

Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia bajo un enfoque explícito y reflexivo

Teaching of the Nature of Science under an explicit and reflective approach

Ensino da Natureza da Ciência desde uma abordagem explícita e reflexiva

Antonieta Ascanio

antoascanio@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-00020447-4401>

Argelis Fermín de Añez

argelisfermina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7409-8763>

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela

Artículo recibido en mayo, arbitrado en junio y publicado en septiembre 2020

RESUMEN

El objetivo fue interpretar el efecto de dos intervenciones didácticas dirigidas a la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia (NdC). Se diseñaron actividades instruccionales centradas en la reflexión y en la argumentación, utilizando como contextos la discusión orientada por preguntas y el análisis de problemas sociocientíficos en artículos de prensa. La metodología de investigación fue de naturaleza cualitativa. Los datos se obtuvieron a partir de: reflexiones escritas, cuestionario adaptado del Views on the Nature of Science Technology (VOSTS) y argumentos escritos. El análisis de los resultados evidenció logros de aprendizajes sobre los aspectos de la NdC desarrollados que pudieran ser atribuidos a las actividades instruccionales utilizadas.

Palabras clave: *Naturaleza de la ciencia; enseñanza de la ciencia; enseñanza explícita de la NdC*

ABSTRACT

The purpose of the study was to analyze and interpret the effect of two didactic interventions aimed at the explicit teaching of the Nature of Science (NOS.) We designed instructional activities focused on reflection and argumentation by using discussion-oriented questions and socio-scientific problem analysis in newspaper articles. The research methodology was qualitative. We obtained data from written

reflections, Views on the Nature of Science Technology-Society (VOSTS) questionnaires, and written arguments. The analysis of the results provided evidence of achievements in learning regarding the NOS aspects that could be attributed to the instructional activities implemented.

Keywords: *Nature of science; science teaching; explicit teaching of the NOS*

RESUMO

Pesquisa de natureza qualitativa que tentou analisar e interpretar o efeito de duas intervenções didáticas voltadas para o ensino explícito da natureza da ciência (NDC). Foram elaboradas atividades instrucionais voltadas para reflexão e argumentação, utilizando como contexto a discussão orientada a perguntas e a análise de problemas sócio-científicos extraídos de artigos de jornal. A metodologia da pesquisa foi de natureza qualitativa. Os dados foram obtidos de: reflexões escritas, questionário adaptado de Views on Science-Technology-Society (VOSTS) e argumentos escritos. A análise dos resultados evidenciou conquistas de aprendizagem sobre os aspectos do NDC desenvolvidos que podem ser atribuídos às atividades instrucionais utilizadas

Palavras-chave: *Natureza da ciência; ensino de ciências; ensino explícito da NDC*

INTRODUCCIÓN

Una de las primordiales metas de la educación es la alfabetización científica, la cual es descrita por Hodson (2008), como la habilidad del individuo de entender el conocimiento científico, reconocer y apreciar su contribución a la sociedad y ser capaz de usar sus conocimientos para tomar decisiones de los problemas socio-científicos que se enfrentan en el día a día. Esta meta no ha sido alcanzada, fundamentalmente porque los currículos suelen centrarse en los contenidos conceptuales obviando aspectos sobre la ciencia misma, como por ejemplo: ¿qué es la ciencia?, ¿cómo funciona internamente?, ¿cómo se desarrolla?, ¿cuál es el origen de los conocimientos?, ¿cómo se obtuvieron?, ¿cuál es su grado de fiabilidad?, ¿qué implicaciones tiene el juicio de los pares?, ¿para qué se utilizan comúnmente los conocimientos?, ¿qué beneficios aporta a la sociedad? y ¿qué valores utilizan los científicos en su trabajo profesional? todos estos aspectos, en un concepto amplio, constituyen lo que se conoce como la naturaleza de la ciencia (NdC).

Décadas de investigación han demostrado que, tanto los profesores como los alumnos, no poseen un apropiado entendimiento de la NdC situación que impacta

negativamente en lo que el profesor enseña y en lo que el alumno aprende (Lederman, 1992; Lederman, 2007). De acuerdo a Guisasola y Morentin (2007), los profesores tienen una concepción empírico inductivista de la NdC, y es por esta razón que resulta importante desarrollar una imagen de la ciencia más válida desde el punto de vista epistemológico a fin de que sea más coherente con las prácticas científicas actuales.

Desde esta perspectiva, una persona no debería ser considerada alfabetizada en ciencia si no es capaz de comprender los valores y supuestos de la actividad científica así como, los procesos mediante los cuales se crea el conocimiento científico. Igualmente, si no llega a superar una imagen deformada de la ciencia basada en hechos aislados de su contexto, no puede conferir a este conocimiento su relevancia y aplicabilidad (Acevedo-Díaz y otros, 2007).

Para superar estos inconvenientes, en las reformas realizadas recientemente en la educación científica se ha dado una importancia cada vez mayor al objetivo de formar adecuadamente sobre la NdC. En la actualidad existe un consenso creciente que propone incluir explícitamente en los currículos de ciencia una enseñanza sobre la ciencia misma, es decir, una enseñanza de la NdC (Barona y otros, 2004; Vázquez, Manassero y Talavera, 2010). En este sentido, se hace necesario promover programas de formación que ayuden y orienten al profesorado a comprender e integrar la NdC en la enseñanza (Barona y otros, 2004; García-Carmona y otros, 2012).

