



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**Propuesta de Formación en Enseñanza y Aprendizaje
de la Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad
en Profesores de Básica Secundaria de la Ciudad de
Ibagué**

Cardozo, N ; Morales, E; Gutiérrez, C.

Propuesta de Formación en Enseñanza y Aprendizaje de la Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad en Profesores de Básica Secundaria de la Ciudad de Ibagué

Néstor Cardoso Erlam¹,
Edna Eliana Morales²,
Carol Mildred Gutiérrez³

¹⁻²Profesores de planta Universidad del Tolima,³ Investigadora Asociada
nrcardoz@ut.edu.co/ eemoraleso@ut.edu.co /cmgutierrez@ut.edu.co

RESUMEN

Abordar el problema educativo de enseñar con calidad la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) por parte de los profesores, es decir, las cuestiones acerca de cómo la ciencia y la tecnología (CyT) validan su conocimiento, cómo interactúan y sobre la forma cómo debe ser enseñado son aspectos centrales en la alfabetización científica (Cardoso y Morales, 2010). La investigación corresponde, a la intervención directa, mediante la aplicación de secuencias didácticas sobre aspectos sociológicos, históricos y epistemológicos de la NdCyT a profesores de ciencias de básica secundaria, en Ibagué Colombia, participantes del proceso.

Se desarrollaron cuatro fases, conforme al modelo de Investigación acción (IA), para trabajar de acuerdo a los objetivos específicos así: 1. Determinar las concepciones de NdCyT de los docentes, con base en la aplicación de cuestionario de actitudes hacia las relaciones de Ciencia y Tecnología (COCTS); 2. Construcción y aplicación de las secuencias didácticas; 3. Análisis de los resultados y diseño de nuevas secuencias aplicadas por parte de los profesores. Para el análisis de resultados se copilaron documentos de registro fílmico de las sesiones desarrolladas.

Los resultados muestran que las concepciones de los profesores sobre NdCyT son ambiguas en términos de la discusión del estatuto científico de la ciencia, la idea de cambio y las características de esta. Aquí, la secuencia didáctica relacionada con el estatus científico de la ciencia, permitió controvertir la idea privilegiada que los profesores le asignaban a la ciencia frente a otros tipos de conocimientos. La presente propuesta, conto con la financiación de la oficina de investigaciones de la Universidad del Tolima

Palabras Claves: Educación científica, Naturaleza de las Ciencia, Concepciones, Secuencia Didáctica

ABSTRACT

Addressing the educational problem of teaching quality nature of science and technology (NdCyT) by teachers, that is, issues about how science and technology (S & T) technology validate their knowledge, how they interact and the way how it should be taught are central to scientific literacy (Cardoso and Morales, 2010). The research corresponds to the direct intervention by implementing teaching sequences on sociological, historical and epistemological aspects of NdCyT science teachers in junior high school, in Ibagué Colombia, process participants.

Four phases were developed on the model of action research (IA), to work according to the specific objectives as follows: 1. Determine NdCyT conceptions of teachers, based on the application of questionnaire attitudes toward relationships Science and Technology (COCTS); .2 Construction and implementation of teaching programs; Three. Analysis results and design new sequences applied by teachers. For analysis of results filmic record documents developed copilaron sessions.

The results show that teachers' conceptions about NdCyT are ambiguous in terms of the discussion of the scientific status of science, the idea of change and the characteristics of this. Here, the teaching sequence related to the scientific status of science, allowed to contest the privileged idea that teachers will allocated to science over other types of knowledge. This proposal, counted with the financing of the research office of the University of Tolima

Keywords: Science Education, Nature of Science Conceptions. Teaching sequence

INTRODUCCIÓN

La literatura coincide en informar que estudiantes y profesores tienen una deficiente comprensión de NdCyT, y por tanto, este aspecto necesita más investigación para mejorar. Las reformas curriculares mundiales de la educación científica actual se proponen el objetivo de la alfabetización científica y tecnológica para todos los estudiantes, uno de cuyos componentes más importantes e innovadores es comprender por parte de los docentes la naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT)..

En el currículo de las ciencias es muy importante incluir una enseñanza explícita de NdCyT; 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).

En este sentido, la investigación establece una propuesta de formación en la enseñanza de la NdCyT, en profesores de básica secundaria, teniendo como marco contextual, las concepciones, visiones o ideas, ingenuas o desinformadas que tienen los docentes sobre NdCyT, en tanto, la comprensión compleja de este contenido meta disciplinar proyecta una mejor apropiación de los contenidos y procesos de modelación de la ciencia como conocimiento y actividad humana.

MARCO TEÓRICO

La Naturaleza de la Ciencia.

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. Barnes y Edge, (1982),

“La naturaleza de la ciencia (NdCyT), se puede definir como un metaconocimiento sobre la ciencia y la tecnología, 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).

Los estudios realizados por varios científicos dan razón de la tendencia que existe en la enseñanza de la ciencia basada en la transmisión de contenidos curriculares, reducida a conocimientos ya elaborados, que le da a la ciencia una imagen de conocimiento acabado, pero se olvidan de dar formación sobre la ciencia misma, es decir, 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., aspectos que constituyen lo que se conoce como (NdCyT). Carrascoza y Fernández, (2002)

Es por lo tanto fundamental que los docentes incluyan fundamentos epistemológico, histórico y sociológico de NdCyT, que permita a los estudiantes incorporar no solo datos, fechas y resultados de la ciencia, sino también conocer los procesos que han hecho posible estos resultados, logrando fomentar la conciencia crítica, y argumentativa frente a sus avances.

Enseñar la Naturaleza de la Ciencia.

La ciencia se manifiesta como saber que se aplica a la transformación del mundo, esta enseñanza de la ciencia es para todos sin distinción y está basada en valores con el fin de transformar a los seres humanos, de tal forma que los legados científicos que pasan de generación a generación deben ser mejorados, es así como la ciencia trasciende en la cultura y permanece en la historia.

Un enunciado científico, por tanto, tiene un sistema de conocimientos teóricos y prácticos para justificar o aplicar el conocimiento, ya que la ciencia actual es una construcción social, que aplicamos a diferentes ámbitos para producir cambios, por lo que el hombre siempre tiene que aprender antes de juzgar la actividad científica y por lo tanto, es la enseñanza el primer proceso para el desarrollo de la actividad científica.

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.

Esto implica, por ejemplo, que se deje de ver a las prácticas de laboratorio como simples recetas que permiten abordar los conceptos teóricos de forma experimental, y se relacione el trabajo práctico con el teórico, concibiendo dichas prácticas de laboratorio vinculadas al tratamiento de un problema relevante, a la construcción de hipótesis que focalicen la investigación, a la invención de diseños experimentales.

