada. Puesto

que la intención del presente trabajo de grado es caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los estudiantes de esta licenciatura es necesario establecer un diálogo personal entrevistador-entrevistado para conocer si las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia se corresponden con algunos consensos contemporáneos sobre lo que caracteriza la actividad científica. Justamente, la entrevista en profundidad es una “forma especial de conversación entre dos personas” (Archenti, Marradi y Piovani, 2007, p. 216) que propugna la intersubjetividad, característica de la investigación cualitativa.

Como mecanismo de validación de la entrevista en profundidad semiestructurada se recurrió al concepto emitido por el profesor Néstor Roberto Cardozo Erlam, coordinador del Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias, adscrito a la Facultad de ciencias de la Educación de la Universidad del Tolima; además, se implementó el criterio de control de la información haciendo aclaraciones a los entrevistados y consultado diversas fuentes bibliográficas, lo que permitió formular preguntas y minimizar las interpretaciones propias del sentido común por parte del entrevistador.

La información arrojada por la entrevista fue tratada con una técnica que permitió develar lo no dicho, los sentidos latentes u ocultos, y, precisamente, la técnica de análisis de contenido procura indagar sobre “lo que se dice, cómo se dice y, especialmente, aquello que se omite” (Chaparro y Rojas, 2009, p. 8) tomando en cuenta lo que se manifiesta explícitamente, pero intentando dilucidar lo implícito u oculto. Las categorías de análisis permiten clasificar en casillas las inferencias realizadas en la entrevista, que para el caso fueron: definición y objetivos de la ciencia, metodología en la ciencia, carga teórica de las observaciones, progreso y acumulación y sociología interna y externa.

Las unidades de análisis fueron analizadas a su vez implementando categorías como adecuado y parcialmente adecuado tomando como base los aspectos que caracterizan la actividad científica propuestos por Vázquez, Acevedo y Manassero (2004), así como algunos consensos sobre lo que representa y no presenta la ciencia retomados por McComas, Clough y Almazora (1998). Del mismo modo, fue necesario recurrir a los criterios de científicidad de cuatro posturas filosóficas (relativismo, realismo, pragmatismo y positivismo).

La selección de los entrevistados se realizó bajo un muestreo intencional. Los parámetros que se tuvieron en cuenta para seleccionar los futuros licenciados entrevistados se derivaron de los interrogantes planteados por Gorden (citado por Archenti, Marradi y Piovani, 2009), entre ellos, las personas que posean información relevante para la investigación, los sujetos más accesibles, la disponibilidad de colaboración por parte de los entrevistados y la precisión con la que puedan comunicar la información.

En este sentido, los estudiantes que han vivido las prácticas docentes y han visto asignaturas correspondientes a didáctica de la física, la química y la biología fueron la unidad de análisis o muestra y la población o unidad de trabajo fueron los estudiantes de la licenciatura. Teniendo en cuenta que el muestreo es intencional, se hace necesario aclarar



que los resultados y las conclusiones serán representativos en la unidad de análisis o muestra, mas no de la población o unidad de trabajo.

### **Análisis y resultados: análisis de contenido**

Para develar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los futuros licenciados en ciencias naturales y educación ambiental, se trabajó como primera categoría de análisis, definición y objetivos de la ciencia, que responde, muy genéricamente, al interrogante ¿qué es la ciencia? y abarca las características de la actividad científica, diferencias y semejanzas entre la ciencia y otras formas de conocimiento.

Ante la pregunta qué es la ciencia surgen diversas respuestas, de las cuales difícilmente se logra ubicar un núcleo común de ideas. Este panorama permite suponer, bien la inexistencia de una noción clara de esta, bien una imagen supremamente plural de ella entre los entrevistados. Si partimos del supuesto de que todos ellos han recibido una formación e influencia en materia epistemológica cercana por el hecho de haber cursado sus estudios superiores en condiciones similares —una misma institución, un mismo cuerpo de profesores, etc. —, resulta más plausible inclinarse a pensar lo primero.