Antes de ofrecer pautas didácticas y metodológicas específicas para la enseñanza de la NdC, es importante establecer un marco de contenidos, es decir, el qué enseñar. Al respecto, Osborne y otros (2003), Liguori y Noste (2005) y Bell (2009), establecen por consenso ciertas características de la NdC que pueden ayudar al docente a decidir, cuáles de ellas desarrollar en sus actividades de aula de acuerdo al nivel en el que enseña. Entre dichas características se encuentran: la subjetividad y transitoriedad del conocimiento científico; distinción entre leyes científicas y teorías científicas; la observación como base en la construcción del conocimiento científico; la imaginación y

la creatividad del científico en la construcción del conocimiento y las relaciones recíprocas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, entre otras.

Una vez seleccionados los contenidos, el siguiente paso es determinar cómo enseñarlos para lo cual se pueden considerar dos posibilidades (García Carmona, 2012), por un lado, un enfoque implícito, es decir considerando los aspectos de la NdC a enseñar inmersos en la actividad científica escolar, como por ejemplo los trabajos de laboratorio. Por otro lado, el enfoque explícito que implica la planificación de los contenidos como cualquier otro de una determinada disciplina científica, es decir, con sus respectivos objetivos, contenidos y evaluación. Igualmente demanda la utilización de actividades metacognitivas de reflexión en la que los estudiantes a través de preguntas, diálogos debates y argumentaciones entre otras, discuten de manera explícita y reflexiva los contenidos objeto de aprendizaje. La investigación didáctica muestra una mayor eficacia del enfoque explícito (Abd-El-Khalick y Akerson, 2009; Acevedo, 2009; Deng y otros, 2011; Lederman, 2007).

En cuanto a los contextos más usuales para la enseñanza explícita de la NdC (Acevedo- Díaz y García-Carmona, 2016), señalan los siguientes: la historia de la ciencia, que permite, apreciar el carácter universal de la ciencia, así como conocer el ámbito social, cultural y político en el cual ocurrió la producción del conocimiento científico (CC); los problemas socio-científicos puesto que abordan problemas controversiales que llevan al estudiante a elaborar argumentos donde acepten o rechacen un determinado CC desde distintas perspectivas, tales como: legal, política, económica entre otros y por último, los artículos científicos publicados en la prensa escrita que promueven la lectura crítica y reflexiva.

Las consideraciones anteriores sugieren la necesidad de investigar acerca de la enseñanza explícita de la NdC haciendo énfasis en actividades que faciliten su comprensión. En este sentido, se establece como propósito de esta investigación: interpretar el efecto de dos intervenciones didácticas centradas en la reflexión y

argumentación como contexto para la enseñanza explícita de aspectos relativos a la NdC.

MÉTODO

La investigación se realizó bajo el enfoque cualitativo, optando por el mismo porque se busca comprender, analizar e interpretar a partir de las reflexiones y argumentaciones de los participantes, la eficacia o no de las actividades instruccionales aplicadas en esta investigación para la enseñanza explícita de la NdC. Se pretende además establecer una relación directa entre sujetos e investigadoras.

El grupo de estudio estuvo conformado por ocho (8) participantes del curso Naturaleza de la Ciencia perteneciente al plan de estudios del Diplomado “Enseñanza de las Ciencias Naturales mediante la Metodología Indagatoria” el cual se dictó en la Universidad Católica Andrés Bello durante el período académico 2016-2017. Se utilizaron como instrumentos de recolección de los datos los siguientes: reflexiones escritas durante y posteriores a las actividades realizadas, argumentaciones escritas sobre aspectos de la NdC presentes en un artículo de prensa y cuestionario para conocer las concepciones de los participantes sobre la NdC el cual es una versión adaptada del *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) desarrollado y validado por Aikenhead y Ryan (1987). Los datos de las reflexiones y las argumentaciones se analizaron mediante análisis de contenido y los del cuestionario a través de análisis porcentual.

Descripción de las actividades

Se realizaron dos intervenciones didácticas fundamentadas en la reflexión y en la argumentación. En la primera (actividad 1) se abordó la conceptualización de la ciencia y de la naturaleza de la ciencia. En la segunda (actividad 2), se identificaron aspectos de la NdC en una noticia científica de actualidad. En los cuadros 1 y 2 se describen brevemente estas actividades.

Cuadro 1. ¿Qué sabemos y debemos saber acerca de la Ciencia y la NdC?