De acuerdo con Adúriz (2002): La propuesta es combinar diversos grados de explicitación de los contenidos meta científicos, atendiendo siempre a la coherencia entre el discurso y la acción en los diferentes niveles de teorización, con el único propósito de aportar al conocimiento en función de una mejor educación científica para todos y todas en un mundo en transformación permanente.

En este sentido la NdCyT, en los procesos de enseñanza y aprendizaje permite además a los estudiantes mejorar su comprensión de los conocimientos científicos,, esto implica que los estudiantes reconozcan que la ciencia no está constituida por un conjunto de verdades irrefutables, o de conceptos y teorías que se deben memorizar; si no que el conocimiento de la naturaleza de la ciencia facilita la comprensión de los procesos de aprendizaje desde las perspectivas de la evolución y del cambio conceptual.

Laurence (2009) reconoce la importancia de que los docentes de ciencias, establezcan como un objetivo, el ayudar a sus estudiantes a comprender la relación mutua que existe entre la sociedad y la ciencia. Por ello sus prácticas educativas involucran representaciones sociales y sistemas de valores, y estos a su vez están permeados por los medios de comunicación donde los estudiantes reciben algún tipo de conocimiento de ciencia.

Para ello es prioritario que la enseñanza de las ciencias ejerza un compromiso de comunicar la ciencia de forma auténtica y verdadera. La comunicación de la ciencia dentro del contexto social hace énfasis en que es la enseñanza la principal forma de dar a conocer la ciencia, partiendo del hecho de que no hay conocimiento científico individualizado, sin la previa intervención de otros seres humanos que lo han comunicado y que han enseñado a conocer científicamente.

El Lenguaje en la Ciencia.

El lenguaje ha venido renovándose en su concepto y función, ya que hoy contempla nuevas formas de ver, sentir, y comunicar. Hoy existen varias clases de lenguaje: y puede cumplir diferentes funciones dependiendo del contexto en el que se desarrolla, es decir que sirve para comunicar, comparar, describir, clasificar, nominar, justificar, juzgar, concluir entre otras. Estas acciones conducen entonces a desarrollar procesos más complejos de como relacionarnos con el mundo y aplicar habilidades cognitivas para aproximarnos a una concepción adecuada de la cultura científica y establecer juicios sobre sus avances y proyecciones.

Estas nuevas características del lenguaje dentro de la ciencia constituyen un factor importante en la NdCyT, en la medida que el conocimiento científico lleva consigo un lenguaje particular, que debe ser reconocido por los docentes y estudiantes, pues de una u otra manera interviene en la cultura que se pretende formar, el lenguaje

científico si bien es más complejo que el cotidiano, debe ser transmitido de tal forma que difiera de aquel presentado por los medios, y que permita identificar las características de cada ciencia.

La enseñanza de las ciencias entonces debe tener en cuenta, las necesidades de la sociedad, la cultura, los valores y el científico mismo, 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 para 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.

LA NdCyT como un enfoque para profesores en formación.

El conocimiento de los elementos básicos sobre la naturaleza del conocimiento científico, permite en detalle la comprensión de los aspectos epistemológicos, históricos y sociológicos de la ciencia, y posibilitan la identificación de los conceptos claves para la enseñanza de la disciplina.

La explicitación, análisis y la toma de conciencia de las concepciones que se tienen sobre contenidos de NdCyT se configuran como actividades relevantes en los procesos de formación docente en miras hacia la transformación del aula.

Al respecto, confrontar los futuros maestros sobre sus ideas no solo sobre los contenidos disciplinares sino sobre la naturaleza del conocimiento que se enseña es un asunto retador y complejo. El análisis de la disciplina desde una mirada metateórica se configura en los actuales currículos de formación de maestros en un ejercicio poco usual. Junto con ello, la ambientación de la enseñanza de la ciencia a través del estudio de conceptos de segundo orden (epistemología del conocimiento científico, historia de la ciencia y sociología de la ciencia) involucra una multicomprensión del conocimiento científico por parte de los docentes, elementos que por tradición no ha sido fin educativo y por el contrario se han construido concepciones inadecuadas sobre el mismo.

De acuerdo a lo anterior, los resultados de investigación que se presenta es el producto de un proceso inicial de identificación por parte de los docentes de sus ideas sobre tópicos particulares de la NdCyT. En consecuencia, las actividades elegidas y/o rediseñadas y aplicadas de las secuencias didácticas nombradas en la introducción, giraron alrededor de ideas sobre tres problemáticas sensibles relacionadas con categorías del componente epistémico de la NdCyT. A continuación se presentan a manera de preguntas las problemáticas identificadas por los futuros profesores de ciencia, luego de un proceso de reflexión sobre sus ideas de NdCyT.

SECUENCIAS DIDÁCTICAS SOBRE NdCyT

Los fundamentos didácticos en los que se estructuraron las secuencia didácticas se relacionan con el “ciclo de aprendizaje 7E” de (Eisenkraft,2003). Las etapas que se suscriben son los siguientes, según Romero y Vázquez (2013):

Enganchar: Está relacionado con una etapa de motivación hacia la temática.

Elicitar: Explicita las concepciones previas de los estudiantes.

Explorar: Se busca complejizar la comprensión mediante diferentes tipos de aprendizajes relacionadas con la investigación e indagación.

Explicar: Se busca reforzar la comprensión definida de la etapa de exploración.

Elaborar: Procesos de transferencia de lo comprendidos en contexto próximos.

Extender: Aplicar el aprendizaje a nuevos dominios y contextos.

Evaluar: Aplicar métodos e instrumentos.

En la Tabla No 1 se presentan los tópicos abordados por la secuencias didáctica, con el respectivo nombre de la Secuencia (Cardoso y Morales, 2014).

Componente de la NdC	Subcomponente	Nombre de las Secuencias Didácticas
Epistemológico	Estatus epistemológico de la Ciencia	Ciencia y Pseudociencia
	Razonamiento Lógico	El razonamiento Lógico en la Ciencia
	Precisión e Incertidumbre	La creencia de la exactitud y precisión de la ciencia.
	Esquemas de Clasificación	La clasificación en la ciencia
	Observación Científica	La observación en la ciencia
Histórico	La provisionalidad en la ciencia	La tierra es plana. El cambio de una teoría
Sociológico	Colectivización	Cómo trabajan los científicos?

