

Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia

Eduardo Ravanal Moreno¹ y Mario Quintanilla Gatica²

¹Escuela de Educación, Universidad Santo Tomás, Chile. E-mail: luiravanal@santotomas.cl. ²Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. E-mail: mquintag@puc.cl

Resumen: El objetivo de este estudio es describir y analizar las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia de 53 profesores y profesoras de Biología que ejercen en colegios particulares pagados, particulares subvencionados y municipalizados. Los datos fueron recogidos a partir de un cuestionario tipo Likert diseñado para determinar la imagen de ciencia del profesorado de ciencias. Los resultados muestran las tendencias epistemológicas sobre la imagen de ciencia, enseñanza y aprendizaje desde la dimensión de la naturaleza de la ciencia, caracterizada por diversos enfoques según los años de experiencia de los docentes en estudio. La tendencia para la imagen de la ciencia es racionalista, con un modelo de enseñanza tradicional dogmático que nos lleva a inferir que el aprendizaje consiste en la apropiación de significados; lo anterior, nos lleva a concluir que los profesores y profesoras de Biología manejan una concepción epistemológica tradicional y conservadora.

Palabras clave: naturaleza de la ciencia, epistemología, concepciones docentes.

Abstract: The aim of this study is to describe and analyze the conceptions about the nature of science of 53 biology teachers working in private, subsidized private, and municipal schools. Data were collected from a Likert questionnaire designed to determine the image of science in science teachers. The results show epistemological trends in the image of science, teaching and learning from the dimension nature of science, characterized by a variety of approaches by years of experience of teachers in the study. The tendency for the image of science is rationalist, with a model of traditional dogmatic teaching that leads us to infer that learning involves the appropriation of meaning; this leads us to conclude that biology teachers have a traditional, conservative and epistemological conception.

Keywords: nature of science, epistemology, teachers' conceptions.

Introducción

En las últimas décadas, la investigación en didáctica de las ciencias experimentales ha consolidado un marco teórico y metodológico de investigación que dan cuenta del valor del carácter metacientífico e interdisciplinario vinculantes con el desarrollo profesional de los docentes, la intervención en el aula, las prácticas experimentales, el lenguaje, las nuevas tecnologías y el pensamiento científico en un contexto cultural y

valórico lo suficientemente complejo para sacar 'conclusiones arbitrarias de cómo se aprende, enseña y evalúa la ciencia en la escuela. De ahí que, algunos autores como Perafán y Adúriz-Bravo (2002) señalan que un profesor es un sujeto reflexivo, racional que toma decisiones, emite juicios, tiene creencias y genera rutinas propias de desarrollo profesional, lo que ha llevado a identificar el conocimiento profesional del docente de ciencias y su epistemología para transformaciones en el currículo y la formación de profesores de ciencia (Perafán, 2005). Este interés se arrastra desde fines de las década de los ochenta, con estudios centrados en la imagen de ciencia (Lederman, 1992), exploración sobre la concepción de enseñanza (Gallagher, 1993 citado en Porlán y Martín del Pozo, 2004), aprendizaje (Aguirre y Haggerty, 1995) y currículo (Martín del Pozo, 2001; Martín del Pozo y Porlán, 2001) como también el debate y reflexión crítica de las Ciencias Naturales, conocido como naturaleza de la ciencia (Adúriz-Bravo, 2005). En este trabajo identificamos y caracterizamos la epistemología de los profesores de Biología desde la dimensión de la naturaleza de la ciencia en ámbitos como imagen de la ciencia, enseñanza, aprendizaje y elementos del currículum.

¿Cómo piensan los profesores de ciencia la ciencia que enseñan?

Desde finales de la década de los noventa, muchos de los esfuerzos por el mejoramiento de la calidad de la educación científica se han centrado en la exploración de las ideas de los y las estudiantes frente a la ciencia y a los conceptos científicos que se enseñan en los diferentes niveles educativos. Izquierdo (2000) y Adúriz-Bravo (2001) intentan establecer una base epistemológica para la enseñanza de las ciencias a la luz de las nociones contemporáneas sobre la naturaleza de la ciencia y de cómo aprenden los niños y niñas, adolescentes y jóvenes, lo cual constituye un aporte muy valioso a la reforma curricular, que se plantea desde perspectivas diferentes, pero complementarias: filosofía e historia de la ciencia, psicología del aprendizaje y didáctica de las ciencias. Sin embargo, un hecho evidente es que cualquier innovación educativa debe ser a partir de la formación misma del profesorado de ciencias, o por lo menos tener en cuenta la preparación profesional del docente. En este plano, Porlán y Martín del Pozo (2004) creen que los profesores y profesoras manifiestan cuatro tendencias posibles sobre la concepción epistemológica del conocimiento en la escuela. Estas son:

a. Epistemología tradicional o conservacionista, según Young (1981); corresponde a lo que Porlán y Martín del Pozo han denominado concepción del conocimiento en la escuela como producto formal y terminado. Esta visión se caracteriza por reflejar una posición racionalista en relación a la naturaleza de la ciencia, un modelo de aprendizaje tradicional, una concepción de aprendizaje basada en la apropiación de significados y una metodología de aprendizaje limitada a la transmisión de conocimiento enciclopédico.

b. Epistemología tecnicista, según Young (1981); corresponde a lo que Porlán y Martín del Pozo han llamado concepción del conocimiento como producto que es generado por procesos técnicos. Así, da cuenta de un enfoque empirista de las ciencias, un modelo de aprendizaje técnico, una concepción de aprendizaje por asimilación y una metodología basada en

actividades, en las cuales el estudiante aplica los pasos del método científico. La dinámica de la clase se sustenta en un programa cerrado de actividades empirista, que tiene por objeto asimilar el contenido adaptado que fue construido por los científicos.

c. Epistemología interpretativa, según Young (1981); esta concepción fue llamada por Porlán y Martín del Pozo como conocimiento como producto abierto que es generado por procesos espontáneos. Esta concepción manifiesta de manera moderada un enfoque empirista, con una concepción de aprendizaje por asimilación. La diferencia de este nivel epistemológico radica en proponer una metodología que se basa en actividades espontáneas que surgen del estudiantado en donde el profesor brinda apoyo, orienta las observaciones y las actividades de manipulación, pero no intenta establecer todo tipo de intercambio. Esto implica reducción en el origen y desarrollo del nivel de conocimiento escolar en el interés y observaciones espontáneas de los y las estudiantes.

d. Epistemología evolutiva, caracterizada por intentar superar la dicotomía que existe entre lo objetivo y subjetivo, entre lo racional y lo espontáneo, entre lo absoluto y lo relativo. Esto lleva a concebir el conocimiento como fruto de un proceso de integración y reelaboración de diversos tipos de conocimientos –no sólo científico- y como una construcción interactiva a través de procesos de orientación y nivel de investigación del profesor. Para Porlán y Martín del Pozo esta concepción fue denominada nivel de conocimiento como un producto abierto generado por procesos complejos.

Naturaleza de la ciencia y formación del profesorado

La enseñanza de las ciencias y su aprendizaje en la escuela, en un marco de actividad científica escolar, exige tomar ciertos acuerdos vinculados con la concepción de ciencia que comparte el profesorado, dado que, asuntos relativos a qué es la ciencia, cómo y qué implica su construcción; son aspectos importantes en la alfabetización científica y tecnológica de las personas (Acevedo, 2007). Desde esta perspectiva, la naturaleza de la ciencia se concibe como un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica con la finalidad de promover reflexión, posición epistemológica y mejorar la enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos (Adúriz-Bravo, 2007). Creemos que la resignificación sobre la naturaleza de la ciencia en el profesorado contribuye a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar, en la medida que, favorezca espacios de participación dialógicos para la construcción racional y razonables (Izquierdo, 2007) contrarias a ideas de un conocimiento acabado y verdadero existente en muchos profesores (Settle, 1990). Un estudio realizado por Flores et al. (2007) reveló que la tendencia epistemológica de profesores de Biología de secundaria se encuentra 'cristalizada' en el positivismo lógico caracterizada por una noción de conocimiento objetivo y acumulativo al igual como lo planteó Settle. Al respecto, resultan interesantes los aportes de Carvajal y Gómez (2002) si consideramos la finalidad intrínseca-cultural y valórica de la naturaleza de la ciencia y de sus finalidades en la escuela pensando en la necesidad de un nuevo profesor de ciencia para una nueva sociedad que nos demanda nuevos compromisos de futuro. Estas autoras, luego de analizar las concepciones de ciencia y

aprendizaje de profesores de educación secundaria y bachillerato en México, revelan la mermada capacidad reflexiva sobre aspectos culturales, éticos y filosóficos de la ciencia. Como sostiene Guisasola y Morentin (2007) no se puede enseñar aquello que no se conoce, y sobre todo, sino se ha reflexionado suficientemente sobre ello. Sin embargo, a pesar de estos obstáculos o limitaciones que se han evidenciado, que los docentes abordan la enseñanza hacia la construcción de conocimiento independiente del análisis preliminar de la ciencia planificada y propuesta en el aula, quizás el sistemas de ideas que configuran la epistemología del profesor emerge diferenciadamente en distintos contextos; esto nos lleva describir un docente que teóricamente representa una visión epistemológica "absolutista" particular que da cuenta de una concepción de aprendizaje "constructivista" como lo plantea Mellado (1996).