La ciencia la hace cualquier persona con fundamentos para hacer una investigación.  
La ciencia [...] es todo lo que podemos adquirir por nuestras observaciones.  
[...] ciencia es [...] la búsqueda de conocimiento.

### **El conocimiento científico es adecuado.**

Los atributos asignados a la ciencia no permiten establecer un concepto preciso. Definir implica otorgar un conjunto de características que permitan diferenciar una cosa de otra, de tal manera que el espacio para las ambigüedades sea ínfimo o, dicho en otras palabras, que las posibles interpretaciones surgidas conduzcan a pensar en una dirección similar. Desde este punto de vista, las respuestas de los entrevistados son muy “amplias” en el sentido de que no permiten establecer diferencias claras y precisas sobre la ciencia y otras actividades o sobre la ciencia y otras formas de conocimiento, lo cual conlleva plantear, a nivel general, que los futuros licenciados en Ciencias Naturales y Educación Ambiental no poseen una idea clara sobre lo que significa la ciencia.

La segunda categoría de análisis, denominada “metodología de la ciencia”, abordó la manera de hacer ciencia indagando sobre el papel que desempeña el método científico. El objetivo principal consistió en vislumbrar cómo se hace ciencia, encontrando que la mayoría de entrevistados le otorgan especial relevancia al método científico que, acompañado de una serie de pasos, se considera como fuente de acierto. La certeza es proporcionada por la aplicación mecánica de estos pasos cuyo punto de partida fue la observación. Según el positivismo, el patrón unificador de la multiforme empresa

científica es el método científico, que tiene como punto de partida la observación, la cual es la base de los pasos que deben ser aplicados mecánicamente para llegar a la verdad, desdeñando así la creatividad, la imaginación y la duda al momento de hacer ciencia.

[...] voy a empezar observando, luego [...] experimentando.

[...] uno puede decir que algo es científico o no lo es si ha seguido el método científico.

Permean en los entrevistados estas dos ideas. La primera consiste en considerar la existencia de un único método científico general y universal que sirve como patrón unificador de la multiforme empresa científica. A toda la variedad de técnicas subyace un monismo metodológico que unifica la ciencia. La segunda señala el carácter preponderante de la observación al momento de hacer ciencia. La observación como fundamento y punto de partida de la actividad científica. De tal manera que en la metodología de la ciencia el corolario es que los futuros licenciados en Ciencias Naturales y Educación Ambiental poseen concepciones raigambre positivista.

En la tercera categoría de análisis, “carga teórica de las observaciones”, se indagó sobre la relación que existe entre teoría y observación y se encontró dos aspectos. En el primero de ellos, existe tendencia a establecer fronteras nítidas y fijas entre teoría y observación. En el segundo, predomina la idea de considerar a la observación como punto de partida de la actividad científica, por lo que es más importante que la teoría, tal como se infiere desde el análisis correspondiente a la segunda categoría, “metodología de la ciencia”.

[...] teoría tendrías que tener algún conocimiento por más vago que tuvieras para llegar a la observación.

[...] para poder llegar a la teoría hay que primero observar.

Sobre la tercera unidad de análisis, “carga teórica de las observaciones”, se infieren dos aspectos. Uno, los sujetos entrevistados establecen fronteras diáfanos y fijas ignorando que la teoría “contamina” a la observación y de manera recíproca la observación “impregna” a la teoría. Lo anterior es ingenuo, pues una proposición que alcanza consenso señala que la ciencia es una actividad parcialmente subjetiva donde la observación está cargada de teoría. Lo cual significa reconocer que existe la posibilidad de que ambas se mezclen, por lo que es imposible establecer —en la práctica— parámetros nítidos y fijos entre ellas. Dos, persiste —que viene desde la segunda categoría de análisis— la idea de considerar que la observación es el material básico y punto de partida de la ciencia. La observación es más importante que la teoría. Sin observación no hay teoría. Estos dos aspectos son considerados como concepciones ingenuas o del sentido común, pues, por un lado, el último se inclina hacia el positivismo y, por otro, ambos —el primero y el último— establecen trazos cristalinos donde se diferencian teoría y observación.