Tabla No 1. Tópico de la NdCyTS abordados en las secuencias didácticas

En la Tabla No 2 se presentan las principales actividades relacionadas con cada secuencia

Etapa	Carga teórica de las Observaciones	Provisionalidad del Conocimiento científico	Estatus epistemológico de la Ciencia.
Enganchar:	¿Qué es observar?, ¿En qué se diferencia observar de mirar?, ¿Cuál es la diferencia entre sensación y percepción? Docentes: Los docentes discutirán las ideas y las registrarán para sustentar.	Construcción de evidencias de la curvatura de la tierra	¿La astrología es una ciencia? ¿La astronomía es una ciencia? ¿En qué se diferencia la astrología de la astronomía?

<u>Elicitar:</u>	Los docentes discuten las siguientes cuestiones: ¿Qué es observar? ¿Cuándo se sueña se observa?.	Debate defensa de teorías. Profesor: Se establece un debate donde se defienden la astrología o la astronomía como ciencia o pseudociencia. http://theflatearthsociety.org/cms/ Los docentes buscaron información teórica- que dé cuenta de la profundidad teórica de las evidencias que ellos expusieron en las actividades previas.	Poner a prueba la exactitud y la fiabilidad de los signos zodiacales. (éstos son utilizados para caracterizar los rasgos de personalidad) La actividad consiste en comparar las características de personalidad de los estudiantes con respecto a las señaladas por la astrología a través de un cálculo de probabilidades.
<u>Explorar</u>	Concepto de sensación, percepción, visión, observación e inferencia. Profesor explica el proceso de la visión, la observación y su relación con la inferencia. Psicofisiología de la sensación y la percepción		Análisis de la lectura: ¿ESTÁ ESCRITO EN LAS ESTRELLAS? Una revisión crítica de la astrología. Miguel Ángel Sabadell.
<u>Explicar:</u> <u>Elaborar:</u>		Lectura: “El juego de las culturas. La tierra es plana, la tierra es redonda. ¿Cuál es la teoría científica?”. Se propondrá a los estudiantes la lectura del documento, ellos de las pruebas que se presentan para defender que la tierra es plana. Además expondrán las salidas alternativas que se construyeron a favor de la idea de la redondez de la tierra, como una forma de establecer que los argumentos científicos se deslindan de creencias, ideas supra naturales o mitológicas.	Acuerdos entre los horóscopos.Procedimiento: Cada estudiante recorta de diferentes diarios (periódicos) el horóscopo relacionado con su signo zodiacal para ese día. (Ver ejemplo). Analiza la información determinando los acuerdos con la deberán determinar los problemas realidad, los acuerdos y disensos entre las predicciones expuestas.
<u>Extender:</u>	Comparar las teorías	Los estudiantes pueden	

	de Ptolomeo, Pitágoras, Copérnico y Galileo a la luz de la naturaleza de las observaciones que éstos realizaron.	leer el texto: Koesler, A (1986). El misterio Cósmico. En: <i>Los Sonámbulos</i> . El origen y desarrollo de la cosmología. Editorial Salvat. Barcelona-España.	
<u>Evaluar:</u>	90111,90411,90521,90621,91011,20411,70231,70211,70711y 90121		

Tabla No 2. Actividades relacionadas en cada secuencia didáctica de acuerdo al ciclo de aprendizaje de las 7E.

METODOLOGÍA

De acuerdo a la naturaleza del problema de investigación que se formula, se realizó una investigación de tipo educativo bajo un enfoque de análisis mixto, ya que éste permite: la comprensión de los fenómenos sociales a profundidad con base en la indagación de hechos. Describe e interpreta los fenómenos educativos como parte de los fenómenos sociales, intenta, en vez de predecir, comprender los sujetos de investigación dentro del marco de referencia en ellos mismos. Estudia significados de acciones humanas desde la perspectiva de los propios interesados, no busca la generalización sino estudiar singularidades en profundidad. Intenta describir e interpretar las situaciones, significados, intenciones, creencias, motivaciones, expectativas y otras características que no son observables directamente ni son susceptibles de experimentación o cuantificación (Sandoval, 2002).

Conforme a las intenciones antes prescritas, se eligió la técnica análisis de contenido. Como lo señala Bardin (1986), esta técnica se convierte en una empresa de descultación o re-velación de la *expresión*, donde ante todo interesa indagar sobre lo escondido, lo latente, lo no aparente, lo potencial, lo inédito (lo no dicho) de todo mensaje.

La técnica asociada al análisis de contenido semántico fue es la más ajustada al presente trabajo, puesto que sus procedimientos se acotan en función de la clasificación de “signos” de acuerdo a su significado y en específico en el análisis de las atribuciones, donde se determina la frecuencia en correspondencia a ciertas caracterizaciones y no a cuantas veces se hace referencia al objeto (Krippendorff, 1997). Para la presente investigación, signo, significa una representación lingüística. Se acoge la definición de Krippendorff, en cuanto expresa que en todo discurso se ocupa de una porción limitada de la realidad, haciendo uso del lenguaje para transmitir conocimiento y para comprender los conocimientos transmitidos por otros

La muestra está compuesta por veinte (20) docentes de Educación Básica de Ibagué. **El instrumento** para evaluar la comprensión de la NdCyTS está diseñado a la medida del contenido de cada SEA, y está formado por varias preguntas (Ver Tabla No3). Los estudiantes valoran según una escala Likert su grado de acuerdo con cada una de las frases de la opción múltiple. El docente responde al problema planteado en cada

cuestión según un modelo de respuesta múltiple: valora sobre una escala de nueve puntos su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases que contiene la cuestión (Vázquez y Manassero, 1999). Estas valoraciones directas se transforman después en un índice actitudinal, normalizado en el intervalo $[-1, +1]$, mediante la métrica, que opera teniendo en cuenta la categoría de cada frase (Adecuada, Plausible e Ingenua), asignada previamente por un panel de jueces expertos. Cuanto más positivo y cercano al valor máximo (+1) es un índice, la actitud se considera más adecuada e informada, y cuanto más negativo y cercano a la unidad negativa (-1) es el índice, representa una actitud más ingenua o desinformada.

RESULTADOS

RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

A continuación se presenta una síntesis depurada del proceso de formación en NdC en el marco de la I-A. Esta síntesis se presenta en función de etapas de desarrollo, las cuales fueron las siguientes:

ETAPAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Primera Etapa: ¿Cuáles son las concepciones de NdCyT de los profesores educación básica secundaria?

La primera parte está relacionado con un proceso de caracterización explícita de las concepciones sobre la NdCyT por parte de los profesores de educación básica secundaria. Aquí se tiene como premisa, que para efecto de transformación de concepciones epistemológicas, es necesario que los docentes comprendieran sobre sus formas de pensar para posibilitar balances críticos y reflexiones personales sobre el cambio de sus propias epistemologías (Porlán y Rivero, 1998).