En la tesis doctoral del primer autor de este artículo (Ravanal, 2009), los profesores de Biología manifiestan una visión empírica de la ciencia, no alejada de otras concepciones docentes, en que la diversidad epistemológica guarda relación con el racionalismo, relativismo y empirismo (Martínez et. al., 2001) en la que el empirismo es la más frecuente en docentes de ciencias primaria activo y de magisterio (Porlán, 1989 citado en Ruiz et. al., 2005). Martínez, et al. (2001) sostiene que de la diversidad de concepciones existente en profesores, el conocimiento científico para ellos es visto como superior, objetivo, neutral y descontextualizado, aspecto relacionado con algunas ideas persistentes en los profesores analizados, lo que nos lleva plantear nuevas formas de abordar o reestructurar el diseño de discusión sobre naturaleza de la ciencia. Considerando estos aspectos, nos parecen interesantes los factores específicos que dificultan una enseñanza más adecuada de la naturaleza de la ciencia propuestos por Kim et al. (2005) citado en Acevedo (2009) quien plantea que las dificultades pasan por que existe:

a) Confusión entre naturaleza de la ciencia y procesos de la ciencia: Una enseñanza basada en los procedimientos científicos no implica necesariamente una buena comprensión de la naturaleza de la ciencia (Eick, 2000).

b) Desconocimiento de enfoques didácticos eficaces para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Derivado del escaso dominio del profesorado a la hora de evidenciar explícita y reflexiva la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (Acevedo, 2009).

c) Falta de conocimiento profundo del tema científico. El profesorado debe propiciar para una buena comprensión de los conceptos científicos vínculos entre ciencia, ciudadanía y valores (Quintanilla, 2006).

Directrices metodológicas de la investigación

Esta investigación se formula como un proyecto que pretende recoger información acerca del pensamiento del profesorado de ciencias sobre la naturaleza de la ciencia, concebida como una reflexión epistemológica contraria al dogmatismo, que favorezca la construcción de una imagen de ciencia realista y racionalista moderada (Izquierdo, 2000), y que pueda vincular los contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos que los profesores reciben durante su formación (Adúriz-Bravo, 2005) y actividad

profesional. Se ha optado por trabajar con 53 profesores de Biología en el marco del proyecto Fondecyt 1070795. Al respecto, se consideraron, en términos generales, los siguientes aspectos operativos de diseño y análisis de campo: (i) Toma de contacto preliminar con colegios interesados en el estudio y con profesores y profesoras que imparten la asignatura de Biología en dichas instituciones; (ii) Acopio y selección de los antecedentes de los y las docentes que participan; (iii) Revisión bibliográfica de investigaciones similares; (iv) Diseño y elaboración de un instrumento de evaluación acerca de la imagen de ciencia y su enseñanza; (v) Validación preliminar por expertos del instrumento elaborado y su aplicación a un grupo piloto de 20 profesores; (vi) Aplicación del cuestionario a los profesores y profesoras de Biología que constituyen la muestra estudiada (53); (vii) Sistematización y categorización de la información acumulada; y, finalmente, (viii) Análisis y evaluación preliminar de los hallazgos obtenidos.

El instrumento acerca de la imagen de ciencia y su enseñanza ha sido desarrollado por Quintanilla et al. (2007) y lo constituyen 80 ítemes distribuidos en ocho dimensiones, formuladas como afirmaciones y organizadas de manera aleatoria, en formato tipo Likert, cada una con cuatro posibilidades de respuesta: Totalmente de acuerdo, Parcialmente de acuerdo, Parcialmente en desacuerdo y Totalmente en desacuerdo. Para esta publicación presentamos los resultados para la dimensión de la naturaleza de la ciencia que se resumen en la Tabla 1 y 2, dejando para una publicación posterior las otras 7 dimensiones: rol del profesor, enseñanza de las ciencias, aprendizaje de las ciencias, evaluación de los aprendizajes científicos, competencias de pensamiento científico, resolución de problemas científicos e historia de la ciencia. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico Systat 11,0 con un enfoque epistemológico racionalista moderado.