La penúltima categoría implementada fue “progreso y acumulación”, que abarcó aspectos tales como el cambio en el conocimiento científico, el momento y la forma en que se produce progreso en la ciencia, las razones por las cuales avanza la ciencia y el papel de los errores en el progreso científico. Cuando se indagó sobre el progreso en la actividad científica, las respuestas registradas no fueron homogéneas por lo que fue necesario

dividir las en tres grupos. El primero de ellos (grupo A), consta de dos respuestas y resalta que la ciencia avanza cuando descubre nuevos hechos, cosas o fenómenos; el segundo (grupo B) relaciona la idea de progreso con la resolución de problemas; y el último (grupo C), compuesto por una sola unidad de análisis, concede especial importancia al contexto en el que se desenvuelve la actividad científica.

### **Grupo A**

[...] la ciencia está avanzando, [...] cuando [...] descubrieron tal vacuna, tal cosa.

El conocimiento científico cambia a medida que se van descubriendo nuevas cosas, que van apareciendo nuevos fenómenos.

### **Grupo B**

El progreso en la ciencia diría [...] se produce cuando los resultados de la ciencia, o sea, de la actividad científica como tal que realizan, se pueden utilizar para manejar problemas de la cotidianidad.

[...] uno puede decir que la ciencia está progresando cuando está beneficiando y solucionando problemas al ser humano.

### **Grupo C**

[...] cambia [...] a medida que va evolucionando la sociedad, cada día salen cosas [...] más nuevas.

De esta categoría de análisis surgen varias conclusiones. Primera, de las seis unidades de análisis registradas, cinco se ubican en posturas positivistas, pues comparten la idea de excluir contexto de descubrimiento/contexto de justificación, por lo que es más importante el resultado final que la justificación de lo descubierto; de tal forma, se puede afirmar la presencia de ideas ligadas al positivismo en los futuros licenciados. Segunda, la respuesta del grupo C es la única que le otorga relevancia al contexto o sociedad, evidenciando alguna importancia al contexto de descubrimiento, desde el punto de vista de la sociedad, mas no de los intereses y creencias que poseen los científicos, lo que la hace subjetivista por el contexto; esto significa —de aquí se desprende la tercera conclusión— que ninguna unidad de análisis le otorga relevancia al subjetivismo personal, pues no se percibe por ningún lado

el papel que desempeñan las creencias, los errores y las dudas en el trabajo científico. Finalmente, se extrae una cuarta y última conclusión resaltando que el elemento transversal a los grupos A, B y C consiste en reconocer que, para el conjunto de entrevistados, existe progreso científico. Independientemente de si se presenta como descubrimiento, resolución de problemas o a medida que va evolucionando la sociedad; de todas las citas se infiere que sí existe progreso, tomando distancia de posturas relativistas extremas, las cuales expresan que el progreso en la ciencia no existe.

En lo que respecta al papel de los errores en el progreso científico, se registran respuestas homogéneas. En general, se percibe inclinación a resaltar la importancia de estos durante la actividad científica, pues, por un lado, permiten avanzar en el conocimiento científico dado que cuando se comete uno de ellos es necesario cambiar de camino, corregir el rumbo para que la ciencia progrese y, por otro lado, se constituyen en un factor de aprendizaje, pues de estos se obtienen enseñanzas. Además, se les considera inherentes a la ciencia.

[...] es muy importante los errores, [...] uno aprende de ellos, aprende y entonces ya uno tiene como eso que se puede equivocar.[...] es necesario, yo creo que errar para poder llegar [...] a una afirmación que sea correcta.