En ésta etapa, el taller estuvo relacionado con la aplicación de cuestionario de actitudes hacia las relaciones de Ciencia y Tecnología (COCTS) como un buen punto de partida.

Segunda Etapa: ¿Qué es la Naturaleza de Ciencia (NdC)?

En esta fase se desarrolló conceptualmente el término de Naturaleza de Ciencia, como un concepto acuñado de la filosofía para la Enseñanza de las Ciencias. En este sentido, se hace mención a sus componentes epistemológicos, históricos y sociológicos de la ciencia. Se determina cómo históricamente esta línea se ha consolidado como cuerpo teórico en el marco de la educación científica y en la didáctica de las ciencias. Se expuso, la importancia de la NdC en la alfabetización científica y se contextualiza su relevancia teniendo como marco las pruebas externas tanto internacionales como nacionales sobre la calidad de la educación científica (Pisa, TIMMS, Saber-Pro, ICFES; Saber).

Es importante anotar que a nivel internacional la NdC no solo se ha venido consolidando como un tópico de evaluación explícita, sino que currículos internacionales ya la incorporan como contenido y proceso transversal en la enseñanza de las ciencias.

Tercera Etapa: Proceso de Intervención a través de las Secuencias Didácticas.

SD: Componente Epistemológico de Naturaleza de la NdC.

Bajo el enfoque de Pedagogía Problémica se propone secuencias didácticas en la que los profesores pusieron en cuestionamiento sus concepciones epistemológicas sobre ciencia. Este componente se puede estructurar en las siguientes categorías:

Definición: ¿Qué es ciencia?, ¿Qué características tiene el conocimiento científico?, ¿Cuál es la forma típica de una expresión científica?

Demarcación: ¿Qué distingue el conocimiento científico de otro tipo de conocimiento?

Correspondencia: ¿Dice algo la ciencia sobre el mundo natural?, ¿Qué relaciones se establecen entre las proposiciones de la ciencia (Teoría, modelos y leyes) y la realidad que ellas pretenden hablar?

Método: ¿Cómo se elabora la ciencia?, ¿Qué pasos siguen los científicos para crear, validar, sistematizar, comunicar y consensuar un nuevo conocimiento?

Racionalidad: ¿Cómo se garantiza la validez del conocimiento científico?, ¿Qué grado de certeza tiene?

Aquí se desarrollan SD donde se presentan explícitamente contenidos asociados a la NdC. En las SD se integran contenidos y procesos históricos de las ciencias naturales, es decir, de la física, química, biología y de Medio Ambiente, con el objetivo que los profesores conozcan el marco contextual en el que se proponen las SD.

SD 2: La NdC y su Componente Histórico.

En esta etapa se aplicó secuencias didácticas asociada con la historia de la ciencia, la SD busca delimitar la concepción de historia de la ciencia basada en la suma lineal de hechos conexos a descubrimientos o inventos repentinos de algunos científicos.

La pretensión final fue la comprensión de la ciencia como un cuerpo de conocimiento y actividad cambiante, relativa, contextualizada y sujeta a los desarrollos históricos de un determinado contexto. De aquí, que este componente se pueda estructurar de la siguiente manera:

Innovación: ¿Cómo se producen las Novedades en la Ciencia?

Evolución: ¿Cómo cambia el conocimiento científico?, ¿Cuáles son las unidades de cambio (Conceptos, modelos, teorías, paradigmas, etc)?,

Juicio: ¿Cómo hacen los científicos para decidir sobre los nuevos modelos?, ¿Para elegir entre modelos rivales?, ¿Qué rol juega el científico individual y la comunidad científica?

Intervención: ¿Cómo incide el nuevo conocimiento científico en las formas de pensar, hablar, actuar sobre el mundo?

SD 3: La NdC y su Componente Sociológico.

Fue fundamental que los profesores concibieran a la ciencia como una actividad cultural, humana y rebatible. Conforme a ello, los desarrollos científicos son relativos y cambiantes. Las revoluciones científicas o nuevos paradigmas no solo se originan por su solidez teórica, sino por la existencia de un contexto cultural, social y educativo que los reconoce, regula y permite su comunicación.

En función de lo anterior, las SD de este componente se estructuraron dando solución a las siguientes preguntas organizadoras:

Contextos: ¿En qué ámbitos sociales se desarrolla la ciencia?, ¿Dónde se desarrolla, valida, acepta, formaliza, aplica, evalúa, comunica y enseña el conocimiento científico dentro de la sociedad?, ¿Qué comunidades intervienen? Y ¿Qué características tiene la ciencia como producto cultural?

Valores: ¿Qué normas y valores tiene la ciencia?, ¿Cuáles son las posibles relaciones entre ciencia y ética?

Lenquajes: ¿Cuál es lenguaje propio de la Ciencia?

Cuarto Etapa: Diseño de nuevas secuencias y aplicación asociadas SD de la NdC, por parte de los profesores. Esta etapa tuvo como objetivo la puesta en práctica de los aprendizajes logrados. Aquí, los docentes diseñaron y probaron en sus aulas, SD en los que integran a la NdC como contenido explícito de enseñanza (Ver anexo No

La presentación de los resultados del proceso de investigación se realiza alterno con las actividades realizadas. En general se encuentra que los profesores no aceptan a la astrología como una ciencia, no obstante, existen casos muy particulares de profesores que lo validan, pues han establecido una comparación entre las predicciones que ésta postula en un determinado espacio de tiempo con lo que sucede. Ahora bien, cuando se analizan los argumentos de por qué la astrología no es una ciencia y la astronomía sí, estos son de naturaleza estrictamente empirista. Esto se entiende como el poder de la verificación y la experimentación en los procesos de objetivación. La actividad científica ceñida a la particularidad procesual hegemónica del método científico. Al respecto una profesora plantea:

"Según lo que leí, para ellos eso es una ciencia falsa, una ciencia falsa porque no permite comprobar las suposiciones que ellos están haciendo sobre, son conjeturas e ideas falsas que no se pueden comprobar, porque simplemente ellos no llevan o no siguen el método científico. Entonces ahí hablaba algo de la protociencia, que es la que me permite a mí, por decir algo tener una idea, pero ella si se adhiere un poquito al método científico, entonces las que no se adhieren al método científico son pseudociencias. Entre esas aparece la astrología, sus ideas son muy vagas, no comprueban, es más dice que ni siquiera los astrólogos en la actualidad pueden unificar un mismo horóscopo para, o sea tantos astrólogos buscan en diferentes revistas, y no encuentra el mismo concepto o la misma, el mismo mensaje para esa persona, todos dicen cosas diferentes y pues ellos son incapaces de coincidir para una persona, entonces ellos no tienen la suficiente herramienta como para decir que es ciencia"