Descripción de la actividad	Momento de la actividad
Sesión 1	
Diagnóstica: definición de ciencia	<ul style="list-style-type: none"> -Se conforman equipos de trabajo -Cada participante anota su reflexión acerca de la interrogante ¿Qué es para ti la ciencia? (R1) -Se plantea una discusión sobre las ideas de ciencia expresadas entre los integrantes del equipo para elaborar una concepción de ciencia compartida o no por el grupo -Se escribe en el pizarrón el concepto de ciencia elaborado por cada uno de los equipos -Se genera una discusión en torno a cada concepto, en cuanto a semejanzas y diferencias
Abordaje de otros Conceptos: diversidad de concepciones acerca de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> -Se analizan algunas definiciones de ciencia de científicos y filósofos en distintos momentos históricos -Se genera una discusión grupal acerca de los aspectos que destaca en su definición cada uno de los científicos y filósofos seleccionados
Organización de Información: hacia una caracterización del concepto de ciencia	<ul style="list-style-type: none"> -Se identifican los aspectos considerados en las definiciones tanto de los científicos como de los participantes -Se establece que se puede definir la ciencia en función de: lo metodológico, lo axiológico, lo ontológico y de acuerdo a la función social de la ciencia -Se concluye que es difícil llegar a un concepto único de ciencia
Aplicación: evidencia del aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> -Se construye en equipo un mapa mental con los aspectos de la definición de ciencia trabajados en clase -Se elabora reflexión individual sobre los aspectos tratados en esta primera actividad (R2)
Sesión 2	
Introdutoria: definición de Naturaleza de la Ciencia	<ul style="list-style-type: none"> -Se plantearon interrogantes que orientaron la conceptualización de la NdC las cuales fueron discutidas en equipo y en el grupo: ¿los conocimientos científicos cambian?; ¿los conocimientos obtenidos del trabajo científico son verdaderos?; ¿cómo trabajan los científicos? ; ¿el método científico consiste en una serie de pasos que se aplican de una manera rígida?; ¿podrías mencionar cuáles son ellos?; ¿piensas que si varias personas están observando un fenómeno, observan lo mismo?; ¿qué piensas acerca de un científico?; ¿existe una relación entre la ciencia y la sociedad?
Organización de la información: hacia la caracterización de un concepto de Naturaleza de la Ciencia	<ul style="list-style-type: none"> -Se genera una discusión guiada hacia la construcción del concepto de NdC -Se establecen aspectos que pueden considerarse en el constructo NdC -Se discuten y argumentan posiciones en cuanto a la dificultad de elaborar una definición de NdC -Se concluye que es difícil llegar a un concepto de NdC pues se trata de un metaconocimiento que incluye aspectos epistemológicos, históricos y sociológicos de la ciencia -Se discute y argumenta sobre la importancia de incluir la NdC en la enseñanza de la ciencia.
Evidencia del aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> -Se elaborará una reflexión (R3) sobre los aspectos tratados en esta segunda sesión de trabajo de la actividad 1 <p>R1: Reflexión: 1 R2: Reflexión 2 y R3: Reflexión 3</p>

Cuadro 2. Aprendiendo acerca de la Naturaleza de la Ciencia utilizando noticias científicas de las revistas y la prensa diaria

Actividad	Descripción de la actividad
	<p>Lectura y análisis del artículo “¿Qué hacer con las grasas?” publicado en la revista Semana el 15 de febrero de 2015.</p> <p>-Se suministró a los participantes preguntas que orientaban el análisis crítico y reflexivo del artículo:</p>
Introductoria	<p>Cuál fue el conocimiento, producto de investigaciones científicas, aceptado desde hace más de 30 años por las autoridades sanitarias de EEUU y del Reino Unido?; ¿En qué se basó Zoe Harcombe para refutar el conocimiento sobre el consumo de las grasas y la salud mantenido a nivel mundial por 30 años?; ¿Cómo crees que influye en el desarrollo de la ciencia, que existan disputas, conflictos, controversias y diferentes puntos de vista entre los científicos cuando estudian un determinado fenómeno?;.¿Puedes apreciar evidencias de estos actos en la lectura? Mencionarles; ¿Qué procesos crees que se siguen en la comunidad científica para que se acepte un nuevo conocimiento científico o se rechace uno anterior</p>
Desarrollo	<p>Discusión grupal de las respuestas a las preguntas con el fin de analizar el problema sociocientífico que se presenta en el artículo. Al finalizar los participantes llegan por consenso, tanto en el equipo, como en el grupo a las respuestas de los planteamientos que orientaron la discusión</p>
Aplicación	<p>A partir del análisis del artículo se procedió a profundizar en lo referente a la constatación de las características de la NdC en dicho artículo; para esto, se utilizaron las características y los enunciados sugeridos por Liguori y Noste (2005), los cuales son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La ciencia es una actividad humana muy amplia, compleja y en evolución constante; 2.El conocimiento científico no es superior a otros tipos de conocimiento; 3.Se considera a la ciencia como el resultado de una actividad cognitiva que interpreta el mundo a través de representaciones mentales o modelos teóricos que intentan explicar los fenómenos de la naturaleza y que evolucionan a través de una permanente revisión; 4.Los intereses particulares o grupales de carácter ideológico, económico, político, ético influyen sobre el hacer científico; por lo tanto no es una actividad neutra, por el contrario, está cargada de valores; 5. El papel de la observación es obtener información a partir de un fenómeno. Las percepciones sensoriales y el marco teórico de quien observa influyen sobre las observaciones, Por esto ante un mismo fenómeno se puedan dar observaciones diferentes, permitiendo la coexistencia de teorías rivales; 6.La objetividad de la ciencia reside en su carácter abierto y comunicable, ya que los resultados de las investigaciones quedan a la disposición de la comunidad científica para su comprobación y confrontación; 7. Las teorías científicas son conjeturas de carácter hipotético, no encierran verdades absolutas. Por eso se considera que el conocimiento científico es provisional, dado que las teorías están en permanente revisión; 8. Hacer ciencia no significa utilizar un método único de pasos rigurosamente organizados que parte de la observación. Son múltiples las metodologías que se utilizan para investigar ya que la actividad científica es muy compleja y por la diversidad de puntos de vista e intereses; 9. La producción científica se da en un contexto histórico, social, político y económico que la impregna y condiciona
Evidencias de Aprendizaje	<p>Los participantes entregaron por escrito los argumentos que justifican la presencia de algunas de las características de la NdC que evidenció en el artículo, de acuerdo a los planteamientos de Liguori y Noste (2005).</p>

RESULTADOS

Se analizan los datos provenientes de los instrumentos utilizados para cada una de las actividades: reflexiones escritas, argumentos escritos sobre aspectos de la NdC presentes en un artículo de prensa y cuestionario *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS).