Actualmente, es adecuado expresar la importancia de los errores en la empresa científica, pues, por un lado, al ser la ciencia una actividad practicada por seres humanos es imperfecta y, por tanto, está sujeta a errores. Los errores son inherentes a la especie, luego los errores son una característica inevitable en la ciencia y, por otro lado, cometer errores puede provocar que la ciencia progrese, de tal manera que a partir de un yerro se produzcan cuestionamientos y dudas para plantear alternativas que desemboquen en avances científicos. Los entrevistados reconocen que los errores son inherentes y saludables en la actividad científica. En consecuencia, la conclusión que se presenta consiste en expresar que sobre el papel de los errores en el progreso científico los futuros licenciados presentan concepciones adecuadas.

Para culminar, la última categoría de análisis que se trabajó fue “sociología de la ciencia”, que tenía como objetivo interrogar, especialmente, sobre los intereses que mueven la actividad científica, la relación ciencia-sociedad y las repercusiones generadas por los avances científicos. En el ámbito de las consecuencias que suscita el progreso científico, se establece mayoritariamente que no todos los avances científicos son benéficos para la humanidad.

Hay muchos avances científicos que la humanidad [sic] se está destruyendo”. [...] hay algunos avances científicos que han servido para [...] la cura de enfermedades [...] pero si nos ponemos a ver también algunos avances científicos para las armas.

Contemporáneamente, es válido afirmar que los avances científicos no siempre representan bienestar para la humanidad. Algunos de ellos pueden producir efectos

negativos para la humanidad, tales como deterioro de la capa de ozono y calentamiento global que son perjudiciales para la vida misma, es decir, ciencia no es sinónimo de bienestar. Los sujetos entrevistados reconocen que los avances científicos no siempre son benéficos. Así, la conclusión es que los futuros licenciados poseen, en el ámbito de las consecuencias suscitadas por el progreso científico, concepciones adecuadas.

El relativismo plantea que la ciencia no es una actividad aséptica y que, por lo tanto, está impregnada de factores externos e internos, y este planteamiento es adecuado. La ciencia está inmersa en la sociedad y, por ende, presenta una subjetividad contextual y personal inevitable. Los entrevistados señalan, predominantemente, que la ciencia está influenciada por decisiones, sobre todo políticas y económicas, soslayando los intereses y motivaciones propias de los científicos. Por lo tanto, el corolario es que los futuros licenciados son relativistas contextuales, pues le otorgan más relevancia a los factores externos que a los internos, lo cual significa que, a pesar de no señalar acertadamente los intereses que mueven la ciencia, tampoco mencionaron aspectos inadecuados. Por ende, se puede establecer que las concepciones son parcialmente adecuadas.

[...] para mí desde lo político se mueve todo[...] lo económico mueve lo político y lo político mueve lo económico y yo creo que lo político y lo económico mueven la ciencia.

En lo que respecta a la relación existente entre ciencia-sociedad se detecta una tendencia unidireccional, es decir, repercusión o necesidad de la ciencia hacia la sociedad o, en sentido contrario, de la sociedad hacia la ciencia. Se registra una única cita que alude a la interacción, en doble sentido, de estas, que afirma: “La ciencia depende de la sociedad y la sociedad depende de la ciencia”.

[...] la ciencia y la sociedad están unidas y [...] la una depende de la otra. La ciencia depende de la sociedad y la sociedad depende de la ciencia.[...] la sociedad y la ciencia siempre tienen una relación fuerte [...] la sociedad es el campo de acción de la ciencia. [...] la ciencia depende de la sociedad.

Por ende, la conclusión es que los futuros licenciados poseen ideas contradictorias sobre la relación ciencia-sociedad. Si se acepta que la ciencia está influenciada por intereses sociales, lo lógico es plantear que la sociedad subvenciona la empresa científica, aspecto que no se infiere de las unidades de análisis. De esta manera, se concluye que los futuros licenciados poseen nociones ambiguas sobre las relaciones que se establecen entre el binomio ciencia-sociedad.