En términos generales algunos contrastes entre ciencia y no ciencias son las siguientes, según los profesores:

P21: *Verificar y demostrar, esa es la diferencia en la astrología no se da ese tipo*

P21: *Para mí la astronomía se basa mucho en la experimentación y en utilizar herramientas científicas para hacer sus demostraciones, mientras que la astrología no cuenta con esas herramientas, no cuenta con ellas*

P10 *Yo no escribí nada pero para mí la astronomía sigue siendo y es una ciencia debido a que siempre va a evidenciar bien sea de la parte observable, de la parte matemática, eso que están diciendo, mientras que la astrología sigue siendo un punto de vista de la persona que está interpretando lo que están diciendo los astrónomos*

P3 *La diferencia entre la astrología y la astronomía en primer lugar es el objeto de estudio, las personas que lo estudian, el cuerpo teórico, los métodos de recolección de información y la demostración. Esas son como las características.*

El proceso de verificación juega el papel relevante, puntualmente asociado a la aplicación del método científico. Se denotan que las explicaciones astrológicas son básicas y generalizables a pesar que la variable tiempo e individuos son determinantes en sus predicciones. Se anota, que a pesar que se plantea que la confianza que se tienen sobre las predicciones astrológicas es tan solo por un acto de fe, el considerar que lo científico es lo único que le da validez a la ciencia sin mayores soportes

argumentales, pareciera que fuera igual. La subjetividad como marco general de este tipo de conocimiento, es el punto neural de la discusión sobre el por qué no es ciencia. La ciencia tiene como fin reducir cualquier sesgo en término de determinismos. En otras palabras, el conseguir la objetividad independiente del individuo es un factor de científicidad que se alcanza estrictamente con el método científico.

La objetividad en el marco de un plano estrictamente social e individual exige la repetición y la intersección de predicciones para dos o más personas y signos, lo cual relega a las explicaciones de la astrología a simples especulaciones. Otro criterio establecido por los maestros está contexto, es la autoreproducción de la ciencia. Este concepto permite el proceso de verificación de los procedimientos, protocolos, explicaciones o procesos metodológicos en la solución de problemas indistintamente del lugar. La astrología no cumple este criterio. Al respecto este maestro plantea:

“Una cosa que yo considero que es ciencia, digamos lo que hace un científico, puede ser autoreproducible, por ejemplo la clonación, la clonación la hicieron científicos japoneses que hicieron clonación, cuando hicieron el mismo método demostraron que el científico se había inventado la investigación, de que nunca realmente clonó lo que él decía y se dieron cuenta que le toco pagar, excusarse y lo sacaron de la comunidad científica de allá.

Es de notar que el método científico canónico viene jugando un papel importante en las argumentaciones de los profesores. A tal punto, que un profesor plantea que este es indistinto de la naturaleza del conocimiento que se estudie. Que el método se aplica tal cual en las ciencias naturales como en las sociales y que finalmente si la astrología está en el marco de las ciencias sociales, lo tendría que realizar. La presunción parte porque en todas las ciencias se debe formular un problema, experimentar, sacar conclusiones y determinar si éstas son consistentes con las predicciones que de antemano se habían hecho a través de las hipótesis o conjeturas. Por ejemplo, se plantea lo siguiente:

*“...El método científico se basa a través de problemas, formular hipótesis, recoger datos, experimentar y concluir. Una de las partes más importantes es la experimentación, pero que pasa?... uno mira las investigaciones, no se las que he mirado hasta el momento y tienen la misma estructura, las que he mirado hasta el momento que pertenecen a otras área del conocimiento, sociales, a las políticas, a las humanas, tienen lo mismo, entonces no sé en que varían. **Tienen también un planteamiento de un problema, tienen unas hipótesis, una recolección de datos, hacen experimentación y concluyen, entonces como que guardan algo del método científico, entonces es como un paradigma**”.*

Ahora bien, en términos de conceptos estructurales de la discusión si es ciencia o no la astrología, las razones de los profesores incorporan en común acuerdo otro elemento: El uso de las matemáticas. Las matemáticas para la delimitación lingüística de cualquier ciencia son fundamentales. La matemática se constituye no solo su lenguaje, sino que aporta a la estructura del sistema conceptual de la ciencia. En este sentido, se cuestiona el rol de ésta en la astrología. En detalle, aquí la estadística juega un papel importante. Las probabilidades que suceda un evento planteado de la astrología son supremamente amplias. De ahí que ésta no la tenga en cuenta como criterio de organización de sus explicaciones y como sustento de validez. Al respecto, se plantea los siguientes:

“Lo primero que le dice un astrologo a otro, listo posiblemente, hoy posiblemente lo va atropellar un carro, sino le pasa es que hay una probabilidad de que no suceda, la estadística también hace eso, pero en cambio, la ciencia muchas veces puede ser muy exacta, que por decir algo 300.000 kilómetros por segundo, no va a pasar de esa velocidad, eso es algo que es exacto. El problema de la astrología es ese, que puede que sea o puede que no, entonces solo tengo esas cosas

Es relevante cómo en la discusión de la cientificidad de la astrología, la revisión por su historia y de la astronomía se presenta como condición fundamental. Varios docentes planean que en la antigüedad hubo puntos de encuentro entre estos dos tipos de conocimientos. Estos puntos de encuentro están ceñidos a la observación como contexto de origen de los dos. Se aduce cómo grandes científicos debían ser astrólogos y astrónomos a la vez, donde su legitimidad se respaldaban en la contrastación real de sus predicciones.

Un profesor plantea, que este puede ser un buen elemento para distinguir las bases científicas de este conocimiento, pero que su trayectoria en la historia la ha despojado de rigurosidad transformándola en un conocimiento cotidiano y lejano a la verificabilidad y objetividad. Algunas unidades de contenido asociado a la anterior son:

““En los caminos de la ciencia nos dice como han sido los orígenes y uno puede notar que en la historia el desarrollo de la astronomía como de la astrología han tenido puntos en común, el hecho por ejemplo de que ambas nacen de la observación y pues esa es uno de los fundamentos de la ciencia”

Es importante reconocer en algunos planteamientos de los profesores que la discusión sobre la cientificidad de un conocimiento depende de la concepción de ciencia con la que se evalúe. En este sentido, se planteaba cómo, por ejemplo, desde los criterios en los cuales se establece el paradigma mecanicista de la ciencia, es imposible evaluar la naturaleza del conocimiento astrológico. La ciencia no tiene respuestas a todos los problemas y no provee explicaciones a todos los fenómenos de la naturaleza y sociales que existen. De tal modo, que se crea una franja de posibles explicaciones que no necesariamente la comprobación sistemática juega un papel relevante. Las explicaciones científicas no hacen parte de las necesidades prácticas que tiene el común de la gente para solucionar los problemas.