Reflexiones escritas

Reflexión 1. (R1)

La reflexión 1 examina aspectos relacionados con las concepciones de ciencia de los participantes al inicio de la actividad 1. El análisis de los datos dio origen a cinco categorías: el carácter utilitario de la ciencia; el objeto de estudio de la ciencia; la ciencia como método de obtención de conocimientos; caracterización de la ciencia y el método de la ciencia.

Al respecto algunos de los participantes expresaron:

...ciencia es un conjunto de conocimientos y son utilizados para el avance y mejora de la sociedad... (P3)

...estudio del funcionamiento, comportamiento y reacción de los diversos fenómenos de la naturaleza y su interacción con el hombre... (P7)

... es rigurosa y sin posibilidad de falla,... mediante objetividad logra explicar sus teorías, las leyes que explican el porqué de nuestro entorno” (P2)

...se debe aplicar los pasos de forma estricta y en el orden que establece la literatura... (P4).

En general los testimonios citados indican que las concepciones iniciales de los participantes del curso Naturaleza de la Ciencia, están enmarcadas en una visión tradicional de la ciencia correspondiente a una posición empiro-inductivista. Este

resultado no es diferente a los encontrados en otros estudios (Carvajal y Gómez, 2002; Fernández y otros, 2002; Guisasola y Morentin, 2007; Martínez y otros, 2016; Ravanal y Quintanilla, 2010).

Reflexión 2. (R2)

Esta reflexión examina aspectos relacionados con las concepciones de ciencia y la NdC después de realizada la actividad 1. El análisis de estas reflexiones, permitió obtener 6 categorías, de las cuales dos de ellas, CC y método científico, aparecen en R1. Este número de categorías significó una producción más rica de parte de los participantes en la expresión de sus ideas acerca de la ciencia. Las categorías emergentes fueron: comunidad científica; relación CTS; diversidad de conceptualización de la ciencia y la consideración del carácter histórico de la ciencia. Como puede observarse, las categorías indican el surgimiento de aspectos relativos a la NdC.

Así, con respecto a la categoría correspondiente al CC la mayoría manifiesta opiniones como:

...estos conocimientos son tentativos, es decir, no son absolutos y son válidos para el momento pero el avance del conocimiento teórico y el desarrollo de las técnicas e instrumentos de investigación puede dar origen a nuevas pruebas o reinterpretaciones que puede dar lugar a la desestimación de teorías o leyes establecidas... (P1)

...damos a entender a los estudiantes que lo que está en los libros es así y no cambia o no puede cambiar... (P3).

Resulta importante destacar el hecho que frente a las creencias iniciales respecto al carácter absoluto y permanente del CC, los estudiantes expresan en sus ideas posteriores, que este es transitorio e insisten en la inexistencia de verdades absolutas. Osborne y otros (2003), en un estudio realizado sobre lo que debe considerarse como NdC señalan la importancia del reconocimiento por parte de los alumnos del carácter tentativo, provisional y flexible del CC, así como de su carácter subjetivo, dado que el mismo está sujeto a la opinión de los pares.

Con respecto a las ideas expresadas en lo relativo a la categoría método científico, se aprecian variaciones significativas. En ese sentido, algunos de los participantes señalan:

...no tenía conocimiento de que existían otros métodos... (P7)

...no se encuentra regida bajo una metodología específica, no es algorítmica, ya que para todos los estudios no se siguen las mismas, reglas, procesos o métodos, esto dependerá de lo que se desea investigar... (P8)

...la imaginación, la creatividad y la capacidad de análisis nos proporcionan una gran herramienta para hacer ciencia... (P1).

La idea de un solo método científico es un ejemplo de las concepciones no actualizadas acerca de la NdC mantenidas por los alumnos y transmitidas en las clases de ciencia y en los libros de texto (Bell, 2009).

El surgimiento de la categoría correspondiente a comunidad científica, evidencia un cambio de idea desde una visión de la ciencia de tipo personalista hacia una visión más actualizada; los testimonios ponen de manifiesto ideas de la ciencia como conocimiento socialmente construido, aseveración ésta que se observa en algunos de los testimonios:

...ahora pienso que la ciencia es producto del trabajo en equipo multidisciplinarios entre otros, como recurso necesario para generar nuevos conocimientos y tecnología... (P5)

...en la actualidad para generar conocimiento científico se debe hacer de forma colectiva... (P7).

En este sentido, Fernández y otros (2002) y Cabot (2014), sostienen que en la actualidad; frente a la visión individualista de la ciencia se contraponen otra visión que contempla, el trabajo colectivo, los intercambios entre equipos y la existencia de estructuras institucionales con líneas de investigación en las cuales se insertan los investigadores.

La categoría denominada relación ciencia tecnología y sociedad (CTS), se evidencia en expresiones de los participantes tales como:

...tiene implicaciones con la ciencia y la tecnología...(P1)

...ciencia también es un aspecto fundamental de la sociedad y de la civilización... (P3)

...la Ciencia pasa a formar parte de la cultura contemporánea; no pertenece a un grupo exclusivo y elitista, sino a toda la sociedad... (P7)

El surgimiento de estas ideas resulta importante en un docente en servicio, pues indica el acercamiento hacia la concepción de la ciencia como un factor de progreso social, que avanza a la par de las revoluciones científicas-tecnológicas, con el consecuente impacto de los beneficios a la sociedad. Los aspectos CTS son muy importantes de considerar ya que permiten que los individuos se relacionen con los productos de la ciencia y la tecnología, facilitando que participen en los procesos de toma de decisiones. Igualmente, para que reconozcan a la ciencia como un producto de la cultura contemporánea que permite comprender las normas de la comunidad científica (Acevedo y otros, 2005; Tamayo, 2005).