En síntesis, esta última categoría arroja en suma dos características adecuadas —no todos los avances científicos representar bienestar y la ciencia no es una empresa neutra, aséptica— y al mismo tiempo dos rasgos parcialmente adecuados —el énfasis en los intereses contextuales y la relación unidireccional entre el binomio ciencia-sociedad—, aunque se perciben ideas confusas sobre la relación ciencia-sociedad, dado que reconocer que los intereses contextuales contaminan la empresa científica implica sostener la idea de

que la sociedad condiciona la ciencia, cosa que no advierten, a nivel general, las unidades de análisis, situando el énfasis solamente en que la ciencia tiene repercusiones en la sociedad.

## **Conclusiones**

Existe un acuerdo amplio entorno a la necesidad de desarrollar procesos de enseñanza que conduzcan a la alfabetización científica, lo que implica que los docentes de ciencias deben ser los primeros en contar con esa alfabetización, para lo cual es necesario que los programas universitarios proporcionen las condiciones necesarias para que los futuros maestros cuenten con una formación que les permita hacerse una opinión fundamentada de lo que son las ciencias y sus procesos.

Justamente, Agustín Adúriz (citado por Dibarboure, 2009, p. 176) es categórico al señalar:

[...] nadie puede enseñar aquello sobre cuya naturaleza profunda no se ha preguntado. O sea, no podés ser profesor de ciencias naturales sin preguntarte qué son las ciencias naturales. Esto ha estado crónicamente ausente en la formación inicial del profesorado de ciencias y la empobrece totalmente, es como el defecto de partida, el vicio de partida que hace que los profesores y profesoras estemos tan desprovistos de cosas, tan en pánico frente al aula, tan carentes de formas de atacar la enseñanza, porque no nos hemos hecho esa pregunta y no hemos elaborado respuestas propias, auxiliadas por lo que se sabe desde los marcos teóricos.

Por esta razón, existe una estrecha relación entre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la alfabetización científica, hasta tal punto que fomentar esta última implica una formación en aspectos relacionados con la primera. Ello se presenta porque la alfabetización científica se concibe como la formación de ciudadanos y ciudadanas con capacidad de participar racionalmente en las decisiones tecno-científicas de su sociedad y, por medio de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia se resaltan elementos tales como los intereses y motivaciones presentes en la actividad científica, la carga teórica de las observaciones, la metodología científica, la importancia de la evidencia empírica, el papel de los errores en el progreso científico, las consecuencias de los avances científicos, que le permiten al ciudadano asumir posturas fundamentadas sobre los debates tecno-científicos de interés social.

De ahí, la necesidad vigente de formar docentes en ciencias con conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia, pues, por un lado, se estimula la vinculación deliberante del profesor con su contexto escolar en cuanto —siguiendo a Adúriz— el temor frente al aula es menor y la versatilidad para enseñar ciencias aumentaría. Además, es poco probable que se proyecten ciudadanos con capacidad para tomar de manera fundamentada decisiones que le competen a su sociedad si los docentes de ciencia no cuenta con una adecuada

formación en aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia. Esto significa que los programas de licenciatura deberían incluir en sus currículos una enseñanza explícita en sobre la naturaleza de la ciencia con el fin de colaborar en el impulso de la alfabetización científica.

No obstante, desde el planteamiento del problema se detectó en la licenciatura la ausencia de asignaturas relacionadas con la naturaleza de la ciencia, aspecto que hacía presumir la inexistencia de una noción clara que permitiera establecer unas características precisas sobre la ciencia.

Lo anterior se demuestra en los resultados que arrojó la investigación donde se evidenció que los futuros licenciados poseen una definición imprecisa de lo que significa la ciencia, encontrándose un núcleo común de ideas que coincide con algunos planteamientos que cualquier ciudadano haría sobre la ciencia. Así, se advierten, aisladamente, características que pueden ser aludidas por la gente del común y con las cuales no es posible diferenciar la ciencia de otras formas de conocimiento o de otras actividades.