Así pues, el ser humano, la cultura, construyen discursos solventes y con tradiciones conceptuales que distan de un “rigor” científico, pero que dan cuenta de ciertos procesos o exigencias sociales. Al respecto una profesora plantea acerca de su punto de vista

...El principal problema para establecer si la astrología es una ciencia o no, es el paradigma en el cual estamos inmersos, el paradigma de ciencia, dependiendo de lo que concebimos de ciencia así vamos a ubicar a la astrología dentro de ella o no. Pero me llamo mucho la atención porque lo que a mí me pone en duda pero no de que si sea ciencia o no, sino el hecho de que ellos dicen que es dependiendo del paradigma, entonces yo digo, será que desde mi posición puedo juzgar si es o no, sino quedaría fácil para todo el mundo la astrología pues definir si es ciencia”

Los argumentos basados en los procesos de consolidación histórica de un tipo de conocimiento son importantes. Los profesores plantean cómo el definir el estatuto científico de un tipo de discurso y el mismo proceso de su afianzamiento como conocimiento permite construir marcos de referencias sobre las diferentes rutas

epistemológicas en los que se han construido los discursos científicos y en específico algunos de las ciencias naturales, como el caso de la física. Un estudio sistemático de los orígenes y trayectoria de la astrología debería dar un contexto fiable para el análisis, máxime cuando estos discursos históricamente se han integrado a la actividad científica y han permitido explicar ciertos fenómenos que la “ciencia” guarda silencio.

***P18.** Porque bueno yo estudie Ciencias Naturales, pero a mí no me enseñaron realmente como los orígenes, y luego como fueron evolucionando históricamente, eso a uno lo ubica. Y si de pronto uno se encuentra por ejemplo con alguien que le dice la ciencia es algo que es demostrable, que yo pueda decir que la ciencia es algo que sea demostrable y está en la razón con lo que piensa tal señor, en tal época por ejemplo...Pero uno sin saber la historia, sin saber realmente todo. Entonces se queda*

Por otra parte, en el proceso de formación se llega a la conclusión que cualquier tipo de discurso, originarios de ciertos modelos culturales y sociales, se debe estudiar desde su contexto. Con esto se quiere decir, que la disertación de la astrología no se debe reducir al estudio simplista y popularizado del horóscopo y estudiado desde la lógica modelo de mundo occidental. Por el contrario, se debe reconocer su estructura, sus referentes conceptuales, la descripción y análisis de la naturaleza de sus razonamientos, los cuales no son simples. Por ejemplo:

... la historia nos ha demostrado, nos ha mostrado que no todo el tiempo en unos momentos históricos específicos se pudo demostrar fácilmente o se pudo demostrar ciertos hechos que luego si fueron comprobados, pero como en ese momento no se tuvo la herramienta, se creían falsos. Como le dicen a la astrología hoy, porque de pronto no tienen un método, algo verificable para así para toda la comunidad, entonces lo que me lleva a mí a pensar, entonces lo que hay que hacer es la reconstrucción del concepto de ciencia, como así que se va a delimitar solamente, que se va a fragmentar tanto, tan sesgado el concepto que manejemos de ciencia.

Lo anterior, invitó a los profesores a reflexionar con mayor detalle y rigor el estudio de los diferentes conocimientos que por tradición y cultura permiten explicar y accionar sobre el mundo real. Por igual, se establece que el conocimiento científico no es el único conocimiento en términos de estatus, sino por el contrario en la actualidad han emergido otros discursos que han alcanzado mayor validez por ciertos sectores de la sociedad que la misma ciencia.

Por otro lado, se discute cómo la experimentación y la verificación no son realmente criterios que determine la cientificidad de un discurso. En este sentido se ambientó con ejemplos derivados desde las mismas ciencias naturales con teorías singulares como la de la evolución y como disciplinas claramente establecidas como la física teórica. En la ciencia se encuentran teorías, modelos y discursos que no cuentan con un respaldo estrictamente experimental y con eso no quiere decir que no sean ciencias. Por otra parte, la construcción de argumentos desde lo teórico implica la construcción de conceptos u objetos conceptuales que no precisamente tienen correspondencia real, es decir, no existen en la naturaleza pero que hacen funcionales la teoría y la explicación de la presencia de ciertos fenómenos.

Se llega al consenso, que en las ciencias plantean conjeturas o se asumen constantes que por artificios matemáticos se deducen sus valores y medidas, pero esto no quiere decir que existan o que tengan esas propiedades, caso por ejemplo, la velocidad de la luz, la masa del bosón Higgs, etc. No obstante, son fundamentalmente necesarios para la evaluación y sostenimiento teóricos de explicaciones que han

permitido explicaciones sobre los fenómenos naturales de un mundo “invisible ”y de cientos de aplicaciones tecnológicas.

Se formula cómo algunos de los aparatos experimentales de presupuestos teóricos de las ciencias naturales son improbables construirlos y técnicamente imposible de elaborarlos, no obstante, permiten en un tiempo determinado que una teoría busque su consolidación discursiva y promueva predicciones que permitan adelantos científicos prácticos y experimentalmente posibles de construir.

El análisis del margen de error de la predicción en la astrología, y los cuestionamientos acerca de su exactitud permitió por parte de los profesores debatir sobre dos categorías propia de la Naturaleza de la ciencia, una relacionada con el criterio de correspondencia, y dos con la naturaleza de los razonamientos científicos.

Sobre la primera categoría, es bastante usual que los profesores tengan una visión realista ingenua de la ciencia. En detalle esto significa, que los profesores piensen que las explicaciones que construye la ciencia, formalizadas en teorías y leyes, por una parte sean universales y por otra, los niveles de proximidad sea 1:1. En otras palabras, que las explicaciones científicas describen en términos deterministas tal cual es la realidad que circula. En consecuencia, se piense que las construcciones científicas son ajenas al sujeto que estudia la naturaleza y en síntesis, son puras prescripciones sobre hechos fácticos que son regulares, ilimitados y perfectos.