En relación a la categoría dificultad para definir ciencia, la mayoría coincide en considerar que no existe una única definición; en ese sentido los participantes manifiestan:

... cada autor puede definir de manera diferente la ciencia... (P2)

...no existe una definición exacta de ciencia... (P8)

Coinciden estas ideas con Cabot (2014), el cual considera que es difícil ofrecer una caracterización breve y precisa de lo qué se entiende por ciencia. Para este investigador, la ciencia se puede manifestar: como un cuerpo de conocimientos sistematizados y coherentes en constante revisión y reconstrucción; como un proceso,

ya que es un tipo especial de actividad humana organizada, dirigida a resolver problemas y a buscar nuevos conocimientos; como una institución social estructurada en una organización que desarrolla programas y proyectos vinculados con la política, la economía, la cultura y educación entre otros y como una fuerza productiva que constituye un factor de progreso social relacionado con la revolución científica- técnica contemporánea.

La última categoría considerada en R2 se refiere al elemento histórico el cual indica un acercamiento a una visión de la ciencia que se desarrolla en un contexto cuya realidad económica, social y política influye en la construcción del CC. Al respecto, un participante expresa: “...*los conocimientos científicos surgieron en momentos históricos diversos y hasta adversos...*” (P3). Obviar el elemento histórico trae como consecuencia que los alumnos adquieren una visión de la ciencia descontextualizada de los procesos socioculturales, así como de su evolución y las controversias que surgen en el desarrollo del conocimiento. Por esta razón, incorporar la historia de la ciencia en la enseñanza de la ciencia puede ayudar a los estudiantes a desarrollar un entendimiento más adecuado de la NdC, especialmente si se adopta un enfoque explícito y reflexivo (Wolfensberger y Canella, 2015).

Reflexión 3. (R3)

La tercera reflexión pretendió entre otros aspectos conocer las ideas de los participantes acerca de la importancia de la NdC en la enseñanza de la ciencia. El análisis de dichas reflexiones generó tres categorías: producción del conocimiento científico y enseñanza de la ciencia; NdC y alfabetización científica y NdC en la enseñanza de la ciencia.

La categoría producción del conocimiento científico y enseñanza de la ciencia se aprecia en las siguientes expresiones:

...debemos junto con los estudiantes preguntarnos sobre aspectos del conocimiento científico como: su origen histórico, su fiabilidad, la forma cómo se obtuvieron, si esos conocimientos se obtuvieron de forma colectiva y con colaboración o cómo una disputa entre grupos, las aplicaciones en el mundo real y los beneficios que aportan para la sociedad...(P7)

...una visión descontextualizada, indica que los conocimientos surgieron sin precedentes, se crearon y son así a lo largo del tiempo... (P8).

En ambos testimonios se puede apreciar un acercamiento hacia una posición actualizada en la enseñanza de la NdC, lo que constituye una ganancia cognitiva si se considera la tendencia generalizada a enseñar ciencia planteando solamente los contenidos de la disciplina.

La categoría referida como NdC y alfabetización científica, se aprecia en el siguiente testimonio:

...la enseñanza de la NdC aparece cada vez más ligada a la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas...comprender NdC permite tomar decisiones más razonadas sobre cuestiones de la ciencia y la tecnología de interés social, lo que podrá contribuir a hacer más posible la participación ciudadana... (P7).

Estas ideas están acordes con las recientes tendencias en el campo de la didáctica de las ciencias, cuyo lema es el de educar a la población tanto en ciencia como sobre la ciencia, siendo el fin último la formación de individuos capaces de tomar decisiones fundamentadas y responsables acerca de asuntos científicos y tecnológicos de impacto social, político y económico de un país o de una región.

Con respecto a la categoría importancia de NdC en la enseñanza de la ciencia los participantes expresaron testimonios como:

...la Naturaleza de la Ciencia, prácticamente la obviamos; logrando aprendizajes memorísticos y carentes de aplicabilidad y pertinencia, por lo que la ciencia se convierte en algo rutinario y hasta aburrido... (P2)

...muchos de los educadores y la sociedad en general, están aniquilando los deseos de los potenciales científicos del futuro inculcándoles

creencias personales y erróneas acerca de la naturaleza de la ciencia...estamos entonces, frente a un problema que hay que encontrarle una solución y considero que precisamente es transmitirles a los jóvenes una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia para que así puedan comprender lo referente a la ciencia misma de forma más general (P1).

Los testimonios presentados indican que los participantes concientizaron la necesidad de incluir la NdC en sus clases de ciencias bajo una visión actualizada. En este sentido, Fernández y otros (2005) consideran que obviar la inclusión de la NdC en la enseñanza de la ciencia ocasiona transmitir una visión de la ciencia que se aleja de la forma cómo se construyen y evolucionan los conocimientos científicos que generan el desinterés, cuando no el rechazo, de muchos estudiantes convirtiéndose en un obstáculo para el aprendizaje.

Argumentaciones escritas

En el cuadro 3 se presentan algunos de los argumentos de los participantes que ponen de manifiesto la identificación de los aspectos de la NdC, de acuerdo a los planteamientos de Liguori y Noste (2005), en el artículo ¿Qué hacer con las grasas?