A continuación, se presenta esquemáticamente un cuadro que contiene las cinco categorías de análisis implementadas durante el presente trabajo con sus respectivas conclusiones.

Unidad de análisis	Conclusiones
<b>Definición y objetivos de la ciencia</b>	Noción imprecisa de ciencia, no se trazan fronteras claras y nitidas entre ciencia y otras formas de conocimiento u otras actividades. En cuanto al objetivo de la actividad científica, distanciamiento de posturas relativistas.
<b>Metodología de la ciencia</b>	Estatus jerárquicamente superior al método científico, observación como fundamento de la praxis científica, aplicación rígida de unos pasos, noción de infalibilidad, ciencia más procesual que creativa, posturas positivistas.
<b>Carga teórica de las observaciones</b>	Observación como fundamento de la actividad científica, distinción entre teoría y observación, inclinación hacia el positivismo, concepciones ligadas al sentido común.
<b>Sociología de la ciencia</b>	Los avances científicos no siempre representan bienestar para la humanidad, influencia de intereses en la empresa científica (distanciamiento de posturas positivistas), predominio de intereses contextuales (relativismo contextual), relación binomio ciencia-sociedad, unidireccional.

En general, se encontraron una amalgama de conclusiones que van desde concepciones ligadas al sentido común hasta aquellas consideradas como adecuadas, con algunos matices como el caso de las concepciones consideradas parcialmente adecuadas. También, se estableció cierta tendencia hacia posturas positivistas, especialmente en las categorías de análisis “metodología de la ciencia” y “carga teórica de las observaciones”, aunque el análisis también arrojó elementos que permiten aseverar algún distanciamiento de posiciones positivistas, como es el caso de la última categoría denominada, “sociología de la ciencia”. De esta forma, no es posible encasillar a los futuros licenciados en una sola postura filosófica, por lo que es necesario recurrir al eclecticismo como categoría para caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en los docentes en formación.

Retomando la cita de Adúriz (citado por Dibarboure, 2009) reseñada al inicio, las conclusiones del presente trabajo también han arrojado como “defecto de partida” que los futuros licenciados le otorgan un estatus jerárquicamente superior al método científico, considerando la ciencia como una actividad más procesual que creativa, cuyo punto de partida es la observación y con rasgos de infalibilidad, soslayando que la observación está cargada de teoría otorgándosele, además, más relevancia al contexto de justificación. Se presenta aquí una tendencia hacia el positivismo, lo cual riñe con la idea de propugnar la alfabetización científica en el ámbito regional.

Los hallazgos registrados en este artículo coinciden con algunos estudios sobre las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en maestros en formación inicial. En un estudio realizado con titulados universitarios en formación inicial para ser maestros, se encontró que los docentes en formación le otorgaban un estatus superior al método científico como forma de acceder al conocimiento científico (Acevedo y Acevedo, 2002). En el mismo sentido, por ejemplo, los docentes en formación para la educación básica primaria en España presentan una concepción positivista caracterizada por la idea de que el progreso científico es creciente y por la descontextualización del conocimiento científico (Guisasola y Morentin, 2007).

En el contexto colombiano, Perafán (citado por Cardozo, Chaparro y Erazo, 2006), expresa que “es poco probable encontrar un profesor con una única epistemología, sea esta empirista o de cualquier otra naturaleza”, apuntando al eclecticismo como categoría para caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que permean al profesorado. Asimismo, Erazo (2003) reporta los resultados de una investigación con seis cohortes del programa de Maestría en Docencia de la Química concluyendo que los aspirantes consideran que existe un método específico y que los conceptos y teorías surgen directamente de la observación y la experimentación después de la acumulación de los datos.