En este sentido, las secuencias didácticas de estatus científicos y precisión e incertidumbre fueron complementarias. Por una parte, pensar que las ciencias son exactas es una idea inadecuada sobre la naturaleza de sus explicaciones. Por otra, que los grados de aproximación entre la realidad y la explicación científica es cero permite diferenciar un realismo ingenuo en los profesores.

No obstante, como aspectos claves del proceso de formación se involucra dos conceptos: el concepto de sistema referencia y el concepto de modelo. La ciencia construye uno o varios sistemas de referencia para el estudio de un fenómeno natural. De acuerdo a estos sistemas de referencia se regula los corpus teóricos, conceptuales y metodológicos. Desde esta perspectiva la realidad es acotada y al hacerlo, indiscutiblemente se configura en un modelo con un grado de proximidad de la realidad. En consecuencia, el modelo, la teoría no corresponde con la realidad misma. A medida que estas dos entidades conceptuales en la ciencia incorporan sistemas de referencias con mayor número de variables y las mide, el sistema científico y su sistema de representación se complejiza.

La incorporación de estos conceptos permitió a los profesores reevaluar ciertos presupuestos sobre el tipo de matemáticas que hacen usos las ciencias naturales y por qué frente al estudio de ciertos fenómenos, éstos pueden ser modelados matemáticamente con un aparato algorítmico simple o complejo. Es decir, pueden ser representados con una función lineal o una integral. En este sentido fue importante involucrar la idea de modelo y qué representa, cómo lo representa y para qué lo representa.

“Como hay mayor precisión, se corre el horizonte del conocimiento, gracias a esa precisión, la fórmula que era con tan grado de cálculo se modifica, porque ese aparato permite, digo aparato en un caso particular, permite encontrar que eso que se había dicho, ya no es tan cierto, se corre, se modifica, y entonces será llegar a otro consenso, pero que no va ser verdad”

Junto con la idea de aproximación y exactitud se establece la idea de certeza. Al respecto, existe una idea compleja por parte de los profesores en pensar que las explicaciones científicas son siempre certeras.

P22: *“yo coloque que de la misma forma no se puede verificar la certeza de las predicciones por lo mismo, va muy relacionado con la segunda, porque la predicción de una eclipse es calculado que mediante la posición y eso, casi como matemático, muy matemático, en cambio las certezas de las predicciones de la astrología, yo puse acá por ejemplo con el test, a mi parece que con eso se puede verificar”.*

A través de las secuencias didácticas relacionadas con el componente epistemológico, se logra identificar la relevancia que se le dá a la observación en todos los procesos científicos. Estos son en el proceso de elaboración de conjeturas, hipótesis, experimentación y validación, junto con ello, la naturaleza neutral y universalista.

Como objetivo de la secuencia de la observación de la ciencia se tenía como fundamental que los profesores comprendieran que cualquier tipo de observación está cargada de teoría. En este sentido, las construcciones teóricas juegan un papel importante en lo que se observa, permitiendo identificar que no todos observan lo mismo, ni de la misma manera y con marcos distintos.

A través de la actividad de los cuadrados, los profesores pudieron diferenciar, cómo la identificación de cuadrados depende de los marcos de referencias que construían los profesores. Así pues, pensar que todos encontraban diferentes números de cuadros y los cuales dependían de lo que entendían por un cuadro y los tamaños, implicaban que ellos establecieran como premisa primaria la definición de su marco de referencia.

En este sentido, los profesores de matemáticas construyeron estrategias que permitían determinar con mayores posibilidades números de cuadrados estableciendo relaciones entre variables, relacionadas con los tamaños de los cuadrados y el número de divisiones en su interior. En este sentido, se construyeron modelos matemáticos para determinar sin la observación de la figura y el conteo clásico el número de cuadrados .

La actividad permitió comprender con mayor profundidad las diferencias entre ver, percibir y observar. Los modelos construyeron los profesores de biología respecto a los de matemáticas y química fueron diferentes. Entendiendo cómo el marco teórico o las construcciones conceptuales permiten no solo observar de diferente manera sino construir inferencias de diferente nivel. Por ejemplo, se involucró la idea de infinito, límite, etc lo cual cambió la perspectiva “visible” del número de cuadros:

Esta actividad permitió de nuevo debatir la idea de exactitud en la ciencia, en términos que en la actividad científica pueden existir diferentes niveles de observación y de explicación, unas más alejadas o cercanas de la realidad que se tiene por objeto comprender. Estos grados de aproximación dependen del marco de referencia, pero de igual manera de las herramientas conceptuales que los investigadores científicos hayan construido como válidas.

Comprender la carga teórica de las observaciones con los maestros implicó por un lado, reconocer que existe una idea errónea del método científico. Por otro lado, vulnerar la idea empirista que el conocimiento científico empieza en el ejercicio de la observación. A su vez abrió la posibilidad de establecer algunos parámetros propios de la actividad científica, como el hecho que en las ciencias, la observación no es

“mirar” el evento en el contexto de lo natural, sino que en la ciencia existen múltiples formas de observar e identificar la presencia de un objeto natural en circunstancias imperceptibles. Una conversación al respecto:

EE: O sea por ejemplo, perdón profe, en el ejemplo más análogo de ese razonamiento que plantea P2 son los pinceles, cuando por ejemplo en Paint, pone uno pixeladas, y uno pone niveles de pixelación, entonces cada vez va uno viendo mas, mas, los cuadritos ya son distintos que conforman por ejemplo ese continuo.

La secuencia relacionada con la provisionalidad del conocimiento científico permitió evidenciar varios aspectos sumamente complejos para la caracterización de los cambios en las concepciones. El primero se relaciona con quién produce el cambio. Esencialmente, la afinación progresiva de las observaciones. Aquí juega un papel importante los aparatos tecnológicos como los que propician afinar observaciones. Un punto que logró aportar al proceso de transformación fue precisamente la secuencia de la carga teórica de las observaciones. No obstante, la caracterización de los cambios en la ciencia, implicaba que los profesores hicieran ejercicios específicos, en la historia de su disciplina. Este fue uno de los grandes obstáculos, ya que la formación en historia de la ciencia no es la suficiente.

Es importante identificar que para un proceso de formación docente, la idea de acumulativa de la ciencia se constituye en unas de las concepciones más exigentes, en tanto, implica un reconocimiento de varias trayectorias históricas de las diferentes disciplinas en diferentes marcos epistemológicos. En este sentido, no es suficiente con determinar problemas que generaron cambios de teorías, caso que se expuso de la tierra plana a la tierra redonda, sino el modelo teórico e histórico que permitió comprender este cambio. Para ello, las lecturas debieron tomar diferentes modelos explicativos tanto teóricos como históricos del proceso.