| Enunciado | Descriptor del enunciado |
|------------------|--|
| 7 | El profesorado debe enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica. |
| 27 | La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral e imparcial frente a la interpretación de los fenómenos del mundo. |
| 52 | El cambio de una teoría científica por otra se basa en criterios objetivos: prevalece la que explica mejor el conjunto de fenómenos a que se refiere. |
| 56 | Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian. |
| 58 | Las ciencias son rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo. |
| 61 | El estudiante debe aprender la metodología de investigación científica basada en etapas sucesivas y jerárquicas rigurosamente planificadas. |

Tabla 1.- Enunciados relacionados con la dimensión naturaleza de la ciencia para la visión epistemológica tradicional-dogmática.

| Enunciado | Descriptor del enunciado |
|-----------|---|
| 5 | Las ciencias tienen carácter experimental, para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo. |
| 22 | La metodología científica permite al investigador en ciencias utilizar la intuición y la imaginación en cualquier momento del proceso de construcción científica. |
| 40 | El profesorado debe adoptar un modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias, epistemológicamente fundamentado. |
| 66 | Los criterios que poseen las ciencias son parciales porque los hechos de la naturaleza están sujetos a interpretaciones individuales y sociales. |

Tabla 2.- Enunciados relacionados con la dimensión naturaleza de la ciencia para la visión epistemológica constructivista.

Resultados

Los resultados obtenidos en el cuestionario se analizan a partir de un análisis de componentes principales para la dimensión naturaleza de la ciencia, con un coeficiente de correlación superior a 0,5. Los enunciados utilizados para el análisis y que corresponden a la dimensión de interés son 22, 5, 7, 27, 40, 52, 56, 58, 61, 66. (Tablas 1 y 2).

El análisis de componentes principales para 53 casos nos permite afirmar que el Factor 1 con el más alto valor de varianza explicada (20,28%) nos lleva a sostener que el profesorado de Biología cree que se debe enseñar un conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable, que se produce en la comunidad científica. Aspecto que se vincula con el factor 2, que plantea que para los docentes de Biología, las ciencias tienen carácter experimental; para ello es indispensable que los estudiantes construyan los hechos científicos, a partir de los hechos del mundo (Factor 2 con una varianza explicada de 16,09%; (enunciado 5). El Factor 3 considerado en el análisis, con una varianza explicada de 12,22%, nos permite afirmar que los y las docentes de Biología caracterizan la naturaleza de la ciencia desde una concepción de ciencias rigurosas, ya que, bajo criterios sumamente claros y precisos, seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo. Es importante destacar que los enunciados 7 y 61 caracterizan la noción epistemológica tradicional –dogmática, según el cuestionario que avala la concepción de una imagen de ciencia tradicional y empirista que limita espacios de construcción de significados desde una epistemología evolutiva. Los análisis que hemos compartido en el grupo de investigación nos llevan a afirmar que existe, en los profesores y profesoras de Biología, una imagen de ciencia instrumental–operativa, caracterizada por privilegiar la reproducción de los contenidos científicos, con un método de transmisión preferentemente verbal y de actividades cerradas (Tabla 2). Considerando las aportaciones de Porlán y Martín del Pozo (2004), asumimos que existe una noción epistemológica tradicional –dogmática en el profesorado de Biología encuestados, caracterizado por una imagen de ciencia racionalista, con un modelo de enseñanza tradicional academicista que pretende la apropiación de significados o conocimiento verdadero, definitivo e incuestionable (enunciado 7). No hay evidencia suficiente desde esta

dimensión, que indique la existencia de racionalidades constructivistas y evolutivas en los profesores de Biología (Tabla 3).

| Enunciado | Noción epistemológica según instrumento | Elementos del contrato didáctico | Correlación |
|-----------|---|----------------------------------|-------------|
| 7 | Tradicional - dogmática | Saber | 0.609 |
| 27 | Tradicional – dogmática | Saber | 0.574 |
| 52 | Tradicional – dogmática | Saber | 0.569 |
| 58 | Tradicional – dogmática | Profesor | 0.525 |
| 61 | Tradicional – dogmática | Saber | 0.403 |
| 56 | Tradicional - dogmática | Saber | 0.359 |
| 66 | Constructivista | Saber | -0,022 |
| 40 | Constructivista | Saber | -0.148 |
| 5 | Constructivista | Saber | -0.352 |
| 22 | Constructivista | Saber | -0.448 |

Tabla 3.- Correlación por enunciado para el Factor 1 del análisis de componente principal para la dimensión naturaleza de la ciencia.