Este resultado constata el planteamiento de García-Carmona (2013), quien sostiene que las noticias científicas divulgadas en la prensa poseen un potencial importante, no sólo para mantener informado al estudiante sobre los avances respecto a un tópico en particular, sino también por la información que proveen acerca de la construcción del conocimiento científico. Por otra parte, Díaz y Jiménez (2012), Díaz, (2019) y Kabatas y Ezberci (2017), consideran que los problemas sociocientíficos permiten desarrollar a través de la argumentación las destrezas necesarias para analizar dichos problemas utilizando sus conocimientos sobre ciencia y tecnología dentro de un contexto ético

Cuadro 3. Argumentaciones que evidencian la identificación de aspectos de la NdC presentes en el artículo “¿Qué hacer con las grasas?”

Algunos de los aspectos de NdC identificados en el artículo de prensa	Argumentación de los participantes que evidencian la identificación en el artículo de algunos aspectos de NdC
La ciencia: actividad humana en evolución constante	<p>“Los conocimientos científicos cambian en un proceso de revisión constante, a través de nuevas investigaciones y la utilización de nuevas tecnologías En este artículo, vemos como los resultados de nuevas investigaciones y la evidencia obtenida modifican la forma de pensar en relación al consumo de grasas.” (P3)</p> <p>“A pesar de que la teoría sobre las grasas estaba establecida por algo más de 30 años, fue reevaluada y sometida a nuevos estudios donde se tomaron en cuenta nuevos factores, considerando que las evidencias no eran lo suficientemente contundentes .Aquí se confirma que la ciencia es una actividad compleja y en constante evolución, al ser una actividad humana está inmersa en posibilidades y limitaciones dependiendo del contexto donde se desarrolle” (P6)</p>
Relación entre ciencia y sociedad	<p>“En el artículo se visualiza como las demandas sociales influyen en lo que se investiga y viceversa. Vemos como una problemática social como es la salud, específicamente, las enfermedades cardiovasculares, estimula a que surjan investigaciones en ese ámbito. También, se observa como los resultados de las investigaciones impactan en las recomendaciones de las Autoridades Sanitarias de determinada Sociedad, lo que a su vez repercute en los hábitos alimenticios de los ciudadanos.”(P7)</p>
Carácter objetivo de la ciencia	<p>“Los intereses de los investigadores influyen en el conocimiento científico que construyen; la actividad científica no es totalmente objetiva; nutricionistas, médicos e integrantes de instituciones de salud relacionadas a problemas cardiovasculares pueden tener diferentes puntos de vista sobre el consumo de grasas “(P3)</p>
Carácter abierto y comunicable de la ciencia	<p>“Los resultados de las investigaciones quedan a disposición de la comunidad científica para su comprobación y confrontación. Aquí pude evidenciar que la teoría que se hizo años atrás quedó descartada gracias a nuevas investigaciones y estudios recientes del caso, consolidando que no fueron confiables las pruebas realizadas para ese entonces porque las personas tomadas para este caso contaban con otros antecedentes que influyeron en la alteración de los resultados ” (P5)</p>
Transitoriedad del conocimiento científico	<p>“Esta característica es observable, ya que muestra el conocimiento que se tenía sobre las grasas saturadas en años anteriores, y que para esa época esto fue verdadero, pero comenzó a cambiar debido a un error en el estudio de la muestra que utilizaron para hacer el estudio” (P2)</p> <p>“En esta publicación se observa como estudios sobre las grasas pueden arrojar resultados diferentes y que ante una nueva evidencia, lo considerado en un momento en particular, puede cambiar parcialmente o por completo.”(P3)</p>
Contexto histórico, político, social que condiciona la producción del CC	<p>“Es decir, muchos de los cambios que hubo sobre este tema fueron influenciados bajo las demandas y recursos de la época en la que se desarrollaron, a medida que estos evolucionan, de igual manera lo hacen las investigaciones y los nuevos conocimientos aportados por cada uno de ellos”(P8)</p>

La identificación de los aspectos de la NdC en el artículo de prensa que realizaron los participantes, permite inferir un posible acercamiento más sólido hacia la comprensión de la NdC; no podemos afirmar que este cambio pudiera mantenerse en el tiempo, pues como señalan Guisasola y Morentin (2007), resulta difícil erradicar concepciones empiro-inductivista que han mantenido durante mucho tiempo los profesores de ciencia.

Análisis de los resultados del cuestionario

Los resultados de la aplicación del cuestionario (VOSTS), al iniciar y al finalizar el curso Naturaleza de la Ciencia se pueden apreciar en el cuadro 4

Cuadro 4. Valores porcentuales relativos a las visiones epistemológicas de la ciencia de los participantes del curso Naturaleza de la Ciencia.

Dimensión	Ítem	Aplicación			
		Primera aplicación		Segunda aplicación	
		%		%	
Observación	1	VT	VA	VT	VA
	7	62.5	37.5	75.0	25.0
Conocimiento Científico	4	42.8	57.1	12.5	87.5
	3	62.5	37.5	25.0	75.0
	5	62.5	37.5	50.0	50.0
Teorías científicas y modelos	2	71.4	28.5	50	50.0
	6	62.5	37.5	25.0	75.0
Leyes científicas	8	0.0	100.0	0.0	100.0
	9	75.0*	12.5	37.5	62.5
		100.0	0.0	87.5	12.5

*corresponde a indecisos VA: Visión actualizada VT: Visión tradicional

Los valores del cuadro indican que para la primera aplicación, los participantes se ubican en una posición epistemológica correspondiente a una visión tradicional (VT), en 7 de los 9 ítems considerados, mientras que en la segunda aplicación se notan cambios importantes hacia una visión actualizada (VA) en 8 de los 9 ítems.