Ahora bien, en el componente sociológico de la NdC, se trabajó el tema de sociología interna de la ciencia. Aquí se estudió la concepción de comunidad científica, haciendo uso de la historia de las comunidades más importantes de Inglaterra. La observación que se realiza sobre esta secuencia, está relacionada con una geolocalización más próxima a nuestro contexto, de la trayectoria de muchas de nuestras comunidades. Se consideró luego del proceso de estudio, que un reconocimiento de las comunidades científicas, como actúa, conforman y funcionan de la región, los problemas para conformarlas y el estudio de su desarrollo se constituirían en un buen proceso de movilización de las concepciones de los profesores.

Finalmente, como parte del proceso de formación, los profesores diseñaron secuencias didácticas teniendo como marco las desarrolladas.

CONCLUSIONES

El proceso de enseñanza de la NdCyT en procesos de formación de profesores debe estar en directa conexión con su práctica. De aquí, que luego del proceso de formación realizado, un punto neurálgico es la puesta en escena del pensamiento del profesor respecto a esta temática en su actividad áulica. En este sentido, la relación pensamiento y práctica, juega un papel importante en poder evidenciar una transformación clara y consistente de las imágenes que tienen sobre ciencia.

No obstante, el abordaje en términos didácticos de la NdCyT, inscribe los procesos de enseñanza explícita como un enfoque importante de reflexión, puesto que en el proceso de investigación con profesores permitió una mirada interdisciplinar de las cuestiones desarrolladas.

En relación con los procesos de transformación de las concepciones de los profesores, se puede establecer que los resultados presentados son un avance en plantear una forma distinta de enseñar ciencias con profesores que tiene una amplia experiencia y cuyos obstáculos más significativos se dirigen hacia la complejización de su práctica de aula. Los docentes en el proceso diseñaron secuencias didácticas que ponían en evidencia no solo los resultados del proceso de formación sino la importancia de articular la NdCyT como un tópico curricular necesario y urgente en sus colegios (ver anexos). Estas propuestas, permitieron identificar elementos en la evolución de las concepciones que éstos proponían inicialmente sobre algunos componentes de la NdC, en específico sobre la idea de la carga teórica de las observaciones, el rol de la exactitud y precisión en la ciencia y la idea hegemónica de método científico.

No obstante, temáticas como la parte provisional de la ciencia, el mismo estatuto científico, la naturaleza del cambio y la innovación de la ciencia fueron componentes que dilucidaron complejidad y mayores obstáculos en su proceso de movilización. Los tipos de razonamiento en la ciencia estuvieron mediados por la idea clásica del método lógico-deductivo. Aunque este es un tipo importante de razonamiento, para los profesores fue de gran dificultad comprender el razonamiento abductivo como la manera de pensar de base que tienen los científicos para la construcción de sus teorías. En este sentido, complejizar la idea de serendipia fue imposible en la medida que las actividades realizadas no permitieron contextualizar ni epistemológica e históricamente el origen de estas.

Respecto a lo didáctico, las secuencias didácticas durante el proceso de formación y dada la metodología I_A, se transformaron. Por una parte, por las características progresistas y acumulativas que tenía los participantes sobre la idea de ciencia, el cambio científico y actividad científica. No obstante, la discusión por la búsqueda y naturaleza de la evidencia en la ciencia y en el caso especial, del estatus científico de la ciencia y los argumentos para la discusión de la forma no plana de la tierra, posibilitó generar puntos de reflexión sobre que la ciencia no es cúmulo de conocimientos en dirección positiva y linealmente correcta, que es un conocimiento social y culturalmente construido, que la metodología científica es múltiple, variable y dependiente del objeto de estudio. Igualmente, que los términos de exactitud y precisión dependen de los marcos de referencia en los cuales se establece la modelación del problema.

En consecuencia, el proceso de formación significó controvertir la idea privilegiada de la observación no solo en la práctica científica, sino como condición experimentalista del cambio en la ciencia. Es claro en la actividad científica el reconocimiento de la presencia de otros elementos determinantes de una revolución o transformación de los problemas de una disciplina específica. En este punto, el reconocimiento por parte de los profesores que una revolución científica depende estrictamente del contexto social donde se desarrolla, permitió cuestionar el imaginario universalista y neutral que se le provee al conocimiento y actividad científica.

El estudio sobre cómo hacer evolucionar las concepciones de los profesores en este tipo de temas confluye sobre su inevitable complejidad. Como factores sobresalientes se encuentran que el ejercicio de analizar la disciplina desde una mirada metateórica

es poco usual, tanto en los procesos de formación como en el ejercicio de la labor docente por parte de los profesores.

REFERENCIAS:

- Adúriz-Bravo, A. (2002). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral leída en el Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1209102-142933/index.html>
- Bardin, L. (1986): El análisis de contenido. Madrid, Akal.
- Barnes, B; Edge D. (1982). *Science in Context. Readings in the Sociology in Science*. The open University Press, Milton Keynes
- Cardoso, N; Morales, E. (2010). ¿Son diferentes las actitudes hacia la naturaleza de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad por partes de los estudiantes y profesores de ciencias y humanidades? Un estudio en seis países iberoamericanos.. *En Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la Naturaleza de Ciencia y Tecnología*. España. Ed: Estudios Iberoamericanos OEI.
- Eisenkraft, A. (2003). «Expanding the 5E model». *Science Teacher*, 70 (6), pp. 56-59.
- Fernández, I; Gil, D, Carrascosa, J; Cachapuz, A, Praia, J. (2002). Visiones Deformadas de la Ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 2002, 20 (3), 477-488.
- Krippendorff, K. (1997): *Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Barcelona, Paidós.
- Mattews, M. (1998). Foreword and introduction, en McComas, W. (ed.). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*, XI-XXI. Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W et al. (1998). *Changing the Focus: Fostering the Development of Science, Technology, and Society Programs in Schools*», *Bulletin of Science, Technology and Society* 12: 294-298.
- McComas, W., Clough, M; Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education, en McComas, W. (ed.). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*, pp. 3-39. Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W.F. y Olson, J. (1998). The nature of science in international science education standards documents, en W.F. McComas (ed.). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*, pp. 41-52. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada Editora.
- Romero, M; Vázquez, A. (2013) Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5 (2), 134-169
- Sandoval, C. (2002) *Investigación Cualitativa*. En *Especialización en Teoría, Métodos y Técnicas de Investigación Social*. Colombia: Arfo
- Tamayo, O. (2001) Aporte de la NdC y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la enseñanza en ciencias. En: *revista educación y pedagogía*. 17 (43) 2005, 13-25