Las concepciones teóricas vinculantes en el profesorado de Biología se resumen en la figura 1.

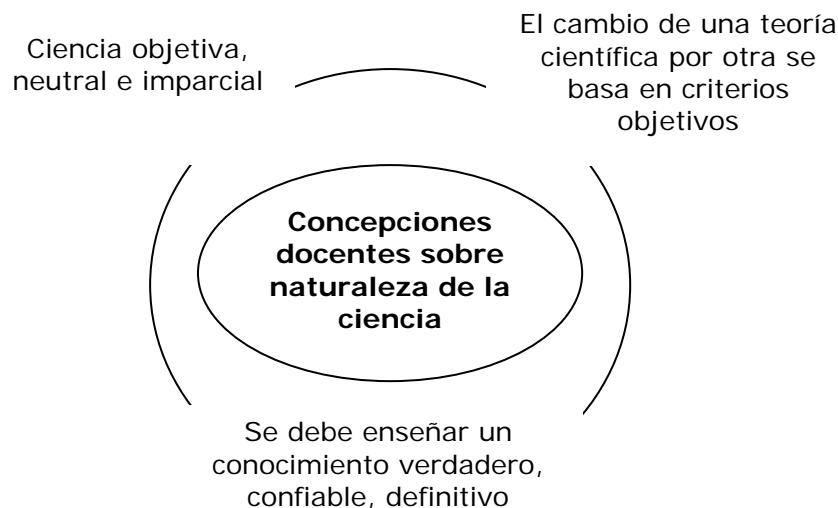


Figura 1.- Concepciones sobre naturaleza de la ciencia en el profesorado de Biología ($r > 0.5$).

Un análisis estadístico de carácter descriptivo para la dimensión naturaleza de la ciencia, reveló que existe en los profesores y profesoras de Biología encuestados una clara heterogeneidad en su adhesión (respuestas) a los enunciados propuestos, encontrándose posiciones divergentes, a favor y en contra, en todos los enunciados propuestos, excepto el enunciado 22, en donde se manifiesta una clara tendencia de reconocer en la metodología científica espacios de intuición e imaginación para la construcción del conocimiento. Podemos evidenciar que un 50% de los profesores (Tabla 4) cree que la ciencia se construye, y por ende, se enseña a través de una metodología científica sustentada en etapas sucesivas y jerárquicas

(enunciado 7) rigurosamente planificadas. Nos preocupa la concepción de una ciencia rígida, inflexible, que es permanentemente construida y de-construida para interpretar los hechos o fenómenos del mundo, situación que claramente se “ven” opacadas por las racionalidades expresadas en los enunciados E56 y E58, la primera da cuenta de la legitimación universal de la ciencia que difícilmente cambia; mientras que la segunda la concibe como rigurosa y jerárquicamente planificada.

| Medidas de tendencia central | Enunciados | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------|------|------|------|------|-----------------|------|------|------|
| | Tradicional - Dogmática | | | | | | Constructivista | | | |
| | E7 | E27 | E52 | E58 | E56 | E61 | E5 | E22 | E40 | E66 |
| Media | 2,63 | 2,15 | 1,46 | 1,81 | 2,54 | 1,83 | 3,58 | 3,08 | 3,22 | 2,75 |
| Desviación standard | 1,04 | 1,02 | 0,71 | 0,92 | 1,11 | 0,86 | 0,53 | 0,99 | 0,93 | 1,04 |
| Porcentaje totalmente y parcialmente de acuerdo | 52 | 69 | 90 | 79 | 54 | 77 | 90 | 71 | 76 | 64 |

Tabla 4.- Estadística consolidada de los resultados analizados para la dimensión naturaleza de la ciencia.

Considerando los enunciados propuestos en el cuestionario y con el propósito de optimizar el manejo de la información en el análisis sobre las concepciones epistemológicas del profesorado, es que, se propone categorizar los enunciados del cuestionario, según la red conceptual propuesta por Wang y Marsh (2002); Camacho y Quintanilla (2009) (Tabla 5) con el objeto de, comprender algunos aspectos relevantes en las concepciones identificadas.

| | |
|----------------------------------|---|
| Comprensión conceptual | Problematización y relación de los contenidos con la naturaleza del conocimiento. Énfasis en la naturaleza tentativa del conocimiento científico |
| Comprensión contextual | La actividad biológica en relación con los aspectos individuales y colectivos. Factores socio-culturales Proceso y diseño de experimentos |
| Comprensión procedimental | Las dinámicas de las comunidades científicas (Metodología de investigación) |

Tabla 5.- Red conceptual para la dimensión naturaleza de la ciencia.