Los ítems 1 y 7 proporcionan información acerca de la observación científica; de acuerdo a los valores para el ítem 1 el 62,5% de las respuestas indican que la observación es objetiva lo que se corresponde con una VT; sin embargo llama la atención las respuestas al ítem 7, referido también al carácter subjetivo de la observación, en el cual el 57,1% de las respuestas se corresponden con la VA. La controversia manifestada pudiera explicarse bajo la inferencia de que los participantes no tienen claro aún lo referido al carácter subjetivo de la observación. Los datos para esta dimensión durante la segunda aplicación constatan los resultados iniciales para el ítem 1, con el agravante de un leve incremento de los participantes con ideas tradicionales, al contrario del ítem 7 en el cual se evidencia un aumento importante de las respuestas de los participantes (87,5%) con ideas en consonancia con una VA.

Vázquez, Manassero y Talavera (2010), consideran que contradicciones como las encontradas en los resultados revelan superficialidad en el pensamiento de los estudiantes sobre la NdC. La observación es un proceso fundamental en la elaboración del conocimiento científico, por lo que es importante que los estudiantes comprendan que las observaciones están basadas en las teorías que tienen los científicos y por tanto los científicos pueden observar cosas diferentes sí sostienen teorías distintas que guíen sus observaciones (Vázquez y Manassero, 2005).

En relación a los ítems 4, 3 y 5 que informan sobre aspectos del CC, en la primera aplicación se aprecian valores porcentuales altos asociados a una VT para cada uno de ellos (62.5%; 62.5% y 71.4% respectivamente). Esto indica que los participantes consideran el CC como definitivo, con una correspondencia directa con la realidad y descartan la participación de la imaginación y la creatividad del científico en la construcción de dicho conocimiento, resultados que coinciden con los de un estudio similar de Guisasola y Morentin (2007).

Los datos obtenidos en la segunda aplicación muestran para el ítem 4 un valor alto, indicativo de una VA respecto a la consideración del CC como provisional. Igualmente los ítems 3 y 5 informan sobre una disminución de respuestas correspondientes a la VT,

lo que implica un desplazamiento hacia la VA, aun cuando al contrastar los datos se aprecia un equilibrio entre ambas visiones. Es importante considerar que todo conocimiento científico está sujeto a cambios a la luz de nuevas evidencias o nuevas formas de pensar, y en la producción de estos cambios la creatividad es una de las principales fuentes de innovación e inspiración en la ciencia.

Con respecto a los ítems 2 y 6 asociados a la dimensión teorías científicas y modelos, se observa en el cuadro que para el ítem 2, el 62.5 % de las respuestas se ubica en la VT, lo que significa que consideran los modelos como copias de la realidad, Ariza y Vázquez (2013) explican que los alumnos tienden a identificar una teoría con una descripción de la realidad.

No obstante en la segunda aplicación la situación anterior cambia, como puede observarse el 75% de las respuestas se ubican en una VA, es decir, los participantes asumen que el objetivo de una teoría es ofrecer una explicación coherente con los fenómenos observados basados en un marco conceptual lógico.

En cuanto al ítem 6, la totalidad de las respuestas se corresponden con una VA, tanto en la primera como en la segunda aplicación, indicativo de que valoran las viejas teorías en la investigación científica.

Los ítems 8 y 9, del instrumento indagan sobre la dimensión leyes y teorías, de acuerdo a los valores obtenidos para esta dimensión durante la primera aplicación, la VT alcanzó el mayor porcentaje para ambos ítems (75% y 100%). De acuerdo con esta visión, las leyes pueden ser probadas como absolutas y los científicos sólo interpretan las leyes de la naturaleza.

En los datos de la segunda aplicación se observa un cambio importante de las concepciones referidas al ítem 8, pues 62.5% de los participantes confluyen en la dominancia de la VA del aspecto examinado de las leyes científicas. Contrariamente el

ítem 9 expresa un valor alto 87.5% correspondiente a la VT, aunque el 12,5% de las respuestas representan cambios hacia una posición actualizada.

En síntesis se puede decir que los datos cuantitativos proporcionados por el instrumento VOSTS, contrastados con los datos cualitativos provenientes del análisis de las reflexiones y argumentaciones, evidencian modificaciones en las concepciones de la NdC de los participantes desde una VT a una VA. Estos resultados coinciden con los de Barona y otros (2004), quienes en una investigación con un grupo de docentes cursantes de una Maestría en Enseñanza de las Ciencias, reportan modificaciones en los perfiles iniciales de los participantes con respecto a la concepción de la naturaleza de la ciencia.

CONCLUSIONES

La investigación destaca el potencial y eficacia de las actividades aplicadas para la enseñanza de la NdC bajo un enfoque explícito-reflexivo, cuestión que se sustenta en los aprendizajes que se evidenciaron en las reflexiones y argumentaciones escritas.

Las actividades de argumentación en contextos sociocientíficos favorecen la construcción de ideas adecuadas de la NdC, así como el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo.

Al inicio de las actividades las concepciones sobre la NdC estaban enmarcadas en una visión tradicional de la ciencia. Una vez finalizadas las sesiones de trabajo dichas concepciones mostraron una evolución hacia una visión más actualizada de la ciencia.