De tal forma, existe evidencia para aseverar que la comunidad académica en didáctica de las ciencias registra trabajos, según los cuales, existen concepciones sobre la naturaleza de la ciencia alejadas de las afirmaciones más contemporáneas sobre las características de



la actividad científica, identificándose con el positivismo. La percepción de crecimiento acumulativo y lineal en el progreso científico, la comprensión de la ciencia como actividad descontextualizada, el monismo metodológico y la visión de la ciencia asociada a las ciencias naturales y exactas permiten entrever concepciones positivistas y propias del sentido común. Además, también existen trabajos en los cuales no es posible encasillar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de acuerdo con una única posición filosófica, coexistiendo diferentes posturas. Lo anterior se evidencia en las conclusiones que se derivan del presente trabajo, pues aquí también fue necesario recurrir al eclecticismo como categoría para caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en los maestros en formación inicial reconociendo, además, tendencia hacia posiciones de raigambre positivista.

De esta manera, es recomendable reforzar el componente epistemológico del programa Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental con una enseñanza explícita de aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, de tal forma que se aborden algunas cuestiones básicas vinculadas con la actividad científica, tales como qué es la ciencia, cómo se construye o se elabora, cuál es papel del método científico, cómo cambia la ciencia, qué influencia tiene el contexto en la actividad científica, quiénes hacen ciencia, qué papel desempeñan las teorías y las leyes en la actividad científica, para qué se hace ciencia, cómo trabajan los científicos, cuál es la relación existente entre teoría y observación, cómo progresa la ciencia, todas ellas relacionadas con la naturaleza de la ciencia.

## Referencias

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Acevedo Díaz, J. A. (2004). "El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2): 134-169.
- Acevedo Díaz, J. A. y Acevedo Romero, P (2002). "Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria". *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(28), 1-28
- Cardozo, N., Chaparro, N. y Erazo, E. (2006). "Una revisión sobre la naturaleza de las concepciones ciencia". *Itinerantes*, 4: 95-101.
- Chaparro, N. y Rojas, W. (2009). *Análisis de las concepciones de naturaleza de la ciencia presentes en la serie de textos Ingenio Científico*. Texto inédito.
- Dibarboure, M. (2009, febrero). "Entrevista a Agustín Adúriz-Bravo". *Revista Quehacer Educativo*, 92, 171-176.

- Echeverría, J. (1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Erazo Parga, M. (2003). "Concepciones epistemológicas de los aspirantes al programa de Maestría en Docencia de la Química". *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, Número Extra, 113-115.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). "Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de educación primaria". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.
- Laudan, L. (1993). *La ciencia y el relativismo. Controversias básicas en filosofía de la ciencia*. Madrid: Editorial Alianza.
- McComas, W. F. (1998). "The principal elements of the nature of science: dispelling the myths". *The Nature of Science in Science Education*, 53-70.
- Mardones, J. M. (1991). *Filosofía de las ciencias humanas y sociales. Materiales para una fundamentación científica*. Barcelona: Ánthropos.
- Martín, M. (2002). "Enseñanzas de las ciencias ¿Para qué?". *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 1(2): 57-63.
- Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Emecé.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rocha Bermúdez, A. (2010). Entrevista personal. Ibagué.
- Stiefel, B. M. (2005). "La naturaleza de la ciencia: una asignatura pendiente en los enfoques CTS: retos y perspectivas". En Membiela, P. y Padilla, Y. (eds.) *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia-tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI* (35-38). Educación Editora.
- Vázquez Alonso, A.; Acevedo Díaz, J. A. y Manassero Mas, M. A. (2004). "Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza". *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-37.
- Vázquez Alonso, A. et al. (2009). "Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia". *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.

### **Referencia**

Alejandro Leal Castro, “Caracterización de las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los estudiantes del programa Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Tolima”, revista *Perspectivas Educativas*, Ibagué, Universidad del Tolima, Vol. 4, (enero-diciembre), 2011, pp. 221-239

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

Fecha de recepción: 15/09/11

Fecha de aprobación: 30/10/11