Algunas reflexiones que surgen de los datos anteriores

De los análisis que hemos expuesto, afirmamos que para la dimensión naturaleza de la ciencia, los profesores y profesoras de Biología asignan mayor importancia a los aspectos procedimentales y conceptuales. Prevalece una noción empirista de la construcción del conocimiento, que un marco de actividad científica escolar es rígida, inflexible y pobremente evolutiva. Creemos que tales nociones son consecuencia de:

- a) Coexistencia de visiones epistemológicas en el profesorado

b) Limitaciones para reconocer visiones epistemológicas que favorezcan cambio en el profesorado, por las exigencias ministeriales y de la unidad educativa.

c) Imagen de ciencia instrumental. "La clase de Biología debe ser experimental"; "Aprendemos Biología desde el método científico tradicional".

Podemos afirmar que el profesorado no reconoce los "atributos" de la naturaleza de la ciencia, de ahí, una enseñanza dogmática orientada desde y hacia la adquisición del contenido disciplinar, por transmisión, por sobre el desarrollo del pensamiento científico; creemos que es más importante, saber analizar situaciones derivadas de los procesos biológicos, que saber de los procesos biológicos *per se*. Superar estos obstáculos ayudará a los estudiantes a mejorar la comprensión de los conocimientos científicos que se discuten en el aula (Tamayo y Sanmartí, 2005), con el propósito de dar sentido y valor a los productos de la ciencia y tecnología, con el objeto de favorecer espacios de participación socio científica para la toma de decisiones.

Las concepciones docentes y la experiencia profesional

Un análisis de componentes principales que considera los años de experiencia docente revela diversidad en los puntos de vista sobre la naturaleza de la ciencia según los enunciados que la caracterizan (Tabla 6). Podemos apreciar que en profesores y profesoras de menos de cinco años de experiencia se manifiesta una epistemología tradicional, según Porlán y Martín del Pozo (2004), con un modelo de enseñanza dogmático que trunca las pretensiones de una naturaleza de la ciencia reflexiva ambientada en la construcción de significados. En profesores de 6 a 10 y aquellos entre 16 y 20 años de experiencia prevalece la concepción de la enseñanza de un conocimiento verdadero, incuestionable, que da cuenta de una imagen de ciencia racionalista y un modelo de aprendizaje tradicional que coincide de alguna manera con el modo de enseñanza de los profesores más noveles. Esta concepción, limita los espacios de debate, así como reconocer que la construcción de conocimiento científico responde a interrogantes propias de una época o momento; por tanto, evoluciona. En profesores de entre 10 y 15 años se observa una visión de la ciencia "alejada del mundo real", en términos que, no responde a las interrogantes, necesidades, controversias o polémicas que los hombres y mujeres científicos intentan abordar desde una perspectiva profundamente humana. Este grupo de profesores y profesoras manifiestan una concepción de ciencia neutral e imparcial frente a las interpretaciones de los fenómenos del mundo. El profesorado de Biología con mayor experiencia, dan cuenta de una visión de ciencia racionalista, sustentada en la concepción de que una teoría prevalece cuando explica mejor el conjunto de fenómeno que refiere, descartando la idea de que dos teorías pueden explicar o interpretar equivalentes fenómenos (Quintanilla, 2006b), lo que trae como consecuencia, una propuesta de enseñanza no centrada en la interacción social, cultural, lenguaje, juicio y pensamiento del estudiante, que favorezca la toma de decisiones sobre una teoría científica u otra según el fenómeno en discusión.

| Primer factor representado por el enunciado | Intervalo de años de experiencia | Porcentaje de varianza explicada | Descriptor de la categoría |
|---|----------------------------------|----------------------------------|--|
| 58 | 3 – 5 (n= 13) | 90,2 | La ciencia es rigurosa... seleccionan y presentan un determinado modelo del mundo. |
| 56 | 6 – 10 (n= 10) | 75,1 | Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian. |
| 27 | 11 – 15 (n=10) | 79,0 | La objetividad de los científicos y sus métodos permiten que la ciencia sea neutral e imparcial frente a la interpretación de los fenómenos del mundo. |
| 56 | 16 – 20 (n=8) | 97,3 | Los conocimientos científicos que han adquirido un reconocimiento y legitimación universal, difícilmente cambian. |
| 52 | 20 – 36 (n= 23) | 61,4 | El cambio de una teoría científica por otra se basa en criterios objetivos: prevalece la que explica mejor el conjunto de fenómenos a que se refiere. |

Tabla 6.- Significado del primer componente según años de experiencia para la dimensión naturaleza de la ciencia.