Las actividades aplicadas permitieron a los participantes aproximarse a los contenidos de la NdC establecidos en el programa del curso Naturaleza de la Ciencia; sin embargo, no podemos afirmar que dichas actividades hayan permitido la consolidación de aprendizajes en cuanto a qué es y cómo funciona la ciencia.

Se recomienda realizar estudios de seguimiento, que permitan constatar la incorporación de los aprendizajes acerca de la NdC adquiridos por parte los participantes en su praxis pedagógica. De igual manera, promover y desarrollar programas de formación que proporcionen a los docentes propuestas didácticas que favorezcan la integración de la enseñanza de la NdC.

REFERENCIAS

- Abd-el-Khalick, F. y Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31, 2161-2184
- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386
- Acevedo-Díaz, J y García-Carmona, A. (2016). Algo nuevo, algo antiguo algo prestado: Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 3-19
- Acevedo-Díaz, J.; Vázquez, A.; Martín, M.; Oliva, J.; Acevedo, P.; Paixão, M.; y Manassero, M. (2005) Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 121-140
- Acevedo- Díaz, J.; Vázquez-Alonso, A.; Manassero-Mas, M. y Acevedo-Romero, P. (2007). Consenso sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista sobre Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-46
- Aikenhead, B. y Ryan, A. (1987). The development of a new instrument "Views on Science Technology- Society (VOSTS)". *Science Education*, 76(5) ,477-491
- Ariza, M. y Vázquez, A. (2013). Investigando con dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la naturaleza de la ciencia en la Educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 85-99
- Barona, C.; Verjovsky, J.; Moreno, M. y Lessard, C. (2004). La concepción de la naturaleza de la ciencia (CNC) de un grupo de docentes inmersos en un programa universitario de formación profesional en ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6 (2). [Consultado: Septiembre de 2019] Disponible: <http://redie.uabc.mx/vol6no2/contenido-barona.html>
- Bell, R. (2009). Teaching the Nature of Science: Three Critical Question. En: *Best Practice in Science Education*. Carmel, CA: National Geographic Publishing. [Consultado en enero 2019] Disponible: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20402>

- Cabot, E. (2014). Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica. *Ciênc. Educ. Bauru*, 20 (3), 549-560
- Carvajal, E. y Gómez, M. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16(7), 577-602
- Deng, F. Chen, D.-T. Tsai, C-C, y Chai, C.-S. (2011). Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Science Education*, 95, 961–999
- Díaz, N. y Jiménez, M. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-7
- Díaz, N. (2019). Caracterizando controversias sociocientíficas en la prensa escrita. Una herramienta para el desarrollo de la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16 (1) 1102-1-1102-13 [Consulta Julio 2020] en: <https://revistauca.es/index.php/eureka/article/view/3539>
- Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488
- Fernández. ; Gil- Pérez, D.; Valdés, P. y Vilches, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: Un requisito esencial para la renovación de la educación científica ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. pp 29-62 Santiago: OREALC/UNESCO
- 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
- García- Carmona, A. (2012) Cómo enseñar Naturaleza de la Ciencia (NDC) a través de experiencias escolares de investigación científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias experimentales*, 72: 55-63
- García-Carmona, A. (2013). Aprender sobre la naturaleza de la ciencia con noticias científicas de actualidad El caso del experimento OPERA. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 75, 65-75
- García-Carmona, A; Vázquez A y Manassero M. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la Ciencia: Análisis del estado actual de la Cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 23–34
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy*. Rotterdam: Sense Publishers
- Kabatas, E. y Ezberci, E. (2017). Examination of a student's small groups discussion in argumentation process: scientific and socio-scientific issues. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. 3(2), 126-137

- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*. [Consulta marzo 2016] Disponible: <https://doi.org/10.1002/tea.36660290404>
- Lederman, N. (2007). Nature of science: past, present and future. En: S. Abell y N. Lederman. *Handbook of Research on Science Education*. pp 831-879 [Consulta febrero 2016] Disponible: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.10072>
- Liguori, L. y Noste, M. (2005). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Santa Fé de Bogotá: Homo Sapiens Ediciones
- Martínez, M.; Pérez; Ojeda, E. y Ascanio, A. (2016). Visión epistemológica de la ciencia en la praxis pedagógica: un estudio longitudinal con docentes de las maestrías en Enseñanza de la Biología y la Química. *Revista de Investigación*, 89 (40), 123-138
- Osborne, J.; Collins S.; Ratcliffe M.; Millar R. y Duschl, R. (2003). What 'Ideas-about Science' should be taught in school science? A delphy study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720
- Ravanel, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la Naturaleza de la ciencia. *Revista electrónica de la enseñanza de la ciencia*, 9 (1), 11-124
- Tamayo, O. (2005). Aportes de la Naturaleza de la Ciencia y del Contenido Pedagógico del Conocimiento para el Campo Conceptual de la Educación en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congreso
- Vásquez-Alonso, A y Manassero, M. (2005). La ciencia escolar vista por los estudiantes. Bordón. *Revista de Pedagogía*, 57 (5). [Consulta marzo 2017] Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/46062225>
- Vázquez, A; Manassero M. y Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 333-352 [Consulta febrero 2016] disponible: <https://www.researchgate.net/publication/46062225>
- Wolfensberger, B. y Canella, C. (2015). Cooperative Learning about Nature of Science with a Case from the History of Science *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(6), pp. 865-889