Conclusiones

De las numerosas reflexiones que hemos realizado sobre las concepciones docentes, en especial en los profesores y profesoras de Biología, podemos aventurarnos a concluir que por más de 20 años sigue instalada en los docentes de Biología en ejercicio una imagen de ciencia racional, dogmático con orientaciones epistemológicas tradicionales y empiristas, que doblegan las actuales pretensiones de la naturaleza de la ciencia que el profesorado de Biología debe concebir para mejorar sus prácticas. Los resultados nos permiten afirmar que, para los docentes, la ciencia tiene carácter objetivo, neutral e imparcial, por lo tanto, se concibe "desvinculada del mundo"; visión que restringe posibilidades de participación en temas socio-científicos por los estudiantes y hombres del futuro. Además de, concebir el conocimiento científico como verdadero e incuestionable; aspecto que no contribuye a la reflexión y debate de los temas en discusión y a una buena práctica docente, dado que, no tiene sentido proponer actividades novedosas para cuestionar o levantar polémica sobre formas de construir el conocimiento, como el método científico, si luego, el profesorado presenta las teorías científicas como grandes verdades entendiendo que la ciencia no tiene atributos de verdad, sino que se encuentra en permanente cambio.

Las concepciones epistemológicas que caracterizan al profesorado de Biología encuestado son de carácter absolutista, en donde la preocupación no está centrada en la construcción de conocimiento sino, en su justificación; esta forma de mirar, conduce hacia una imagen de ciencia racionalmente fuerte, rígida y poco flexible, transmitiendo una noción de ciencia inalcanzable para algunos y, propia de "mentes intelectualmente destacadas". No se rescata la idea de interpretar el mundo con ideas como tampoco dejar en evidencia que las teorías científicas discutidas en la clase de Biología deben permitir reconstruir el mundo desde una nueva forma de mirarlo.

Investigaciones recientes muestran que la mayoría de los docentes no poseen la claridad suficiente sobre lo que significa la construcción del conocimiento (Flores, et. al., 2007) y cómo lo construyen los científicos en una comunidad científica, se sigue creyendo y valorando el método científico como una forma de hacer ciencia, según Flores, esta ha sido superado por los filósofos e historiadores de las ciencia, pero no por los profesores.

Otros autores como Settle (1990) enfatiza en qué la mayoría de los profesores no están concientes de la construcción social y cultural de lo que es la ciencia que se muestra como un sistema de conocimiento verdadero (Flores et. al., 2007; Izquierdo, 2006), aspecto que coincide con nuestros hallazgos, y que orienta particularmente hacia una imagen de ciencia, que encuentra solución a problemas desde el método científico, que concibe un problema auténtico como aquél que tiene respuesta única, en donde, las necesidades humanas de abordar un problema son de naturaleza técnica (Izquierdo, 2006). A juicio de algunos autores (Izquierdo, 2007) es importante que los profesores de Biología se den cuenta de que hay que dominar no sólo los contenidos de la disciplina, sino también su propio "esquema de construcción", lo cual obliga incluir y/o actualizar los componentes metateóricos en programas de formación permanente y continua (Angulo, 2002) para la comprensión de la naturaleza de la ciencia por el profesorado, lo que repercute además en las concepciones del estudiantado sobre cómo aprender y ser 'buenos estudiantes de ciencias'. Hemos comenzado a trabajar en esta línea teniendo como horizonte la noción de sujeto competente en la clase de ciencia, lo que compartiremos por cierto en una futura publicación.

Agradecimientos

Este artículo se hace parte de los proyectos de investigación Fondecyt 1070795, y en el cual, el primer autor de este artículo fue becario de doctorado durante el periodo de 2007-2009; y al proyecto Fondecyt 1095149 que se financian gracias al patrocinio de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) del Gobierno de Chile (2007-2011), ambos dirigidos por el segundo autor de este artículo.

Referencias bibliográficas

Acevedo, J. (2007). Investigación científica, naturaleza de la ciencia y enseñanza de las ciencias (II). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4, 3, 394 - 416.

Acevedo, J. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6, 1, 21 – 46.

Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. En <http://www.educared.pe/modulo/upload/130077622.pdf>.

Adúriz-Bravo, A. (2001). Integración epistemológica en la formación del profesorado de ciencias. *Tesis de doctorado*, UAB. Bellaterra, Barcelona. Publicada por el sitio *Tesis Doctoral en Zarza* del Consorci de Biblioteques Universitàries de Catalunya. En <http://www.tdx.cesca.es/TDCat-1209102142933>.

Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo Cultural Económico, S.A.

Adúriz-Bravo, A.; Gómez, A.; Márquez, C. y N. Sanmartí (2005). La mediación analógica en la ciencia escolar. Propuesta de la "función modelo teórico". *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 1-5.

Aguirre, J.M., y S.M. Haggerty (1995). Preservice teachers' meanings of learning. *International Journal of Science Education*, 17, 119–131.

Angulo, F. (2002). Formulación de un modelo de autorregulación de los aprendizajes desde la formación profesional del biólogo y del profesor de Biología. *Tesis doctoral*. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Camacho, J. y M. Quintanilla (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: Retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, 14, 2, 197 – 212.

Carvajal, E. y M.R. Gómez (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*, 7, 16, 577 - 602.

Eick, C.J. (2000). Inquiry, nature of science, and evolution: the need for a more complex pedagogical content knowledge in science teaching. *Electronic Journal of Science Education*, 4, 3. En http://ejse.southwestern.edu/original%20site/manuscripts/v4n3/articles/art03_eick/eick.html.

Flores, F.; Gallegos, L.; Bonilla, X.; López, L. y B. García (2007). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología de nivel secundario. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12, 32, 359 -380.

Guisásola, J. y M. Morentin (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.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En F. Perales y P. Cañal (Comps.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 35-64). Alcoy: Marfil.

Izquierdo, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentadas en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11, 30, 867-882.

Izquierdo, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125 – 138.

Lederman, N. (1992). Student`s and teachers` conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 4, 173-184.

Martín del Pozo, R. (2001). Prospective teachers` ideas about the relationships between concept describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*, 23, 353-371.

Martín del Pozo, R. y R. Porlán (2001). Spanish prospective teachers` inicial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education Research and Practice in Europe*. 2, 265-283.

Martínez, M.; Martín del Pozo, R. y M. Rodrigo (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria?. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 1, 67 – 87.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 3, 289 – 302.

Perafán, G. (2005). Epistemología del profesor de ciencias sobre su propio conocimiento profesional. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra, VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 1-4.

Perafán, G.A. y A. Adúriz-Bravo (Comps) (2002). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales* (pp. 127-139). Santafé de Bogota: Universidad Pedagógica Nacional.

Porlán, R. y R. Martín del Pozo (2004). The Conceptions of In-service and Prospective Primary School Teachers About the Teaching and Learning of Science. *Journal of Science Teacher Education*, 15, 1, 39-62.

Quintanilla, M. (2006). La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a "leer el mundo". *Revista Pensamiento Educativo*, 39, 2, 177-204.

Quintanilla, M. (2006b). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla y A. Adúriz-Bravo (Eds.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio, Retos y propuestas* (pp. 17-42). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Santos, M.; Cádiz, J.; Cuellar, L.; Saffer, G. y J. Camacho (2006). Elaboración validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica. *Boletín de Investigación Educativa*, 21, 2, 103–132.

Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Díaz, L.; Cuellar, L.; Camacho, J.; Saffer, G. y E. Ravanal (2007). El inventario de las Ideas Previas (KPSI) como un instrumento de regulación de los procesos de desarrollo profesional de docentes de ciencias naturales en ejercicio. *Boletín de Investigación Educativa*, 22, 2, 97–113.

Ruiz, C.; Da Silva, C.; Porlán, R. y V. Mellado (2005). Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, 1. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Ravanal, E. (2009). Racionalidades epistemológicas y didácticas del profesorado de Biología en activo sobre la enseñanza y aprendizaje del metabolismo: Aportes para el debate de una “nueva clase de ciencias”. *Tesis Doctoral*. (FONDECYT 1070795). Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Santiago de Chile (No publicada).

Settle, T. (1990). How to avoid implying that physicalism is true: a problem for teachers of science. *International Journal of Science Education*, 12, 258–264.

Tamayo, O. y N. Sanmartí (2005). Características del discurso escrito de los estudiantes en clases de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 3,2, 1-20.

Wang, H. y D. Marshall (2002). Science Instruction with a Humanistic Twist: Teacher´s Perception and the Practice in Using the History of Science in Their Classrooms. *Science & Education* 11, 169-189.

Young, R.E. (1981). A study of teachers epistemologies. *The Australian Journal of Education*, 25, 144–194.